



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาโรงเรือนเพาะเลี้ยงขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายและ
ควบคุมสภาพอากาศจากระยะไกล เพื่อใช้ประกอบการเรียนภาคปฏิบัติ

Research and Development Mobile Mini-Green Room and
Remote Climate Control for Practical Learning

โดย

สุทัศน์ สุรวาณิช อภิรักษ์ รักดีวงษ์ นภัสสร แนนโนนไทย

สนับสนุนโดย

สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีที่รับทุน 2565

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัย ขอขอบคุณ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบพระคุณ ศ.ดร. พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ อธิการวิทยาลัยนวัตกรรมเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร รศ.ดร.บัญญัติ เศรษฐฐิติ คณะบดีคณะนวัตกรรมเกษตร ดร.ชนินทร์ วงศ์ใหญ่ หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัย วิศวกรรมศาสตร์ ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำแนะนำ ให้ความสะดวก ผลักดันจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง และ ขอขอบคุณ นส.นภัสสร เนโนนไทย นักวิชาการเกษตรผู้ช่วยนักวิจัย คณะนวัตกรรมเกษตร วิทยาลัย นวัตกรรมเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่มีส่วนช่วยในการติดตามบันทึก รวบรวมข้อมูล ตลอดจน ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก (peer reviewer) ไม่ทราบจำนวน ที่ช่วยตรวจแก้ เสนอแนะ ความเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ จนรายงานวิจัยสำเร็จสมบูรณ์



ชื่อเรื่อง : วิจัยและพัฒนาโรงเรือนเพาะเลี้ยงขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายและควบคุมสภาพ

อากาศจากระยะไกล เพื่อใช้ประกอบการเรียนภาคปฏิบัติ

ผู้วิจัย : ผศ.ดร.สุทัศน์ สุรวาณิช ดร.อภิรักษ์ ภักดีวงษ์ และ นภัสสร แนนโนไทย

สถาบัน : คณะนวัตกรรมการเกษตร วิทยาลัยนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีที่พิมพ์ : ปีที่เสร็จ 2568

สถานที่พิมพ์ : มหาวิทยาลัยรังสิต

แหล่งที่เก็บรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ : มหาวิทยาลัยรังสิต

จำนวนหน้างานวิจัย: 66 หน้า

คำสำคัญ : ปัจจัยภูมิอากาศตามที่พืชแต่ละชนิดต้องการ โรงเรือนต้นแบบผลิตพืชขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์ : มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อการผลิตพืช ทำให้เราจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีในการปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมักมีราคาสูง คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษา วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำ ผลการวิจัยนำไปสู่การสร้างโรงเรือนต้นแบบ Mobile Mini Green Room ซึ่งสามารถตรวจติดตามสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือน พร้อมทั้งควบคุมและสั่งการอุปกรณ์จากระยะไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในราคาประหยัด โดยค่าอุปกรณ์อยู่ที่ประมาณไม่เกิน 40,000 บาท จากการทดลองเบื้องต้นในการปลูกต้นดาวเรือง พบว่าโรงเรือนนี้สามารถช่วยให้การผลิตได้ผลดี อีกทั้งยังสามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักศึกษาและบุคคลทั่วไปสามารถนำระบบนี้ไปประยุกต์ใช้กับโรงเรือนขนาดใหญ่ได้ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการเกษตรเป็นอย่างดี เข้าใจลักษณะของพืช และปัจจัยทางภูมิอากาศ (Climatic Requirements) ที่พืชต้องการ เพื่อให้สามารถกำหนดค่า ระดับ อัตรา ระยะเวลา และปริมาณการทำงานของอุปกรณ์ให้เหมาะสมได้

คำสำคัญ: โรงเรือนอัจฉริยะ, ควบคุมสภาพอากาศ, โรงเรือนต้นแบบขนาดย่อส่วนที่เคลื่อนย้ายได้, ปัจจัยการผลิตที่พืชต้องการ, Handy Sense Platform

Title : Research and Development Mobile Mini-Green Room and Remote Climate Control for Practical Learning

Researcher: Asst Prof Dr.Sutat Suravanit Dr.Apiruk Puckdeevongs and Napassorn Nanonhai

Institution: Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University

Year of Publication : ...

Publisher: Rangsit University

Sources: Rangsit University

No. of pages :60 pages

Keywords: Climatic Requirements, Mobile Mini Green Room

Copyrights: Rangsit University

Abstract

Climate change has impacted plant production, making it necessary to rely on technology to adjust environmental conditions to suit plant needs. However, effective technology is often expensive. Therefore, the research team conducted a study to develop a low-cost alternative technology. The research led to the development of a prototype greenhouse, the **Mobile Mini Green Room**, which can monitor climate conditions within the greenhouse while efficiently controlling and operating equipment remotely. This system is cost-effective, with an estimated equipment cost of no more than 40,000 THB. Preliminary experiments on marigold cultivation showed that this greenhouse effectively enhances production and prevents pest infestations. Students and the general public can adapt this system for large-scale greenhouses. However, users must have a strong understanding of agriculture, plant characteristics, and the climatic requirements of each plant to properly set parameters such as levels, rates, durations, and operational quantities for optimal performance

Keywords : Smart greenhouse, climate control, Mobile Mini Green Room, crop requirement , Handy Sense Platform

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
บทที่ 1	
บทนำ	1
คำถามวิจัย	2
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐานของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	
องค์ประกอบของภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร	4
1. ความหมายของภูมิอากาศ	4
2. องค์ประกอบของภูมิอากาศ	4
2.1 แสง (Light)	4
2.2 อุณหภูมิ (Temperature)	6
2.3 หยาดน้ำฟ้า (precipitation)	6
2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)	6
2.5 ลม (Wind)	7
3. ความสำคัญของภูมิอากาศต่อการเกษตร	7
3.1 ความสำคัญของแสง	7
3.2 ความสำคัญของอุณหภูมิ	8
3.3 ความสำคัญของฝน	9
3.4. ความสำคัญของความชื้นสัมพัทธ์	9
3.5 ความสำคัญของลม	10
3.6 ความสำคัญของฤดูกาล	10
บทที่ 3	
ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศกับการผลิตพืช	11
1. ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับการผลิตพืช	11
2. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการผลิตพืช	12
3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนกับการผลิตพืช	13
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับการผลิตพืช	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
	5. ความสัมพันธ์ระหว่างลมกับการผลิตพืช 15
	6. ความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับการผลิตพืช 16
บทที่ 4	การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ และแนวทางจัดการผลิตพืช 17
	1. ผลกระทบต่อการผลิตพืช 17
	2. แนวทางการจัดการการผลิตพืชและสภาพภูมิอากาศ 18
	2.1 การจัดการพืชให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ 19
	2.2 การปรับสภาพภูมิอากาศให้เหมาะสมต่อการผลิตพืช 20
บทที่ 5	ระเบียบวิจัย 23
	อุปกรณ์และข้อมูลที่ใช้ 23
	สถานที่ทำการทดลอง 24
	วิธีการวิจัย 24
	1. การวางแผนการทดลอง 24
	2. การวิเคราะห์ข้อมูล 26
	3. การบันทึกข้อมูล 26
	ขอบเขตของการวิจัย 27
บทที่ 6	ผลการวิจัย 28
	ขั้นตอนที่ 1. ออกแบบ วิจัย พัฒนาสร้างประกอบโรงเรือน 28
	ขั้นตอนที่ 2. วิจัย พัฒนา ระบบชุดควบคุมการทำงานโดยคอมพิวเตอร์ 31
	(Computer control system) พัฒนาโปรแกรมชุดควบคุม
	ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการผลิตพืชจริงใน Mobile Mini Green Room 38
บทที่ 7	สรุปวิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ 58
	เอกสารอ้างอิง 60
	ภาคผนวก 61
	ประวัติผู้วิจัย 64

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 6.1 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบ หลังเพาะดาวเรืองสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 ใน Mini Green Room	42
ตารางที่ 6.2 อัตราการเพิ่มขึ้น (Increment) ของความยาวใบ หลังเพาะดาวเรืองตั้งสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 ใน Mini Green Room	43
ตารางที่ 6.3 การเพิ่มขึ้น (Increment) ของความยาวใบ หลังเพาะดาวเรืองสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 ในสภาพปกติ	44
ตารางที่ 6.4 อัตราการเพิ่มขึ้น (Increment) ของความยาวใบ หลังเพาะสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 ในสภาพปกติ	45
ตารางที่ 6.5 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม) วัดสูงจากระดับผิวดิน ระดับขอบกระถางปลูก ใน Mini Green Room	47
ตารางที่ 6.6 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม) วัดสูงจากระดับผิวดิน ระดับขอบกระถางปลูกในสภาพปกติ	48
ตารางที่ 6.7 การเกิดดอกตั้งแต่เริ่มตูมจนบานของดาวเรืองที่ปลูกใน Mini Green Room	49
ตารางที่ 6.8 การเกิดดอกตั้งแต่เริ่มตูมจนบานของดาวเรืองที่ปลูกในสภาพปกติ(Control)	49

สารบัญตารางผนวก

	หน้า
ตารางผนวก 1 ข้อมูลภูมิอากาศ วัดได้ที่ สถานีตรวจอากาศจังหวัดปทุมธานี	62

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงความยาวช่วงคลื่น (Wavelength) ทั้งที่มนุษย์มองเห็น (Visible Light) และมองไม่เห็น (Invisible Light)	5
ภาพที่ 5.1 แนวคิดการวิจัย ที่แสดงการเชื่อมโยงขั้นตอนการดำเนินงาน	25
ภาพที่ 6.1 กระบะปลูกพืชแบบขึ้นโต๊ะ ติดล้อ สามารถเคลื่อนย้ายได้	28
ภาพที่ 6.2 ส่วนของตัวโรงเรือนติดมุ้งชนิดละเอียด พร้อมติดตั้งพัดลมดูดอากาศ	29
ภาพที่ 6.3 มุมมองของโรงเรือนจากด้านบน ทั้งโรงเรือนติดล้อ สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้	29
ภาพที่ 6.4 ตัวโรงเรือนสามารถถอดและประกอบครอบกระบะปลูก และมีผนังสองด้านสามารถเปิดปิดได้เพื่อการจัดการพืชและระบบต่าง ๆ ภายในโรงเรือน	29
ภาพที่ 6.5 ภาพโรงเรือนจริง ที่สามารถถอดและประกอบครอบกระบะปลูก มีผนังสองด้านสามารถเปิดปิดได้ และ ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ	30
ภาพที่ 6.6 ระบบควบคุมต้นแบบสำหรับโรงเรือนเพาะเลี้ยงพืชขนาดเล็ก	32
ภาพที่ 6.7 แสดงการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ ลงใน ตู้ไฟ สวิตช์บอร์ด	33
ภาพที่ 6.8 แสดงการทำงานของระบบต้นแบบเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับโรงเรือนเพาะเลี้ยงพืชขนาดเล็ก	34
ภาพที่ 6.9 Dashboard และส่วนที่ใช้ในการควบคุม switch 1-4	35
ภาพที่ 6.10 อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายของระบบ	36
ภาพที่ 6.11 ระบบต้นแบบสำหรับโรงเรือนเพาะเลี้ยงพืชขนาดเล็กที่สมบูรณ์	37
ภาพที่ 6.12 ลักษณะอาการผิดปกติที่พบ ทำให้ต้องปรับการควบคุมใหม่ให้เหมาะสมเหมาะสม	38
ภาพที่ 6.13 โรงเรือนเพาะเลี้ยงพืช Mini Green Room ที่ ประกอบด้วย Sensor วัดความชื้นในดิน วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฯลฯ ระบบให้น้ำหยด ระบบผันผวนน้ำ ระบบไฟ LED และพัดลมดูดอากาศ	39
ภาพที่ 6.14 ใบที่ได้ทำการผูกเชือกทำเครื่องหมายไว้ เพื่อการเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ต่อเนื่องไม่สับสนใบ	40
ภาพที่ 6.15 วิธีการบันทึกข้อมูลงานวิจัย	41
ภาพที่ 6.16 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบปลูกใน Mini Green Room	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 6.17 อัตราการเพิ่มขึ้นความยาวใบปลูกใน Mini Green Room เปรียบเทียบกับสัปดาห์ก่อนหน้า	43
ภาพที่ 6.18 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบปลูกในสภาพปกติ ที่ไม่มีการพ่นสารเคมีป้องกันแมลง	44
ภาพที่ 6.19 การเพิ่ม/ลดลงความยาวใบปลูกในสภาพปกติ ที่ไม่มีการพ่นสารเคมีป้องกันแมลงต้นตาย	45
ภาพที่ 6.20 แมลงศัตรูพืชเริ่มเข้าทำลายตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 และเริ่มปรากฏต้นตายเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ	46
ภาพที่ 6.21 การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของดาวเรืองที่ปลูกในโรงเรือน	47
ภาพที่ 6.22 การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของดาวเรืองที่ปลูกในสภาพปกติ	48
ภาพที่ 6.23 ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน	51
ภาพที่ 6.24 อุณหภูมิเฉลี่ยนอกโรงเรือน ตั้งสัปดาห์ที่ 8-13	51
ภาพที่ 6.25 ความชื้นสัมพัทธ์นอกโรงเรือน	52
ภาพที่ 6.26 เปรียบเทียบ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน กับ อัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ	53
ภาพที่ 6.27 เปรียบเทียบ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน กับ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น	54
ภาพที่ 6.28 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ นอกโรงเรือน กับอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ	55
ภาพที่ 6.29 เปรียบเทียบ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ในโรงเรือน กับ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น	56
ภาพที่ 6.30 เปรียบดาวเทียมที่ปลูกในโรงเรือน และนอกโรงเรือน เมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังเพาะ	57
ภาพที่ 6.31 เปรียบดาวเทียมที่ปลูกในโรงเรือน และนอกโรงเรือน เมื่ออายุ 10 สัปดาห์หลังเพาะ	57

บทที่ 1

บทนำ

ในการผลิตพืชใด ๆ ก็ตาม หากสามารถเลือกผลิตในสภาพแวดล้อม หรือภูมิอากาศ (Climatic Requirements) ตรงตามที่พืชต้องการ พืชย่อมเจริญเติบโตดี มีความสมบูรณ์ และจะให้ผลผลิตดี ทั้งคุณภาพและปริมาณ แต่เนื่องด้วยข้อเท็จจริง ที่มนุษย์ไม่สามารถกำหนดสภาพอากาศได้ ดังนั้นมนุษย์จะต้องคล้อยตามธรรมชาติ โดยการอาศัยเทคโนโลยีเข้าช่วย ในการปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับการความต้องการของพืชที่จะผลิต

ปัจจุบันมีพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ เป็นที่นิยม เป็นพันธุ์พืชหายาก ผลิตยากและมีมูลค่าการตอบแทนสูง ที่น่าสนใจหลายชนิด แต่สภาพภูมิอากาศโดยธรรมชาติบ้านเรา ไม่เหมาะสมตรงตามที่พืชนั้น ๆ ต้องการ หากว่าเราประสงค์จะผลิตพืชนั้นจริง ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ ด้วยการใช้เทคโนโลยีเข้าช่วย ในการปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมกับการความต้องการภูมิอากาศของพืช (Climatic Requirements) โดยการปลูกพืชในโรงเรือน (Greenhouse) ที่สามารถควบคุมอากาศ เพื่อเลียนแบบปรับอากาศ ลด/เพิ่มอุณหภูมิ ลด/เพิ่มความชื้นแสง ลด/เพิ่มช่วงโมเมนต์แสงแดด ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ฯลฯ ทั้งยังสามารถ ป้องกันฝน ป้องกันลม ป้องกันแมลงศัตรูพืช หรือปรับสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ให้ใกล้เคียงกับที่พืชต้องการได้

ปัจจุบันผู้ประกอบการทางการเกษตร ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ และผสมผสานกับเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ไอที สื่อสาร เซ็นเซอร์ เทคโนโลยีดาวเทียม รวมทั้งนาโนเทคโนโลยี เข้ามาช่วยในการควบคุม จัดการฟาร์ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชทั้งปริมาณและคุณภาพ ส่งผลให้การทำฟาร์มในรูปแบบเดิม ๆ ก้าวข้ามไปสู่ฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm หรือ Intelligent Farm) หรือ ที่ได้รับการขนานนามว่า “ฟาร์มที่มีการจัดการอย่างถูกต้องแม่นยำ” (Precision Farming) (กฤษฎาภรณ์ สมพงษ์ อภิญา กมลสุข และฐิติมา สระมณี, 2565) สอดคล้องกับเป้าหมายในการก่อตั้ง คณะนวัตกรรมเกษตร วิทยาลัยนวัตกรรมเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่มุ่งสร้าง เกษตรกรอัจฉริยะ นักเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ นวัตกรรมสมัยใหม่ เพื่อพัฒนากำลังคน เศรษฐกิจรากฐาน

แต่ปัญหา คือ คณะนวัตกรรมเกษตร ยังขาดแคลนตัวอย่างประกอบสื่อการสอนภาคปฏิบัติที่เทคโนโลยีครบถ้วนสมบูรณ์ และการจัดหาเทคโนโลยีดังกล่าวนี้ มีราคาแพงมาก การแก้ไขปัญหาที่ผ่านมามา อาจารย์ผู้สอนได้หาทางออกโดยนำ นศ. ไปศึกษาดูงานของจริงจากหน่วยงานหรือผู้ประกอบการภายนอก

คณะผู้วิจัยค่อนข้างมั่นใจว่า อยู่ในวิสัยที่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีของเราเองได้ จึงมีแนวคิดร่วมกันจัดทำโครงการนี้ เพื่อสร้างโรงเรียนต้นแบบขนาดย่อมส่วน (Mobile Mini Green Room) ที่รวบรวมหลายๆ เทคโนโลยีเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อเป็นต้นแบบโรงเรียน สำหรับ การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ตลอดจนจะเป็นโรงเรียนเริ่มต้นที่ทำให้ นักศึกษา และอาจารย์ เกิดแนวคิดที่จะศึกษา วิจัยและพัฒนา ต่อยอดเทคโนโลยีที่มีราคาถูก สามารถควบคุมปัจจัยการผลิตตามที่พืชต้องการ (Crop Requirement) ได้ด้วยตนเอง ต่อไป

ความคาดหวัง/เป้าหมายของโครงการวิจัยนี้ เราจะได้ต้นแบบโรงเรียน สำหรับ นักศึกษา คณะนวัตกรรมเกษตร ได้ใช้ศึกษาเรียนรู้ภาคปฏิบัติ จนเข้าใจหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช และเกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆ ที่สามารถนำไปต่อยอดขยายผล ทั้งด้านการวิจัย และนำไปขยายผลประกอบการจริงแบบ large Scale ได้หลังจบการศึกษา

สภาพปัญหาจริงที่เกิดขึ้น/สิ่งที่ ไม่บรรลุตามเป้าหมาย/ช่องว่าง ของการเรียนการสอน เพราะ เรายังขาดโรงเรียนที่ประกอบด้วยหลายเทคโนโลยีที่จำเป็นและทันสมัยต่อการผลิตพืช การเรียนการสอนภาคปฏิบัติจึงไม่สมบูรณ์ ทำให้การเรียนรู้เทคโนโลยีดังกล่าว จนถึงทุกวันนี้ ยังคงแก้ไขด้วยวิธีการนำนักศึกษา ออกไปศึกษาเรียนรู้จากหน่วยงาน/องค์กร/ผู้ประกอบการภายนอก

วิธีการแก้ไข ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จะทำให้ นศ. ได้เรียนรู้ภาคปฏิบัติอย่างใกล้ชิดจริง ถึงแม้ว่าจะเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก แต่จะเป็นโรงเรียนที่ได้รวบรวมเทคโนโลยีที่ครบถ้วน และยังจะทำให้ หากมีนักศึกษาที่มีความสนใจ ก็จะสามารถร่วมกับ อาจารย์ พัฒนาเทคโนโลยีราคาถูกได้เองต่อไป ทั้งโดยการทำปัญหาพิเศษ (Special Study) หรือ โครงการวิจัย (Project) ก่อนจบการศึกษา

คำถามวิจัย (คำถามวิจัยเป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยที่ต้องการค้นหาคำตอบ)

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช เราสามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้อย่างไร ?
2. เราสามารถควบคุมสภาพอากาศให้ตรงตามความต้องการของพืช (Crop Requirements) ได้อย่างไร ?

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างโรงเรียนต้นแบบ Mobile Mini Green Room ป้องกันโรคแมลงศัตรูพืช ที่สามารถควบคุมสภาพอากาศในโรงเรียนจากระยะไกล ขึ้นเอง
2. เพื่อใช้โรงเรียนต้นแบบ ประกอบการสอนภาคปฏิบัติ วิชา AIN/AIL 225 AIN/AIL 227 AIN/AIL 321

สมมติฐานของการวิจัย

สามารถพัฒนาระบบควบคุมสภาพอากาศในโรงเรียนจากระยะไกล ราคาถูกขึ้นเอง ราคาไม่เกิน 50,000 บาท เพื่อให้ประกอบการเรียน การสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบควบคุมสภาพอากาศ ภายในโรงเรียน ที่ นักศึกษา และ อาจารย์ ร่วมกันพัฒนาขึ้นเอง
2. ได้ใช้เป็นสื่อการสอนภาคปฏิบัติ สำหรับ นักศึกษา รุ่นต่อ ๆ ไป
3. ได้โรงเรียนต้นแบบสำหรับ นศ. ที่จะนำไปพัฒนาต่อไปในอนาคต หลังจบการศึกษาได้ต่อไป



บทที่ 2

องค์ประกอบของภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร

3. ความหมายของภูมิอากาศ

คำว่า **ลมฟ้าอากาศ (Weather)** และ **ภูมิอากาศ (Climate)** นั้นมีความหมายคล้ายคลึงกัน แต่ไม่เหมือนกัน ดังนี้

ลมฟ้าอากาศ หมายถึง สภาพบรรยากาศของใดที่หนึ่ง ในเวลาหนึ่งวันต่อวัน ที่ประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณฝน ปริมาณเมฆ ทิศนวิสัย และลม เป็นต้น ผู้คนมักพูดถึงสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น วันนี้อากาศร้อน ลมแรงเหมือนฝนกำลังจะตก เป็นต้น

ลักษณะลมฟ้าอากาศจะแตกต่างกันไปตามพื้นที่ส่วนต่างๆ ของโลก ตัวอย่างเช่น ในทะเลทราย จะไม่ค่อยมีฝนตก ส่วนในป่าดงดิบเขตร้อนอากาศจะร้อนและชื้นมาก และลมฟ้าอากาศสามารถแปรเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลา เช่น ปี ฤดูกาล เดือน วัน และแม้กระทั่งรายชั่วโมง เช่น ตอนเช้าฝนตก ตอนสายแดดออก ตอนบ่ายท้องฟ้าแจ่มใส

ภูมิอากาศ หมายถึง สภาพลมฟ้าอากาศในแง่ข้อมูลสถิติ หรือค่าเฉลี่ยของช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดในรอบ 30 ปี ปริมาณฝนตกต่อปี จำนวนวันฝนตกรวมตลอดทั้งปี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย เป็นต้น

ดังนั้น ภูมิอากาศจึงเป็นค่าปานกลางของลักษณะลมฟ้าอากาศในระยะเวลานาน ๆ โดยนำองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ มาหาค่าเฉลี่ย

4. องค์ประกอบของภูมิอากาศ

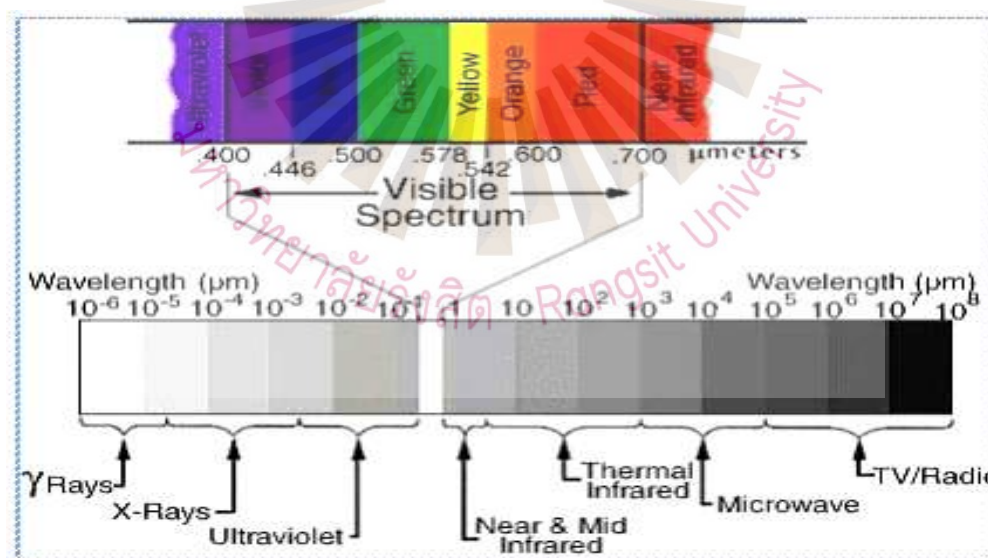
องค์ประกอบของภูมิอากาศที่มีความจำเป็นต่อการเกษตร สามารถแยกได้ดังนี้

2.1 แสง (Light)

เป็นองค์ประกอบของภูมิอากาศที่สำคัญ ที่ประกอบด้วย 3 คุณลักษณะที่สำคัญ คือ ปริมาณแสง คุณภาพแสง และช่วงระยะเวลาได้รับแสง มีผลต่อพืชในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการทางสรีรวิทยาอื่น ๆ แหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ คือ ดวงอาทิตย์

2.1.1 ปริมาณแสง (Quantitative) หรือ ความเข้มของแสง (Light intensity) ปริมาณของแสงผันแปรไปตามระดับความสูงจากน้ำทะเล (Elevation) ความลาดชัน (Slop) ทิศทางความลาดชันของพื้นที่ (Slop aspect) ภูมิประเทศ (Topography) ตำแหน่งภูมิศาสตร์ (Geography) ฤดูกาล (Season) วัน (Day) และช่วงเวลาของวัน (time) ฯลฯ เช่น แสงของดวงอาทิตย์ในเวลาเที่ยงวันจะมีความเข้มแสงมาก ในขณะที่แสงของดวงอาทิตย์ในเวลาเย็นจะมีความเข้มแสงน้อย ในพื้นที่หุบเขาได้รับปริมาณแสงน้อยกว่าพื้นที่ราบ เป็นต้น พืชแต่ละชนิดมีความต้องการความเข้มแสงไม่เท่ากัน

2.1.2 คุณภาพแสง (Qualitative) เกี่ยวข้องกับสี หรือช่วงคลื่นแสง (Wavelength) ช่วงคลื่นแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็น อยู่ระหว่าง 400-700 นาโนเมตร ซึ่งประกอบไปด้วย 7 สี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง (ภาพที่ 7.1) ส่วนช่วงคลื่นแสงที่น้อยกว่า 400 นาโนเมตร และมากกว่า 700 นาโนเมตร เป็นช่วงคลื่นแสงที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็น เราจะเห็นวัตถุนั้นเป็นสีขาว แต่ถ้าหากวัตถุดูดกลืนแสงไว้หมด เราจะเห็นวัตถุนั้นเป็นสีดำ เพราะไม่มีแสงจากวัตถุนั้นเข้าตาของเราเลย โดยธรรมชาติวัตถุนั้นจะดูดกลืนแสงสีได้ไม่เท่ากัน เช่น ใบไม้ทั่วไปจะดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและสีแดงไว้ และสะท้อนแสงสีเขียวออกมา จึงทำให้เราเห็นใบไม้เป็นสีเขียว เป็นต้น คุณภาพแสงจะมีการผันแปรไปตามระดับความสูงจากน้ำทะเล ความลาดชัน ทิศทางความลาดชันของพื้นที่ ภูมิประเทศ ตำแหน่งภูมิศาสตร์ ฤดูกาล วัน และช่วงเวลาของวัน ฯลฯ เช่นกัน



ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงความยาวช่วงคลื่น (Wavelength) ทั้งที่มนุษย์มองเห็น (Visible Light) และมองไม่เห็น (Invisible Light)

ที่มา : Wavelength image from Universe by Freedman and Kaufmann

2.1.3 ช่วงระยะเวลาได้รับแสง หรือความยาววัน (Duration หรือ Photoperiod หรือ Day length) หมายถึง จำนวนชั่วโมงที่มีแสงในแต่ละวัน ช่วงความยาววันนี้จะมีความแตกต่างกันแปรไปตามฤดูกาล วันสภาพภูมิประเทศ และตำแหน่งภูมิศาสตร์ ยิ่งเส้นรุ้งสูง ความแตกต่างของความยาววันของแต่ละฤดูยิ่งมากขึ้น จำนวนชั่วโมงที่พืชได้รับแสงในแต่ละวันที่มากกว่าหรือน้อยกว่าช่วงแสงวิกฤติ มีผลต่อการออกดอกของพืชหลายชนิด ซึ่งช่วงแสงวิกฤตินี้จะแตกต่างกันตามชนิดของพืชและพันธุ์พืช ตัวอย่าง เช่น เบญจมาศมีช่วงแสงวิกฤติ ประมาณ 13.5 ชั่วโมง ขณะที่ข้าวมีช่วงแสงวิกฤติประมาณ 12 ชั่วโมง จากผลของช่วงแสงที่มีต่อการออกดอกของพืช สามารถแบ่งพืชเป็น 3 กลุ่ม คือ

- 1) พืชที่ต้องการชั่วโมงการได้รับแสงน้อยกว่าช่วงแสงวิกฤติ เช่น ถั่วเหลือง เบญจมาศ ข้าวโพดและข้าวบางพันธุ์ เป็นต้น เรียกว่า “พืชวันสั้น (Short day plant)”
- 2) พืชที่ต้องการชั่วโมงการได้รับแสงมากกว่าช่วงแสงวิกฤติ เช่น ปวยเล้ง บีท เรดิช ผักกาดหัว แครอท มันฝรั่ง กะหล่ำปลี สลัด และผักกาดต่าง ๆ เรียกว่า “พืชวันยาว (Long day plant)”
- 3) พืชที่ช่วงแสงไม่มีผลต่อการออกดอก เช่น ข้าว ข้าวโพดบางพันธุ์ ทานตะวัน เรียกว่า พืชที่ไม่ตอบสนองต่อความยาวของแสง (Day neutral plant)

2.2 อุณหภูมิ (Temperature)

มีความแตกต่างกันแปรผันไปในแต่ละพื้นที่ ฤดูกาล ช่วงเวลาของวัน สภาพภูมิประเทศ และตำแหน่งภูมิศาสตร์เช่นกัน อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการทางสรีรวิทยาอื่น ๆ ของพืช

2.3 หยาดน้ำฟ้า (precipitation)

หมายความรวมถึง น้ำที่เกิดจากฟ้าทั้งหมด เช่น ฝนน้ำค้าง ลูกเห็บ หิมะ ในประเทศไทยซึ่งเป็นเขตร้อน ฝนเป็นแหล่งกำเนิดโดยตรงของน้ำที่จำเป็นต่อพืชและระบบชลประทาน ปริมาณและความถี่ของหยาดน้ำฟ้าจะผันแปรไปตาม ฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งภูมิศาสตร์ และอิทธิพลของลมมรสุมที่พัดผ่าน

2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)

มีความเกี่ยวพันกับปริมาณฝน ซึ่งผันแปรไปตาม ฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งภูมิศาสตร์ และอิทธิพลของลมมรสุมที่พัดผ่าน หากฝนตกมากปริมาณความชื้นสัมพัทธ์จะสูง ถ้าฝนทิ้งช่วงความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์มีผลทางตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช และมีผลทางอ้อมทำให้เกิดการระบาดของโรคและศัตรูพืช

2.5 ลม (Wind)

หมายความรวมถึง ความเร็ว (Wind Velocity) และทิศทางของลม (Wind Direction) ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมสองชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ การเริ่มต้นและสิ้นสุดมรสุมทั้งสองชนิดอาจผันแปรไปจากปกติได้ในแต่ละปี ลมมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการปลูกพืช

3. ความสำคัญของภูมิอากาศต่อการเกษตร

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่อาศัยธรรมชาติเป็นหลัก ดังนั้นภูมิอากาศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเกษตร มีความสัมพันธ์ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นถึงความสำคัญแยกตามองค์ประกอบเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

3.1 ความสำคัญของ แสง

ความสำคัญของแสงที่มีผลต่อการปลูกพืช สามารถอธิบายแยกตามคุณลักษณะ ปริมาณ คุณภาพ และ ระยะเวลา ได้ดังนี้

3.1.1 ปริมาณแสง

เกี่ยวข้องกับความเข้มของแสงที่พืชได้รับ มีความสำคัญต่อพืชดังนี้

3.1.1.1 ปริมาณแสงมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ปริมาณแสงมากจะมีการสังเคราะห์แสงได้มาก พืชสามารถสร้างอาหารและพลังงานได้มาก ถ้าแสงมีปริมาณมากเกินไป อัตราการหายใจเร็วกว่าปกติ ถ้าแสงลดลง การสังเคราะห์แสงลดลง การทำงานของเอนไซม์จะลดลง พืชจะผลิตอาหารและพลังงานได้น้อยลง อัตราการเจริญเติบโตของพืชจึงช้าลง หรือไม่สมบูรณ์ ส่วนผลที่เกิดกับสัตว์ ถ้าปริมาณแสงมากเกินไปทำให้อุณหภูมิร่างกายสัตว์สูงขึ้น ส่วนผลทางอ้อมจะทำให้พืชอาหารสัตว์แห้งตายได้ เป็นต้น

3.1.1.2 ความเข้มของแสงมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด เมล็ดบางชนิดจะมีอัตราการงอกดีขึ้นเมื่อได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้น ระดับความเข้มของแสงที่พอเหมาะต่อการงอกแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด ส่วนใหญ่ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดด้วย ส่วนสัตว์เมื่อผิวหนังได้รับแสงแดดจะสังเคราะห์วิตามินดี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของกระดูก เป็นต้น

3.1.2 คุณภาพแสง

เกี่ยวข้องกับสีและ ช่วงคลื่นแสง มีความสำคัญต่อพืช พืชดูดซับแสงมาใช้โดยมีสารอินทรีย์ชนิดพิเศษที่เรียกว่า “เม็ดสี” (Pigment) เช่น คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) คาโรทีน (Carotene) เป็นต้น ทำหน้าที่ดูดแสงไว้ แล้วจึงใช้พลังงานนี้ไปในการรวมตัวระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และออกซิเจน (O_2) จากโมเลกุลของน้ำ เปลี่ยนเป็นกลูโคส (CH_2O)_n ช่วงคลื่นแสงมีผลต่อพัฒนาการของพืชต่างกัน เช่น แสงสีน้ำเงินมีผลต่อการเจริญเติบโตของส่วนยอดกับใบอ่อน แสงสีแดงเมื่อรวมกับแสงสีน้ำเงินจะมีผลต่อการเกิดดอก แสงสีม่วงมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงต่ำมาก แสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีม่วงเป็นแสงที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

3.1.3 ช่วงระยะเวลาได้รับแสง

เกี่ยวข้องกับจำนวนชั่วโมงในการได้รับแสงของพืช ประเทศไทยมีจำนวนชั่วโมงของการรับแสงประมาณ 12 ชั่วโมง อาจมากกว่าหรือน้อยกว่าขึ้นอยู่กับฤดูกาลและตำแหน่งภูมิศาสตร์ ในฤดูหนาวจะมีความยาววันสั้นกว่าฤดูร้อน นอกจากนี้ภาคใต้จะมีความแตกต่างของความยาววันในฤดูร้อนและฤดูหนาวน้อยกว่าภาคเหนือ เนื่องจากอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมากกว่า ช่วงระยะเวลาได้รับแสงของพืชจะมีอิทธิพลของการออกดอกของพืชบางชนิด เป็นต้น

3.2 ความสำคัญของอุณหภูมิ

อุณหภูมิ มีความสำคัญโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการหายใจของพืชผลโดยอ้อมต่อกระบวนการเคลื่อนย้ายในพืช กระบวนการต่าง ๆ ในพืชเป็นปฏิกิริยาชีวเคมี ซึ่งมีเอนไซม์เป็นตัวทำปฏิกิริยา อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์เหล่านั้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การทำงานของเอนไซม์จะเร็วขึ้น จนถึงจุดหนึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้เอนไซม์ทำงานช้าลง ถ้าอุณหภูมิสูงมาก ๆ เอนไซม์จะเสื่อมสภาพ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการสังเคราะห์แสงของพืชอยู่ระหว่าง 30 – 35 °C อุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการหายใจประมาณ 40 – 45 °C

อุณหภูมิ ยังมีความสำคัญโดยตรงต่ออัตราการระเหยของน้ำจากพืชและจากดิน (Evapo-transpiration) อุณหภูมิสูงมีผลทำให้อัตราการระเหยของน้ำจากพืชและจากดินเร็วและมากขึ้น

อุณหภูมิ มีบทบาททางอ้อมต่อกระบวนการเคลื่อนย้ายในพืช เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้พืชคายน้ำมากขึ้น และมีผลให้การเคลื่อนย้ายในพืชเพิ่มขึ้น

อุณหภูมิ มีความสำคัญทางอ้อมต่อการเขตกรรม เช่น การพ่นสารเคมีป้องกันโรค แมลงศัตรูพืช เพราะอาจทำให้สารเคมีเสื่อมคุณภาพ และอาจทำให้ผู้พ่นสารเคมีเองรู้สึกร้อนไม่สบายทำงาน เป็นต้น

อุณหภูมิ มีความสำคัญทางอ้อมต่อภาระโรค ศัตรูพืช หากมีความชื้นสูงร่วมด้วย จะทำให้เกิดการระบาดได้มากขึ้น เป็นต้น

3.3 ความสำคัญของฝน

ฝนเป็นต้นกำเนิดโดยตรงของน้ำ ต่อระบบชลประทาน และแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อพืช เช่น น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ จึงมีความสำคัญโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ต่อกระบวนการหายใจของพืช ช่วยในการควบคุมอุณหภูมิภายในของพืชให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมไม่สูงหรือต่ำเกินไป ช่วยในกระบวนการละลายและดูดซับธาตุอาหารจากดินสู่พืช ช่วยในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรต ภายในลำต้นพืช ฯลฯ

น้ำฝนที่มากเกินไปก็มีผลในทางลบได้ เช่น ทำให้เกิดการระบาดของโรคและศัตรูพืช ทำให้ดินเกิดการชะล้างพังทลาย รวมทั้งทำให้พืชตายได้ และเป็นอุปสรรคต่อการเขตกรรม เช่น การไถพรวนดิน การกำจัดวัชพืช การเก็บเกี่ยว

น้ำฝนน้อยเกินไป ฝนที่ไม่ตกต้องตามฤดูกาล ฝนทิ้งช่วง จนเกิดสภาวะแห้งแล้ง จะทำให้ผลิตผลทางการเกษตรบางชนิดเสียหายอีกด้วย เป็นต้น

ส่วนผลกระทบต่อดัชนี เช่น หากฝนตกชุกเกินไป มีผลทำให้สัตว์เป็นโรคได้ง่าย ผลทางอ้อมทำให้พืชอาหารสัตว์ เกิดโรคศัตรูพืชระบาดมากขึ้น เป็นต้น

ซึ่งจะได้กล่าวอย่างละเอียดอีกครั้งในตอนที่ 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศกับการผลิตพืช สัตว์ ป่าไม้และสิ่งแวดล้อม

3.4. ความสำคัญของความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณฝน มีความสำคัญต่อพืช ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

3.4.1 มีผลทางตรงต่ออัตราการคายน้ำจากใบพืช ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไปมีผลทำให้การคายน้ำของพืชช้าลงและน้อยลง มีผลให้การดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารพืชจากดินลดลง เป็นผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสง ลดลง

3.4.2 มีผลทางอ้อมต่อความเข้มและปริมาณแสงแดด ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไปจะเป็นอุปสรรคทำให้ความเข้มและปริมาณแสงแดดลดลง ซึ่งจะส่งทางอ้อมต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดการระบาดของโรคและศัตรูพืช และเป็นอุปสรรคต่อการเกษตรกรรมบางชนิด เช่น การพ่นสารเคมี เป็นต้น

3.5 ความสำคัญของลม

ลมมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม พบว่าในบริเวณที่มีลมค่อนข้างแรง พืชโดยธรรมชาติจะมีวิวัฒนาการด้วยการปรับขนาดของทรงพุ่มให้เล็กลงและลดขนาดใบเพื่อลดการปะทะ เพื่อการอยู่รอด หรือถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นเป็นเวลานานเพียงพอ อาจวิวัฒนาการจนถึงกับมีการเปลี่ยนรูปทรงของใบและลดขนาดรูปร่างใบ เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียน้ำ เป็นต้น

การเคลื่อนที่ของลมทำให้อัตราการระเหยและคายน้ำของพืชเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลทางอ้อมต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ความแรงและทิศทางลมอาจทำความเสียหายแก่พืชได้โดยตรง โดยทำให้ต้นฉีกขาดหรือหักโค่น และลมยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เช่น ลมมรสุม ลมหนาว ลมร้อน ลมยังพัดพาเมฆฝนจึงมีส่วนในการเกิดของฝน เป็นต้น

3.6.1 ความสำคัญของฤดูกาล

ฤดูกาลมีความสำคัญต่อการเกษตร เนื่องจาก มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อแสง อุณหภูมิ ฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และลม ฤดูกาลที่ต่างกันมีผลทำให้องค์ประกอบภูมิอากาศแตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดต่างกัน ความสั้นยาวของวันต่างกัน ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน ลมและทิศทางลมต่างกัน เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อเกษตร การดำรงอยู่และวิวัฒนาการของพืชพรรณทั้งสิ้น

จะเห็นได้ว่าภูมิอากาศดังกล่าวข้างต้น มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำการเกษตรยุคใหม่ ในการพิจารณาเลือกปลูกพืช โดยทั่วไปเกษตรกรย่อมทราบดีจากประสบการณ์ว่า พืชเมืองร้อนควรปลูกในเขตร้อน พืชเมืองหนาวควรปลูกในเขตหนาว หรือพืชชนิดใดเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นตน แต่ในความเป็นจริง ปัจจัยด้านราคาและการตลาด ทำให้เกษตรกรให้ความสนใจพืชใหม่ๆ ทดลองปลูกพืชชนิดใหม่ที่ไม่เคยปลูกมาก่อน แต่มักไม่ได้ผล เนื่องจากพืชชนิดใหม่ไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศได้ และการเพาะปลูกไม่สามารถปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชได้ เพราะพืชบางชนิดมีความต้องการสภาพภูมิอากาศที่เฉพาะเจาะจง

บทที่ 3

ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศกับการผลิตพืช

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับการผลิตพืช

พืชมีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบของเซลล์ที่สำคัญ ที่ใช้สำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสง ความเข้มแสงและช่วงระยะเวลาของแสงที่เหมาะสมมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยตรง พืชแต่ละชนิดมีความต้องการแสง ความเข้มแสงและระยะเวลาได้รับแสงไม่เท่ากัน

แสงน้อยเกินไป เช่น ในสภาพภูมิอากาศที่มีหมอก เมฆ ใสน้ำ ควันไฟ อาจทำให้ความเข้มของแสงลดลง จำนวนชั่วโมงของแสงที่พืชได้รับอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช กระบวนการสังเคราะห์แสงจะลดลง ทำให้พืชไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

แสงมากเกินไป ทำให้ใบหรือกิ่งได้รับแสงในความเข้มสูงเกินไป อาจทำให้เกิดอันตราย เกิดอาการแสงแดดเผา (Sun burn) ที่มักเกิดทางทิศตะวันตก เนื่องจากช่วงบ่ายเป็นช่วงที่พืชมักได้รับแสงมากกว่าช่วงเช้านั่นเอง ทำให้ต้นแคระแกร็นเสียหายถึงเหี่ยวตายได้

แสงอัลตราไวโอเลตที่เล็ดลอดผ่านชั้นบรรยากาศ ยังมีผลต่อการลดขนาดของใบได้ด้วย เนื่องจากพืชต้องปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ลดการถูกทำลายโดยแสงที่มีความเข้มสูงเกินไป

นอกจากนี้ ยังพบว่าพืชจำนวนไม่น้อยค่อนข้างอ่อนไหวมากต่อจำนวนชั่วโมงของการได้รับแสงอีกด้วย ในการผลิตพืชที่เป็นพืชวันสั้น หากสภาพภูมิอากาศในขณะนั้นเกิดมีช่วงระยะเวลากลางวันยาวเกินช่วงแสงวิกฤติ จะมีผลต่อกระบวนการออกดอกของพืช

ในทางตรงข้ามกรณีของพืชวันยาว ถ้าชั่วโมงแสงที่ได้รับน้อยเกินไปก็จะมีผลต่อการออกดอกของพืชเช่นกัน

ดังนั้น การปลูกพืชที่ไวต่อช่วงแสง (พืชวันสั้นหรือพืชวันยาว) ต้องเลือกสถานที่และฤดูปลูกที่เหมาะสม หรือต้องปรับช่วงแสงให้มีความยาวพอเหมาะ เช่น การปลูกเบญจมาศ ซึ่งเป็นพืชวันสั้น และมีช่วงแสงวิกฤติ 13.5 ชั่วโมง ต้องเปิดไฟส่องสว่างในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เพื่อป้องกันการออกดอกเร็วเกินไป

นอกจากนี้ผลของช่วงระยะเวลาได้รับแสง ยังมีผลทางอ้อมที่เป็นอุปสรรคต่อการผลิตพืช เช่น มีผลต่อการพัฒนาการของวัชพืชบางชนิด เช่น

- 1) หล้าไขย่ง จะออกดอกได้เมื่อช่วงระยะเวลาได้รับแสงน้อยกว่า 13 ชั่วโมงเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 28 วัน
- 2) หล้าเหั่วหมุ ที่ช่วงระยะเวลาได้รับแสงสั้นประมาณ 10 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่องกัน จะช่วยเพิ่มปริมาณดอกสมบูรณ์ และลดปริมาณดอกที่เป็นหมันบนช่อดอก แต่ถ้าช่วงระยะเวลาได้รับแสงยาว ประมาณ 18 ชั่วโมง การออกดอกจะถูกยับยั้ง
- 3) เหั่ว การสร้างหัวจะถูกกระตุ้นด้วยช่วงระยะเวลาได้รับแสงสั้น แต่การสร้างหัวจะลดลงเมื่อได้รับช่วงระยะเวลาได้รับแสงยาว

ความเข้มแสง ยังมีผลต่อการสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ เช่น หล้าเหั่วหมุ ที่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง ความเข้มแสงสูงจะทำให้มีใบที่สั้นลง แต่จะผลิตหัวมากขึ้น เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการผลิตพืช

พืชแต่ละชนิดมีความต้องการช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน อาจต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมเพียงช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่แตกต่างกันอีกด้วย อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ต่อพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม มีความสัมพันธ์ต่อการทำงานของเอนไซม์ที่มีผลต่อปฏิกิริยาต่าง ๆ ในกระบวนการทางสรีรวิทยา การพัฒนาการของช่วงต่าง ๆ ในวงจรชีวิตพืช การเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ การแพร่กระจายของแก๊สและของเหลวภายในพืช การละลายของไอออน และแรงต้านทานการไหลของน้ำ

อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่าง ๆ ภายในพืช เช่น กระตุ้นให้เกิดการร่วงของใบ ทำลายการพักตัวของตา กำหนดเวลาการบานของดอก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ มีการลดปริมาณน้ำและเพิ่มความต้านทานการสูญเสียน้ำ หากอุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้กระบวนการหายใจของพืชสูงขึ้น พืชสูญเสียน้ำมากขึ้น และมีการใช้อาหารสะสมที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงในอัตราที่สูงกว่าที่พืชผลิตได้ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชลดลง

อุณหภูมิต่ำมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืชลดลง มีผลต่อการระงับการพักตัวของเมล็ด เมล็ดพืชบางชนิดมีความต้องการอุณหภูมิต่ำในการงอก แต่หากอุณหภูมิต่ำเกินไปจะมีผลให้การเติบโตของพืชหลายชนิดชะงัก เนื่องจากทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง ทำให้ผลผลิตลดลง พืชอ่อนแอและ ฤดูหนาว ต้นพืชจะหยุดการเจริญเติบโตทั้งใบหมดทั้งต้น ถ้าหากอุณหภูมิต่ำมาก ๆ อย่างผิดปกติ อาจทำให้พืชตายได้ ดังนั้นสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงควรเป็นช่วงอุณหภูมิที่ทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงมากกว่ากระบวนการหายใจ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนกับการผลิตพืช

ฝนเป็นแหล่งกำเนิดของน้ำในดิน แม่น้ำ ลำคลอง ฯลฯ มีความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการผลิตพืช ในทางตรง น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญภายในเซลล์ ปริมาณน้ำที่พอเหมาะจะช่วยให้เกิดความสมดุลของกระบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ของพืช ทำให้ต้นพืชมีกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจที่สมบูรณ์ ต้นพืชเจริญเติบโตดี

น้ำเป็นตัวกลางที่สำคัญในการชักนำความร้อนให้กระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ช่วยป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากระดับอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อโปรโตพลาสซึมในเซลล์พืช น้ำจึงมีส่วนช่วยให้พืชสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศได้อย่างปลอดภัย

นอกจากนี้อัตราการระเหยของน้ำออกจากใบมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วย หากสภาพอากาศร้อนการระเหยของน้ำจะเร็ว แต่หากความชื้นสัมพัทธ์สูงการคายน้ำจากใบจะช้า ทำให้การสูญเสียน้ำช้าลง เป็นต้น

พืชแต่ละชนิดมีความทนทานต่อการขาดน้ำได้แตกต่างกัน น้ำหรือความชื้นในดินที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไป ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดโทษทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อพืชได้ ดังนี้

3.1 ผลกระทบเมื่อน้ำน้อย

1) ทำให้พื้นดินขาดความชุ่มชื้น ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในดินมีมากกว่าความเข้มข้นภายในเซลล์รากพืช น้ำจากเซลล์รากจะถูกดึงดูดออก จนทำให้โปรโตพลาสซึมในเซลล์ยุบตัวลง เป็นอันตรายต่อพืช

2) หากน้ำน้อยเกินไปจนก่อให้เกิดภาวะแห้งแล้ง จะมีผลต่อการพัฒนาของระบบรากพืช กิ่งก้าน การผสมเกสร การให้ปุ๋ย การติดดอก ออกผล ทำให้ปริมาณน้ำในเซลล์พืชลดลงจนมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช มีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนหลายชนิด ระบบรากแขนงที่ส่วนใหญ่อยู่ที่ผิวดินชั้นบน เมื่อพบกับสภาวะขาดน้ำจะมีการเจริญลดลง ทำให้พืชดูดซับธาตุอาหารได้น้อยลง การขาดน้ำยังมีผลโดยตรงต่อการปรับตัวของระบบรากแก้วพืช การเจริญของรากแก้วจะชอนไชไปในดินชั้นล่างลึกขึ้นเพื่อหาน้ำเพื่อรักษาความสมดุล

3) ถ้าขาดน้ำมากจนถึงขั้นภัยแล้ง พืชผลจะเสียหาย ตาย หรือเกิดผลทางอ้อมเกิดไฟป่าตามมา

3.3 ผลกระทบเมื่อน้ำมาก

1) ถ้าหากผืนดินมีน้ำมากเกินไป ฝนตกมากเกินไป จนเกิดสภาพท่วมขังเพราะไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน จะทำให้ช่องว่างในดินถูกแทนที่ด้วยน้ำ ดินจึงขาดออกซิเจน เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการหายใจของรากพืช หากสภาพเช่นนี้นี้กินระยะเวลานานเกินไป จะทำให้มีการสะสมของสารที่เป็นพิษต่อรากพืช รากพืชจะตายไปในที่สุด

2) อาจทำให้เกิดโรคและศัตรูพืชตามมา

3) สภาพน้ำขังยังมีผลต่อการกระจายของระบบรากพืชด้วย เช่น ในพืชตระกูลถั่วพบว่าสภาพน้ำขังมีผลทำให้การเกิดปมรากถั่วลดจำนวนลงมาก และทำให้ดินขาด O_2 ส่งผลกระทบต่อกระบวนการตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศโดยจุลินทรีย์ดินไรโซเบียมในปมรากถั่ว

4) นอกจากนี้ยังพบว่ากรณีที่พืชได้รับน้ำในช่วงที่ไม่เหมาะสมก็ก่อให้เกิดผลเสียต่อพืชหลายชนิด เช่น ทำให้ดอก ผลร่วง

5) จำนวนวันฝนตกที่มากเกินไปไม่เป็นผลดีต่อการเกษตรกรรม เช่น ทำให้มีจำนวนวันกรีดยางน้อยลง ได้รับผลผลิตเฉลี่ยทั้งปีน้อยลง

6) ความยาวนานของฝนที่ตกแต่ละครั้งก็มีผลทำให้การเกษตรกรรมบางอย่างไม่สามารถดำเนินการได้ เช่น การพ่นสารเคมี การให้ปุ๋ย หรือถ้าฝนตกหลังการเกษตรกรรมดังกล่าว อาจทำให้สารเคมีหรือปุ๋ยสูญเสียไปได้ง่าย

7) ฝนที่ตกผิดฤดูกาลปกติยังมีผลทำให้เกิดการระบาดของโรคพืชบางชนิดได้อีกด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่าฝนตกผิดฤดูกาล มีผลต่อกระบวนการผลัดใบ เช่น ในกรณีของยางพารา ฝนตกช่วงก่อนการผลัดใบปกติ จะมีผลทำให้ยางผลัดใบช้าลง หรือทยอยผลัดใบ ฤดูกาลเลื่อนผิดปกติไป

ดังนั้นน้ำฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จึงควรมีพอเหมาะ ตรงต่อความต้องการทั้งเวลาและปริมาณ ในทางกลับกัน หากมีปริมาณน้ำในการปลูกพืช มากเพียงพอ จะมีผลทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น ระบบนิเวศที่ดีกลับคืนมา ความชุ่มชื้นกลับคืนมา บรรยากาศมีความชื้นสูง จะทำให้มีปริมาณฝนเพิ่มมากขึ้น

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับการผลิตพืช

ความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นกับปริมาณฝน มีความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการผลิตพืชเช่นกัน พืชโดยทั่วไปต้องการความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณร้อยละ 40-80 ความสัมพันธ์ในทางตรงคือ ความชื้นสัมพัทธ์สูงมีผลทำให้การแตกหน่อแตกใบของพืชดี

แต่หากความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไปจะมีผลทางอ้อมในการขัดขวางความชื้นและปริมาณแสงแดด ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง ทำให้กระบวนการผลิตอาหารและพลังงานของพืชลดลงไปด้วย ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชลดลง พืชไม่แข็งแรงสมบูรณ์ การระเหยน้ำจากใบเป็นไปได้ยาก ทำให้พืชอยู่ในสภาวะที่อ่อนแอต่อการระบาดของโรคและศัตรูพืช ประกอบกับเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงจะมีผลทำให้การระเหยของน้ำจากดินน้อย จึงทำให้ความชื้นในดินสูง พืชเกิดโรคได้ง่ายขึ้น

ในทางตรงกันข้ามหากมีสภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไป ในขณะที่อุณหภูมิสูงและความเข้มแสงสูง จะทำให้กระบวนการระเหยของน้ำจากใบพืชและดินสูง เพื่อลดการสูญเสียน้ำ พืชจะปรับตัวโดยรูปากใบจะปิดตัวลง ซึ่งส่งผลทางอ้อม ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงลดลงหรือหยุดลงไปด้วย ทำให้แก๊ส CO_2 ในบรรยากาศถูกนำไปใช้น้อยลงหรือไม่มีการใช้เลย O_2 ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงจึงลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ O_2 เพื่อกระบวนการหายใจยังคงมีอยู่ หรืออาจต้องการ O_2 มากขึ้นด้วยซ้ำ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศทำให้มีกระบวนการหายใจมากขึ้น เป็นต้น

อย่างไรก็ตามในการปลูกพืช ก็มีส่วนทำให้สภาพความชุ่มชื้นกลับคืนมาได้ในทางกลับกัน

5. ความสัมพันธ์ระหว่างลมกับการผลิตพืช

ลมมีความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช การเคลื่อนที่ของลมที่พอดีช่วยในการถ่ายเทอากาศ พืชสังเคราะห์แสงได้ดี และเจริญเติบโตได้ดี

ลมที่พัดแรงและเร็วมีผลเสีย ทำให้เกิดกระบวนการระเหยและคายน้ำของพืช ของพื้นดิน และของบรรยากาศมีอัตราที่สูงขึ้น รวดเร็วขึ้น ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง ผลทางอ้อมทำให้มีการเคลื่อนย้ายของแมลงศัตรูพืชให้ระบาดไปได้เร็วและไกลขึ้น ทำให้พืชถูกทำลายมากขึ้น หากลมพัดแรงเกินไปมีผลโดยตรงต่อพืช ทำให้พืชเสียหาย เช่น กิ่งหัก กิ่งฉีกได้ง่าย แต่ถ้าความรุนแรงของลมสูงจนถึงขั้นพายุ ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ อาจทำให้พืชโคนล้มตายไป

ลมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เช่น ลมเย็นที่พัดมาจากเขตหนาวมีผลทางอ้อมต่อพืช ทำให้อุณหภูมิของพื้นที่ลดลง อาจทำให้เกิดภาวะน้ำค้างแข็ง ลมที่พัดผ่านเขตร้อนจะทำให้อุณหภูมิของพื้นที่สูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้การเจริญเติบโตชะงักตัวอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ผิดปกติไป ทำให้ความเสียหายต่อพืชได้เช่นกัน

ทิศทางของลมก็ยังเป็นอุปสรรคต่อการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้อีกด้วย ในทางตรงกันข้าม การปลูกพืช และความหลากหลายของพืชพรรณก็มีผลต่อการลดความรุนแรงของลม ลดความสูญเสียหน้าดินอันเนื่องมาจากลมได้อีกด้วย

6. ความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับการผลิตพืช

การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในรอบปีมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการของพืช พืชมีกลไกในการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในธรรมชาติแตกต่างกันไป สรีรวิทยาของพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตามฤดูกาลต่าง ๆ อย่างเป็นวัฏจักร ซึ่งสามารถยกตัวอย่างให้เห็นชัดได้ เช่น

ฤดูหนาว พืชจะหยุดการเจริญเติบโต เริ่มทิ้งใบจนหมดทั้งต้น เพื่อให้มีชีวิตรอดจากความหนาวเย็นในฤดูหนาว จำนวนชั่วโมงความหนาวเย็นที่ตาดอกและตาใบได้รับอย่างต่อเนื่องมีความสัมพันธ์ต่อปฏิกิริยาภายในเซลล์พืช และทำให้เกิดสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโต ถ้าหากอากาศอบอุ่นเกิดขึ้นเร็วเกินไป พืชอาจพ้นการพักตัวไม่สมบูรณ์ สภาพเช่นนี้เกิดได้บ่อยในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิกลางวันและกลางวันร้อน หมอกในฤดูหนาวอาจมีส่วนช่วยป้องกันรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้บ้าง ทำให้ลดความร้อนจากแสงที่ส่องมาถึงตาให้น้อยลง เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำ พืชจะยังคงมีการพักตัวต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งอุณหภูมิสูงขึ้นต่อเนื่อง จึงจะมีการแตกตาผลิดอกและใบใหม่

ฤดูร้อน ส่วนของกิ่งและใบมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจะช้าลง ในช่วงเวลานี้ผลผลิตของพืชบางชนิดจะเริ่มสุกและพร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ การเจริญของกิ่งก้านมีอย่างต่อเนื่องและเกิดการสร้างตาดอกขึ้นในไม้ผลหลายชนิด โดยเฉพาะตาที่เกิดบริเวณโคนกิ่ง อย่างไรก็ตามตาดอกที่เกิดขึ้นจะยังไม่สามารถบานได้เนื่องจากยังอยู่ในช่วงพักตัว

ฤดูฝน ช่วงนี้โดยทั่วไป ตาใบและตาดอกที่ผ่านการพักตัวอย่างสมบูรณ์จะเริ่มมีการเจริญอย่างรวดเร็ว เป็นช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชอย่างรวดเร็วต่อเนื่อง พืชบางชนิดจะมีการบานของดอกก่อนการเจริญของตาใบ ผลอ่อนจะเริ่มติดผลภายหลังดอกบาน แต่เป็นระยะที่พืชค่อนข้างอ่อนแอ หากสภาพอากาศแปรปรวนจะทำให้ใบที่ผลิใหม่ กิ่งอ่อน ได้รับอันตรายจากโรคศัตรูพืชได้ง่าย

บทที่ 4

การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ และแนวทางการจัดการผลิตพืช

ภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการเกษตรโดยตรง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสภาวะโลกร้อน ในระยะยาวอย่างรุนแรงมาก ๆ จะส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมในทางลบ ต่อผลผลิตพืช หลายด้าน เช่น

1. ผลกระทบต่อการผลิตพืช

1.1 ผลกระทบโดยตรง ต่อผลผลิต

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสภาวะโลกร้อน ที่ทำให้ฝนตกหนักเกินไป จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน เกิดน้ำท่วมขัง ทำให้พื้นที่ทำการเกษตรเสียหาย ทำให้เกิดโรคศัตรูพืชและสัตว์ตามมา หรือการที่ฝนทิ้งช่วงนานกว่าปกติก็จะทำให้เกิดภาวะภัยแล้ง พืชผลเสียหายเช่นกัน ทำให้ผลิตพืชอาหารได้น้อยลง

การเกษตรที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการชลประทาน เป็นบริเวณที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด อย่างไรก็ตาม หากภาวะแห้งแล้งเกิดต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน และขาดการวางแผนเตรียมการที่ดีพอ แหล่งน้ำสำหรับการชลประทานอาจจะได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน

1.2 ผลกระทบโดยทางอ้อม ต่อการผลิตพืช

1.2.1 ผลต่อการระบาดของโรคและศัตรูพืช ปัญหาด้านโรคและศัตรูพืช เช่น เพลี้ย ศัตรูพืชชอบสภาพแห้งแล้ง แต่ตักแตนแพร่ระบาดมากในสภาพอากาศชื้น การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่รุนแรงมาก ๆ อาจเป็นผลดีในการจำกัดความรุนแรงของการระบาดของโรคและศัตรูพืชในอนาคตได้ โดยธรรมชาติ แมลงศัตรูพืช เชื้อรา แบคทีเรีย และพาหะของโรคพืช ต่างเจริญเติบโตได้ดีภายใต้ขีดจำกัดทางนิเวศวิทยาที่แน่นอน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่รุนแรง อาจมีผลมีผลเป็นได้ทั้งทางบวกและลบ โดยอาจมีผลต่ออัตราการเพิ่มปริมาณของศัตรูพืชมากขึ้นและรวดเร็วขึ้น ศัตรูพืชชนิดหนึ่งอาจถูกกำจัดไป แต่อาจได้ศัตรูพืชชนิดใหม่ที่ชอบสภาพใหม่เข้ามาแทนที่ จึงเป็นไปได้ว่า โอกาสที่ในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนจะมีการแพร่กระจายของโรคและศัตรูพืชกว้างขวางขึ้น ทำให้ผลผลิตของพืชผลลดลง นอกจากนี้ จากการศึกษายังพบว่ากระบวนการสังเคราะห์

แสงที่ลดลง อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ทำให้คุณภาพของอาหารจากใบไม้ต่ำลง มีผลต่อการลดการแพร่ระบาดของศัตรูพืชได้ แต่ถึงแม้แมลงศัตรูพืชถูกจำกัดจำนวนลง ในทางตรงกันข้าม พืชอาจถูกทำลายในปริมาณที่มากขึ้น เนื่องจากแมลงต้องกินใบพืชมากขึ้น เพื่อชดเชยคุณภาพอาหารที่ต่ำลงเพื่อการอยู่รอดนั่นเอง

1.2.2 ผลกระทบต่อพาหะนำโรคศัตรูพืช อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะเป็นตัวเร่งกระบวนการเจริญเติบโตของพาหะนำโรคพืช การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำ-สูงกว่าปกติ จะเป็นตัวจำกัดการกระจายของพาหะนำโรค ความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้สิ่งมีชีวิตที่เป็นพาหะนำโรคเจริญเติบโตได้ดี หากความชื้นต่ำ พาหะนำโรคบางชนิด ต้องการอาหารบ่อยมากขึ้น เพื่อชดเชยการสูญเสียน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งของแมลง ช่วงเวลาในการวางไข่ และเป็นตัวอ่อน ของแมลงบางชนิด จะเกิดขึ้นในน้ำ แมลงหลายชนิดสามารถเพาะพันธุ์ได้ในแหล่งน้ำตามที่อยู่อาศัยของมนุษย์ ในฤดูฝน อย่างไรก็ตาม ฝนที่ตกรุนแรงมาก ๆ อาจเป็นตัวการ ทำให้ไข่ของพาหะนำโรคและเชื้อโรคเองถูกกวาดล้าง หรือถูกทำลายได้ นอกจากนี้ ทิศทางและความเร็วของลม ยังเป็นตัวช่วยให้แมลงที่บินได้สามารถแพร่กระจายไปได้ไกลยิ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ยังอาจทำให้พาหะนำโรคชนิดหนึ่งถูกแทนที่ โดยพาหะนำโรคอีกชนิดหนึ่ง ที่มีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงได้ เพราะความสามารถอยู่รอดได้ของพาหะนำโรคแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน การแพร่กระจายของโรค จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของพาหะนำโรคชนิดใหม่ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่ามาตรการบรรเทาความเสียหายทางเกษตรบางอย่าง อาจเป็นการส่งเสริมเพิ่มศัตรูพืช เช่น การชลประทาน ที่สนับสนุนน้ำเพื่อการผลิตพืช ในขณะเดียวกันกลับเป็นการเพิ่มแหล่งเพาะพันธุ์หอยทาก ศัตรูพืชให้มากขึ้น ในแปลงผลิตพืชด้วย

2. แนวทางการจัดการการผลิตพืชและสภาพภูมิอากาศ

การจัดการการผลิตพืชมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การผลิตพืชได้ผลผลิตสูง ต้นทุนต่ำ โดยการจัดการที่เกี่ยวกับภูมิอากาศมีทั้งจัดการพืชให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ หรือในทางตรงกันข้าม มีการปรับสภาพภูมิอากาศให้เหมาะสมกับพืช โดยมีแนวทางดังนี้

2.1 การจัดการพืชให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ

การจัดการพืชให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ อาจดำเนินการ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหาข้อมูล

- 2.1.1.1 ทำการศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่ปลูกก่อน เช่น ข้อมูลภูมิอากาศของพื้นที่ ข้อมูลการระบาดของโรค พืชเดิมที่เคยปลูก ตลอดจนผลผลิตที่เคยได้รับ ฯลฯ เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการพิจารณาในเบื้องต้น
- 2.1.1.2 ติดตามข่าวพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อทราบลักษณะภูมิอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอีกไม่กี่วันข้างหน้า ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงภัยเตรียมการป้องกันล่วงหน้าได้ก่อน
- 2.1.1.3 เก็บรวบรวมหรือศึกษาหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของท้องถิ่น เพื่อการวางแผนกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูร้อน เป็นการป้องกันการขาดแคลนน้ำได้ล่วงหน้า ตลอดจนเตรียมการขุดลอกคูคลองระบายน้ำ เพื่อเตรียมแผนป้องกันหากเกิดฝนตกมากเกินไป จะสามารถระบายน้ำออกได้ทัน
- 2.1.1.4 ศึกษาหาความรู้ ความเข้าใจถึงความต้องการทางธรรมชาติของพืชที่จะเลือกปลูก เพื่อให้การตัดสินใจถูกต้อง ได้พืชที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นมากที่สุด

2.1.2 วางแผนการผลิต

- 2.1.2.1 กำหนดปฏิทินการปลูกพืชให้เหมาะสมตามชนิดพืช โดยต้องคำนึงว่า พืชจะได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมตลอดฤดูปลูก จนถึงการเก็บเกี่ยวได้จังหวะพอดี เพื่อให้ได้ผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพดีสูงสุด
- 2.1.2.2 เลือกใช้พันธุ์ที่มีทรงพุ่มที่ทำให้พืชมีพื้นที่ใบรับแสงสูง เช่น ทรงพุ่มรูปกรวย หรือการเรียงตัวของใบ เช่น พันธุ์ที่มีใบแคบ เรียว และตั้งชัน ที่ทำให้แสงส่องผ่านในทรงพุ่มได้มากขึ้น เป็นต้น
- 2.1.2.3 ใช้พันธุ์พืชที่ต้านทานการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช
- 2.1.2.4 การปลูกพืช บริเวณที่ลมแรงควรเลือกพืชชนิดที่ต้านทานลม หรือใช้สายพันธุ์ที่มีทรงพุ่มโปร่ง ลำต้นและกิ่งเหนียวต้านทานลม หรือใช้เทคนิคด้านเขตกรรมช่วย เช่น การตัดแต่งกิ่ง การสร้างทรงพุ่ม ทิศทางการปลูกพืช หรือทำแนวกันลมด้วยพืชต้นสูง เช่น สน หรือปลูกด้วยพันธุ์ที่มีลักษณะทรงพุ่มต้านทานลมเป็นแนวป้องกัน เป็นต้น

- 2.1.2.5 เลือกปลูกพืชที่มีอายุสั้น ใช้น้ำน้อย ทนแล้ง และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วในช่วงฤดูแล้ง เพราะจะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหายเพราะการขาดน้ำได้

2.1.3 การจัดการ

- 2.1.3.1 ในกรณีของพืชไร่ เพิ่มจำนวนต้นปลูกให้มากที่สุดให้เต็มศักยภาพของแต่ละพันธุ์ เพื่อเพิ่มพื้นที่รับแสงต่อไร่ให้ได้มากที่สุด เพื่อผลผลิตต่อไร่สูงสุด
- 2.1.3.2 ในกรณีไม้ยืนต้น หรือไม้พุ่ม ลดระยะห่างระหว่างต้นหรือระหว่างแถวลง เพื่อเพิ่มจำนวนต้น เพิ่มพื้นที่รับแสงต่อไร่ของพืช ความเหมาะสมของจำนวนต้นต่อไร่ของพืชแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ในการพิจารณาลดระยะห่าง จึงควรเป็นระยะพอเหมาะพอดีที่ไม่ทำให้พืชเกิดการแข่งขันแย่งชิงแสงและธาตุอาหารกันจนมีผลกระทบต่อผลผลิตโดยรวม
- 2.1.3.3 ทำการเขตกรรมที่เร่งให้พืชมีการเจริญเติบโตหรือสร้างพื้นที่ใบได้เร็วที่สุด เช่น เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และให้น้ำตามที่พืชต้องการ ป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช ฯลฯ
- 2.1.3.4 จัดระบบการปลูกพืช ทั้งการปลูกพืชร่วม พืชแซมหลายๆ ชนิดพร้อมกัน เช่น ปลูกยางแซมด้วยถั่วหรือสับปะรดระหว่างแถว ฯลฯ หรือการปลูกพืชหมุนเวียนที่ละชนิดอย่างเหมาะสม เช่น ปลูกข้าวโพดแล้วตามด้วยถั่วเหลือง ฯลฯ ก็จะทำให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีการใช้พลังงานแสงให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าสูงสุด
- 2.1.3.5 จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำร่วมกับการเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดิน เช่น การปลูกพืชคลุมดิน ตระกูลถั่ว เพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้นให้แก่ดิน เพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดินให้ดีขึ้น หรือการปลูกหญ้าแฝก เพื่อป้องกันการชะล้างหน้าดินและการพังทลายของดิน เป็นต้น

2.2 การปรับสภาพภูมิอากาศให้เหมาะสมต่อการผลิตพืช

ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้พื้นที่ที่มีอยู่แล้ว หรือ ต้องการปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ หรือ เพื่อเพาะกล้าพันธุ์พืชหายาก หรือ พืชที่มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ยากและมีราคาสูง ฯลฯ แต่สภาพภูมิอากาศไม่อำนวย เราสามารถใช้เทคโนโลยีเข้าช่วย ในการปรับสภาพภูมิอากาศให้เหมาะสม กับการความต้องการ (Climate Requirements) ของพืชนั้น ๆ เช่น การปลูกพืชในโรงเรือน (Greenhouse) ที่สามารถควบคุมภูมิอากาศ หรือเลียนแบบภูมิอากาศ ให้ใกล้เคียงกับที่พืชต้องการได้ เช่น ลดหรือเพิ่มอุณหภูมิ ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ลดหรือเพิ่มความเข้มและช่วงแสงแดด ป้องกันฝน ป้องกันลม ป้องกันแมลงศัตรูพืช หรือสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชได้ เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโรงเรือน (Greenhouse) เป็นหลายระบบ ดังนี้

2.2.1 โรงเรือนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ได้แก่

2.2.1.1 ระบบลดอุณหภูมิและความชื้นขึ้นโดยแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative Cooling System) ระบบนี้สามารถลดอุณหภูมิในโรงเรือนและควบคุมความชื้นด้วยพัดลมดูดอากาศจากภายในโรงเรือนออกอีกด้านของโรงเรือน ทำให้อากาศที่ถ่ายเทเข้ามาแทนที่พัดผ่านแผ่นระเหยน้ำ (Cooling pad) จึงนำความเย็นและความชื้นเข้าสู่โรงเรือน

2.2.1.2 ระบบลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นโดยการพ่นหมอก (Fog cooling and humidity system) ระบบนี้ใช้ปั๊มแรงดันสูงพ่นละอองน้ำขนาดเล็ก เพื่อลดอุณหภูมิ และเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนโดยตรง

2.2.2 โรงเรือนที่สามารถควบคุมการให้น้ำ ได้แก่

2.2.2.1 ระบบการให้น้ำขึ้นโต๊ะ (Eddy and flood system) สามารถให้ปุ๋ยไปกับระบบการให้น้ำในขณะเดียวกัน

2.2.2.2 ระบบมินิสปริงเกอร์ (Mini sprinkler system) ใช้สำหรับล้างใบพืชหลังฉีดพ่นสารเคมีได้ด้วย

2.2.2.3 ระบบหัวน้ำหยด (Dripper System) ให้น้ำแบบหยดและสามารถให้ปุ๋ยไปพร้อมกัน

2.2.3 โรงเรือนที่สามารถควบคุมแสง เป็นระบบโรงเรือนที่ช่วยในการผลิต พืชวันสั้น (Short day plant) หรือพืชวันยาว (Long day plant) ได้แก่

2.2.3.1 ระบบตาข่ายพรางแสง (Automatic shading system) ด้วยผ้าตาข่ายพรางแสงสามารถเปิดและปิด เพื่อควบคุมแสงตามปริมาณและช่วงเวลาที่พืชต้องการได้

2.2.3.2 ระบบเพิ่มแสงเพื่อการเจริญเติบโต (Lighting system) ระบบแสงเลียนแบบแสงแดด เพื่อช่วยเพิ่มช่วงการได้รับแสงตามที่พืชต้องการ ซึ่งระบบนี้สามารถเพิ่มกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชได้

2.2.4 โรงเรือนที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ได้แก่

2.2.4.1 ระบบควบคุมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ control system) เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

2.2.4.2 ระบบตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ (Meteorological system) เป็นระบบที่มีเครื่องตรวจวัดหาปริมาณความเข้มแสง ความเร็วลม ทิศทางลม ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อนำไปปรับสภาพภูมิอากาศให้เหมาะสมตามความต้องการของพืชได้

2.2.4.3 ระบบควบคุมการทำงานโดยคอมพิวเตอร์ (Computer control system) ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบปรับสภาพภูมิอากาศต่างๆ ภายในโรงเรือนตามโปรแกรมที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า



บทที่ 5

ระเบียบวิธีวิจัย

อุปกรณ์และข้อมูลที่ใช้

- 1) อุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว ... ไม่มี
 - 2) อุปกรณ์ที่ต้องจัดหาเพิ่ม ...
 - 2.1) วัสดุ อลูมิเนียม ตาข่าย ล้อ เพื่อสร้างโรงเรือน ที่สามารถรองรับติดตั้ง
 - 2.1.1) ระบบลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นโดยการพ่นหมอก (Fog cooling and humidity system)
 - 2.1.2) ระบบการให้น้ำขึ้นได้ (Eddy and flood system)
 - 2.1.3) ระบบเพิ่มแสงเพื่อการเจริญเติบโต (Lighting system)
 - 2.1.4) ระบบควบคุมการทำงานโดยคอมพิวเตอร์ (Computer control system)
 - 2.2) อุปกรณ์ระบบควบคุม
 - 2.2.1) ตู้ Control ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมระบบ
 - 2.2.2) งานสายไฟ และ สายสัญญาณ
 - 2.2.3) Switching Power Supply 12v 6A
 - 2.2.4) Switching Power Supply 5v 6A
 - 2.2.5) บอร์ด HandySense PRO MAX (v2)
 - 2.2.6) สาย Micro USB
 - 2.2.7) Pump แรงดันสูง
 - 2.2.8) Water Flow sensor
 - 2.2.9) โซลินอยด์วาล์ว 12v
 - 2.2.10) พัดลมระบายอากาศ 6 นิ้ว
 - 2.2.11) หลอดไฟปลูกต้นไม้ LAMPTAN 27w
 - 2.2.12) RS485 Soil Sensor
 - 2.2.13) Light intensity & temperature ,humidity SENSOR
 - 2.2.14) NETPIE2020 IOT Platform สำหรับ education
- ฯลฯ

สถานที่ทำการทดลอง

1. โรงเรือนผลิตพืช คณะวนวัฒนกรรมเกษตร วิทยาลัยนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต
2. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

วิธีการวิจัย

2. การวางแผนการทดลอง

การวิจัยนี้ไม่มีการวางแผนการทดลองทางสถิติ แต่การวิจัยจะประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบ วิจัย พัฒนาสร้างประกอบโรงเรือนต้นแบบย่อส่วน Mobile Mini Green Room

โดยรวม โรงเรือนระบบลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นโดยการพ่นหมอก (Fog cooling and humidity system) ระบบการให้น้ำขึ้นใต้ (Eddy and flood system) และ ระบบเพิ่มแสงเพื่อการเจริญเติบโต (Lighting system) ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เข้าไว้ด้วยกัน ด้วยโครงสร้างอลูมิเนียม ขนาดโรงเรือนประมาณ ยาว 1.2 เมตร กว้าง 0.9 เมตร พื้นโรงเรือนสูงจากพื้นดิน 1 เมตร ติดล้อ สามารถเคลื่อนย้ายได้ ปิดตาข่ายละเอียดทั้งโรงเรือน เพื่อป้องกันโรคแมลงศัตรูพืชได้ โรงเรือนสามารถถ่ายเทอากาศได้ด้วยพัดลมดูดอากาศ มีระบบน้ำ ระบบไฟ และรองรับการติดตั้งระบบควบคุมสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ น้ำ แสง ในโรงเรือน ที่สามารถควบคุมสั่งการอุปกรณ์ได้จากระยะไกล

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบ วิจัย พัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อม (Hardware) รวมถึงการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน (Software)

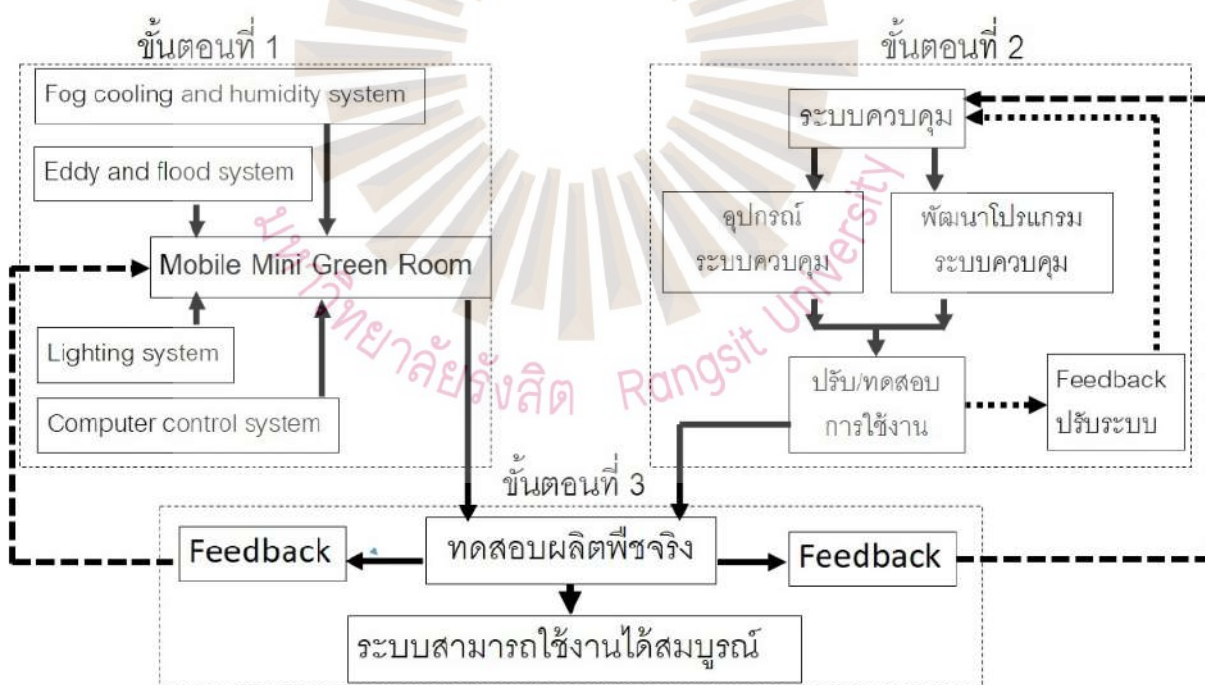
ซึ่งประกอบด้วย ส่วนควบคุมการประมวลผลหลักของโรงเรือนและการแสดงผลข้อมูล, ส่วนที่ใช้ในการอ่านค่าของ อุณหภูมิและความชื้นในอากาศภายในโรงเรือน, ส่วนของการอ่านค่าความชื้นในดิน และส่วนของการอ่านค่าความเข้มของแสงสว่างภายในโรงเรือน และการควบคุมและการแสดงผลระบบไกล มีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.1. ออกแบบระบบ (System Design) ได้แก่ ออกแบบอุปกรณ์ และตำแหน่งที่ติดตั้ง ออกแบบการทำงานของระบบจ่ายน้ำ ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Hardware ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ออกแบบหน้าเว็บเซิร์ฟเวอร์
- 1.2.2. พัฒนาระบบ (System Development) ได้แก่ พัฒนาเว็บเซิร์ฟเวอร์และเขียนโปรแกรมควบคุม Micro-controller แล้วประกอบอุปกรณ์และติดตั้ง
- 1.2.3. ทดสอบระบบ (System Testing) ได้แก่ ทดสอบการควบคุมความถูกต้องของการทำงาน ในส่วนของ Software และสุดท้ายทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง อุปกรณ์ Hardware และ Software

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการผลิตพืชจริง ภายใน Mobile Mini Green Room

โดยการวิจัยและพัฒนาโรงเรือนต้นแบบนี้ ขั้นตอนจะมีการ

- 1.3.1. ทดสอบ/ปรับ โรงเรือนและระบบการควบคุม (ตามภาพที่ 5.1)
- 1.3.2. ทดสอบปลูกพืชจริง จนการใช้งานได้สมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์



ภาพที่ 5.1 แนวคิดการวิจัย ที่แสดงการเชื่อมโยงขั้นตอนการดำเนินงาน

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากโครงการนี้ ยังไม่มีการวางแผนการทดลองทางสถิติ อยู่ในขั้นสร้างและทดสอบการใช้งาน โรงเรือนและระบบก่อน จึงไม่มีการวิเคราะห์ข้อมูล แต่จะทดสอบการใช้งานจริงดังนี้

2.1 ทดสอบการผลิตพืชใน Mobile Mini Green Room จริง เปรียบเทียบกับการปลูกใน โรงเรือนพรางแสงปกติ (โครงการนี้ จะยังไม่มีการวางแผนการวิจัยผลิตพืชเชิงสถิติ เนื่องจาก โครงการนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างโรงเรือนให้ใช้งานได้จริง เป็นลำดับแรกก่อน) ส่วนการใช้ โรงเรือนเพื่อการวิจัยพืช อาจจะเสนอทำโครงการวิจัยต่อเนื่อง ในโอกาสต่อไป ขอขอบคุณโครงการ นี้ก่อน

2.2 ทดสอบการใช้งาน ระบบควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือน ให้สามารถทำงานได้ หากมีข้อขัดข้อง จะมีการปรับแก้ไข ระบบจนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ตามที่ต้องการ

2.3 ทดสอบปลูกพืชจริงอีกครั้ง

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 การเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการเพิ่มของความยาวใบ (เฉลี่ย 4 ใบ/ต้น) ตลอดจน ทดลอง วัดความเจริญเติบโตของทุกต้นตลอดการทดลอง บันทึกระยะจำนวนวันของแต่ละต้นที่ ใช้ในการสร้างตุ่มดอก และจำนวนดอก วัดความสูงต้น และบันทึกความผิดปกติของต้น ฯลฯ

3.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ตลอดจนการทดลองปลูกพืช ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

- ภูมิอากาศนอกโรงเรือน ใช้ข้อมูลภูมิอากาศ จากสถานีตรวจอากาศดอนเมือง กรม อุตุนิยมวิทยา (สถานีตรวจอากาศมาตรฐานที่ใกล้งานทดลองที่สุด)
- ภูมิอากาศในโรงเรือน ใช้ข้อมูลที่บันทึกได้ด้วยอุปกรณ์ที่ออกแบบ

ขอบเขตของการวิจัย

1 วิจัยและพัฒนาโรงเรือนต้นแบบ

โรงเรือนต้นแบบย่อยส่วน Mobile Mini Green Room ที่ประกอบด้วย ระบบลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นโดยการพ่นหมอก (Fog cooling and humidity system) ระบบการให้น้ำขึ้นไต่ตะ (Eddy and flood system) และ ระบบเพิ่มแสงเพื่อการเจริญเติบโต (Lighting system) สามารถเคลื่อนย้ายได้

2 วิจัยและพัฒนาระบบควบคุม

ออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบการควบคุมการจ่ายน้ำ สภาพอากาศ ของโรงเรือน Mobile Mini Green Room จากระยะไกล โดยสามารถกำหนดช่วงเวลา และระยะเวลาทำงานของอุปกรณ์ให้ได้ตามที่กำหนด และสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบได้ผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ ขอบเขตของโครงการมีดังนี้

2.1 ผู้ใช้งานสามารถควบคุมระบบจ่ายน้ำระยะไกลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยระบบจ่ายน้ำแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

- 1) แบบ Auto ทำงานเมื่อผู้ใช้งานตั้งช่วงเวลาสำหรับจ่ายน้ำ เมื่อความชื้นในดินต่ำกว่าที่กำหนด ระบบจะทำการจ่ายน้ำตามเวลาที่หนดไว้
- 2) แบบ Manual ทำงานได้โดยการตั้งช่วงเวลาที่กำหนดระบบจะทำการจ่ายน้ำ

2.2 สามารถเก็บข้อมูล ได้แก่ วันเวลา อุณหภูมิอากาศ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน

- 1) สามารถดูสถานะ การทำงานของระบบปัจจุบัน
- 2) สามารถตรวจวัดสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นอากาศ และในดิน

2.3 สามารถอ่านค่าจากเซนเซอร์ในโรงเรือน และส่งคำสั่งควบคุมโซลินอยด์วาล์วสำหรับจ่ายน้ำผ่านทาง Internet

3 ทดสอบการใช้โรงเรือน

โครงการนี้ จะยังไม่มีแผนการวิจัยผลิตพืชเชิงสถิติ เนื่องจากโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโรงเรือนให้ใช้งานได้จริง เป็นลำดับแรกก่อน ส่วนการใช้โรงเรือนเพื่อการวิจัยพืช อาจจะเสนอทำโครงการวิจัยต่อเนื่อง ในโอกาสต่อไป ขอขอบคุณโครงการนี้ก่อน

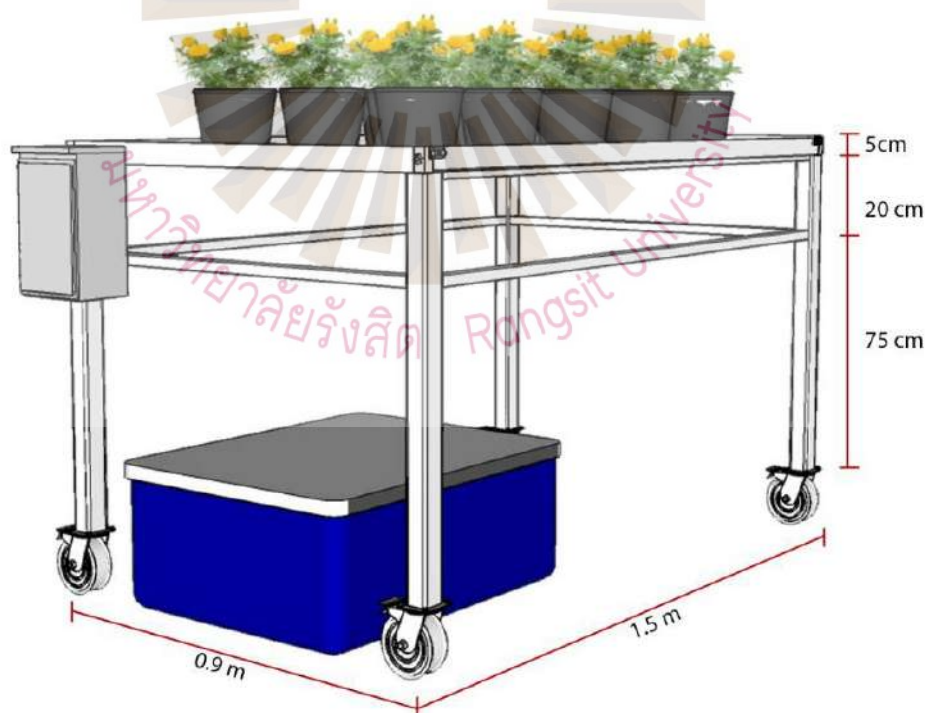
บทที่ 6

ผลการวิจัย

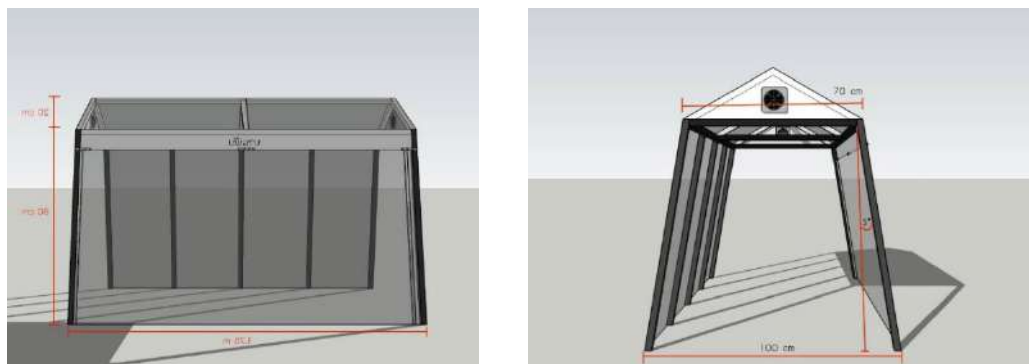
ผลการวิจัยตามระเบียบวิจัย สามารถรายงานแยกตามขั้นตอนการดำเนินงาน มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. ออกแบบ วิจัย พัฒนาสร้างประกอบโรงเรือน ได้ผลการดำเนินการ

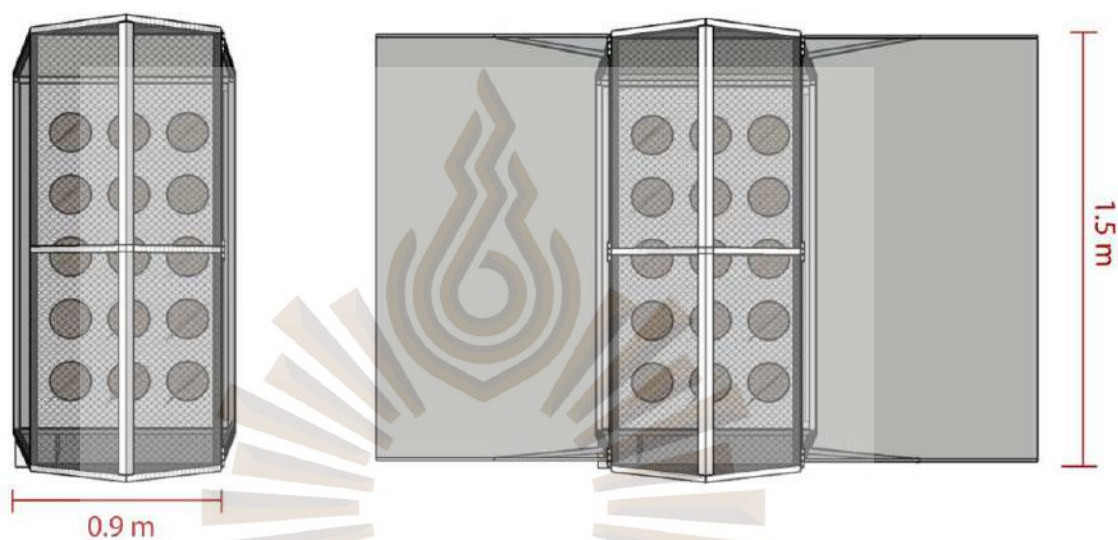
1.1 ได้แบบโรงเรือนต้นแบบย่อส่วน Mobile Mini Green Room ด้วยโครงสร้างอลูมิเนียม ขนาดโรงเรือนประมาณ ยาว 1.2 เมตร กว้าง 0.9 เมตร พื้นโรงเรือนสูงจากพื้นดิน 1 เมตร ติดล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้ ปิดตาข่ายละเอียดทั้งโรงเรือน เพื่อป้องกันโรคแมลงศัตรูพืชได้ โรงเรือนสามารถถ่ายเทอากาศได้ด้วยพัดลมดูดอากาศ มีระบบน้ำ ระบบไฟ และรองรับการติดตั้งระบบควบคุมสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ น้ำ แสง ในโรงเรือน ที่สามารถควบคุมสั่งการอุปกรณ์ได้จากระยะไกล ดังภาพ (ภาพที่ 6.1 - 6.4)



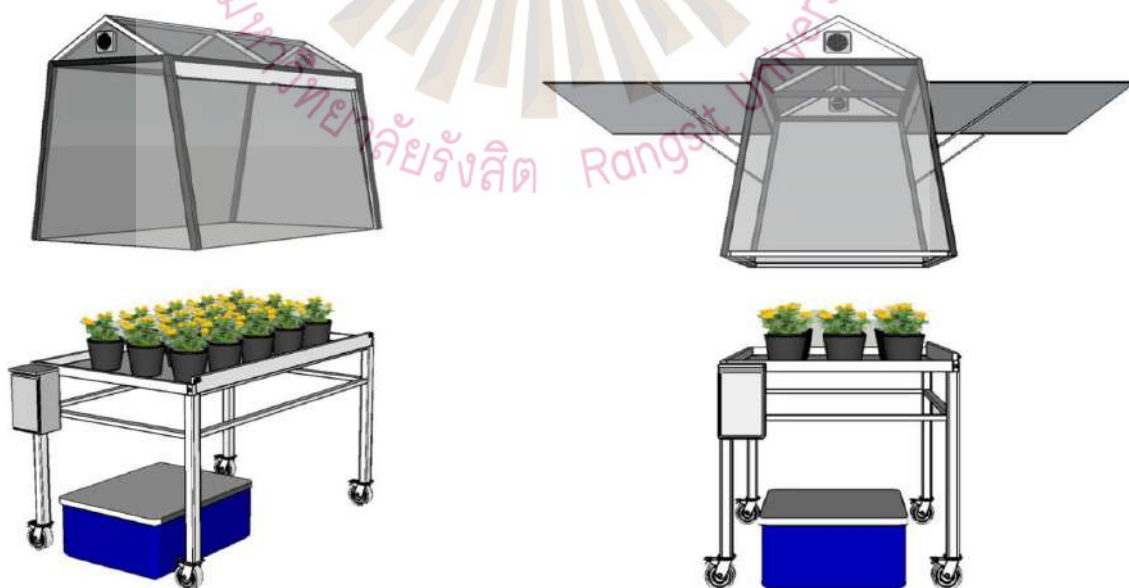
ภาพที่ 6.1 กระบะปลูกพืชแบบขึ้นโต๊ะ ติดล้อ สามารถเคลื่อนย้ายได้



ภาพที่ 6.2 ส่วนของตัวโรงเรือนติดมุ้งชนิดละเอียด พร้อมติดตั้งพัดลมดูดอากาศ



ภาพที่ 6.3 มุมมองของโรงเรือนจากด้านบน ทั้งโรงเรือนติดล้อ สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้



ภาพที่ 6.4 ตัวโรงเรือนสามารถถอดและประกอบครอบกระบะปลูก และมีผนังสองด้านสามารถเปิดปิดได้เพื่อ
การจัดการพืชและระบบต่าง ๆ ภายในโรงเรือน

1.2 ได้สร้างประกอบโรงเรือน Mobile Mini Green Room ตามต้นแบบ (ภาพที่ 6.5) เพื่อรองรับระบบลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์โดยการพ่นหมอก ระบบการให้น้ำหยดขึ้นโต๊ะ และ ระบบเพิ่มแสงเพื่อการเจริญเติบโต ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เรียบร้อยแล้ว ตามขั้นตอนที่ 1 เพื่อเตรียมการนำไปสู่ขั้นตอนที่ 2 งวดที่ 2 และ 3 ต่อไป



ภาพที่ 6.5 ภาพโรงเรือนจริง ที่สามารถถอดและประกอบครอบกระบะปลูก มีผนังสองด้านสามารถเปิดปิดได้ และ ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ

ขั้นตอนที่ 2. วิจัย พัฒนา ระบบชุดควบคุมการทำงานโดยคอมพิวเตอร์ (Computer control system) พัฒนาโปรแกรมชุดควบคุม ดังนี้

- ออกแบบระบบ (System Design) ได้แก่ ออกแบบอุปกรณ์ และตำแหน่งที่ติดตั้ง ออกแบบการทำงานของระบบจ่ายน้ำ ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Hardware ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ออกแบบหน้าเว็บเซิร์ฟเวอร์
- พัฒนาระบบ (System Development) ได้แก่ พัฒนาเว็บเซิร์ฟเวอร์และเขียนโปรแกรมควบคุม Micro-controller แล้วประกอบอุปกรณ์และติดตั้ง
- ทดสอบระบบ (System Testing) ได้แก่ ทดสอบการควบคุมความถูกต้องของการทำงานในส่วนของ Software และสุดท้ายทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง อุปกรณ์ Hardware และ Software

ได้ผลการดำเนินการ

2.1 ได้ผู้ควบคุม ระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงเรียน

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่นำชุดระบบควบคุมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นก่อนหน้านี้ นำมา ออกแบบเพิ่มเติมในส่วนของการควบคุมระบบไฟฟ้า รวมถึงการติดตั้งเพื่อนำไปใช้จริง ซึ่งแบ่งออกเป็นสามส่วนคือ 1) ชุดระบบควบคุมต้นแบบ 2) ส่วนการควบคุมระบบไฟฟ้า 3) ส่วนของการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

2.1.1 ส่วนชุดระบบควบคุมต้นแบบที่พัฒนาขึ้น ทำการทดสอบการทำงาน ร่วมกัน ของ Hardware และ Software รวมถึงการอ่านค่า sensor ก่อนทำการย้ายชุดระบบควบคุมต้นแบบ มาติดตั้งที่ผู้ควบคุม

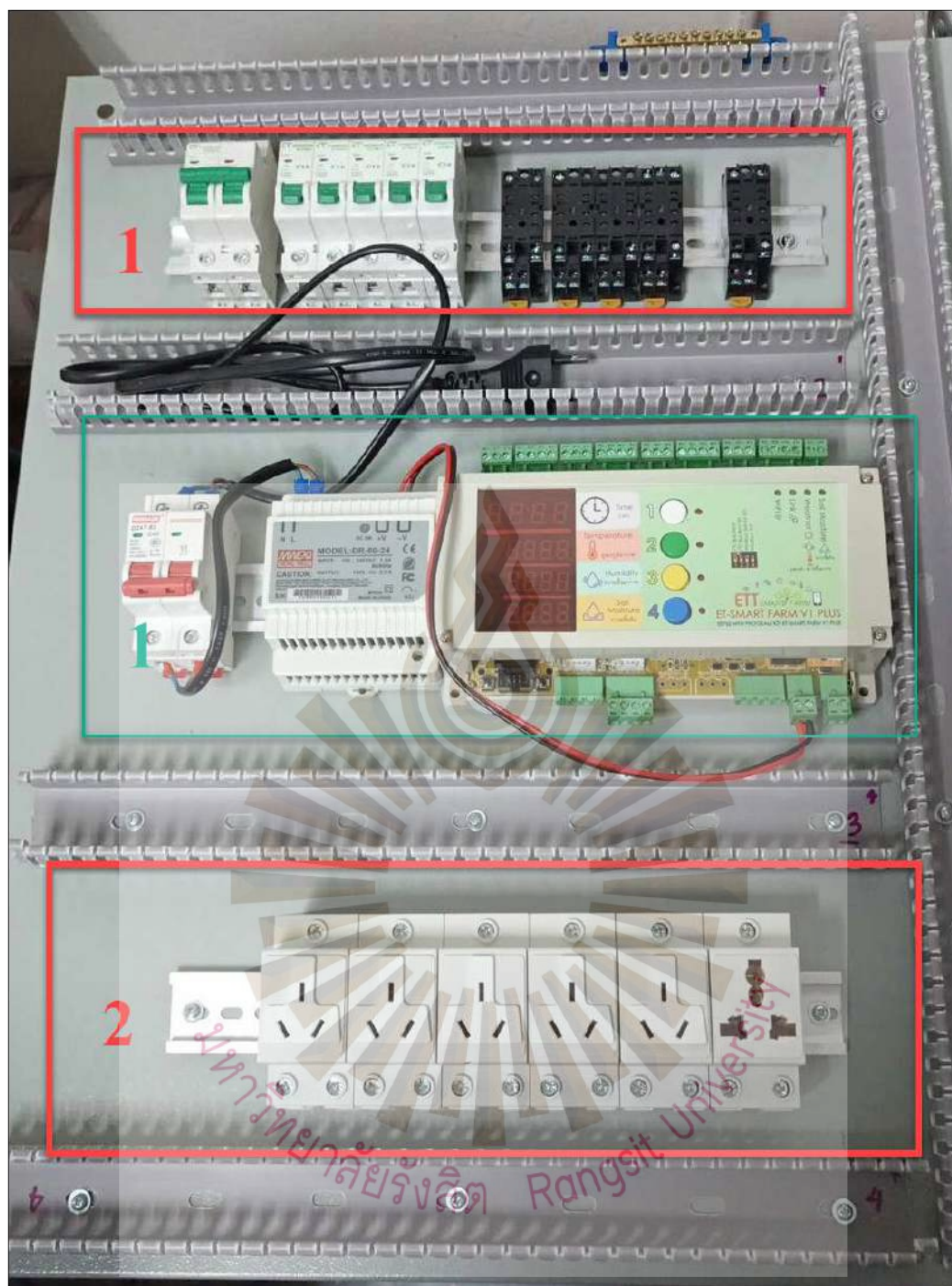
ชุดควบคุมต้นแบบ แสดงดัง ภาพที่ 6.6 ประกอบด้วย

- วงจรบอร์ดควบคุมโดยใช้ CPU ESP32-WROVER ที่มี WIFI ในตัวในการทำงาน
- Input Sensor รองรับการอ่านค่าข้อมูลจาก sensor อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นในอากาศ, วัดค่าความเข้มแสง รวมถึงการวัดค่าความชื้นในดิน
- ระบบไฟเลี้ยง Hardware และ Breaker ควบคุมไฟฟ้า



ภาพที่ 6.6 ระบบควบคุมต้นแบบสำหรับโรงเรือนเพาะเลี้ยงพืชขนาดเล็ก

2.1.2 ส่วนการควบคุมระบบไฟฟ้า เป็นส่วนของ ออกแบบเพื่อนำระบบไฟฟ้า 220v มาทำงานร่วมกับ ระบบควบคุมต้นแบบ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ การวางตำแหน่งของไฟฟ้าและระบบควบคุมต้นแบบ เพื่อติดตั้งใน ตู้ไฟสวิตช์บอร์ด แบบกันน้ำขนาด 57 x 69 x 25 ซม. แสดงดัง ภาพที่ 6.7



ภาพที่ 6.7 แสดงการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ ลงใน ตู้ไฟ สวิตช์บอร์ด

จากภาพที่ 6.7 ตำแหน่งกรอบสีแดงเป็นส่วนที่ใช้ควบคุม ไฟฟ้า 220 v เพื่อใช้ในการควบคุม ปลั๊กไฟ ภายในตู้ไฟ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

- ส่วนของกรอบสีแดง หมายเลข 1 ประกอบด้วย Breaker main ควบคุมไฟหลัก , Breaker ลูก ทั้งหมด 5 ตัวควบคุมการ จ่ายไฟให้กับ relay 5 ตัว เพื่อส่งกระแสไฟฟ้า มายัง ปลั๊กด้านล่าง

- ส่วนของกรอบสีเขียว หมายเลข 1 ประกอบด้วย Breaker main สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้กับ ระบบควบคุมต้นแบบ, ตัวแปลงไฟฟ้า จาก 220v เป็น 24 v เพื่อส่งไปเลี้ยง บอร์ดควบคุมหลัก
- ส่วนของกรอบสีแดง หมายเลข 2 ประกอบด้วย ปลั๊ก เพื่อจ่ายไฟให้อุปกรณ์ไฟฟ้า
- รางสีเทาสำหรับสายไฟ ในการเชื่อมต่อ

เมื่อทำการเดินสายไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อทุกส่วนเข้าด้วยกันและทำการทดสอบการควบคุม ปลั๊กไฟ จะแสดงดังภาพที่ 6.8



ภาพที่ 6.8 แสดงการทำงานของระบบต้นแบบเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับโรงเรียน เพาะเลี้ยงพืชขนาดเล็ก

การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จาก ภาพที่ 6.8 เริ่มจาก ไฟฟ้า 220v เข้า Breaker หลัก ด้านซ้ายมือเพื่อจ่ายไฟให้กับ Breaker ลูก 5 ตัว ซึ่งจะทำการจ่ายไฟให้กับปลั๊กที่อยู่ด้านล่าง 5 ปลั๊ก โดย การจ่ายไฟฟ้าให้ปลั๊กหมายเลข 1-4 จะถูก ควบคุมจาก relay ที่เชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุมหลัก (แสดงเป็นเส้น 4 สี) สำหรับปลั๊กหมายเลข 5 ไม่ได้ควบคุมด้วยบอร์ด ควบคุมหลักเป็นการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าผ่าน Breaker ลูกตัวที่ 5 ในงานวิจัยนี้ใช้ควบคุมอุปกรณ์เชื่อมต่อ Internet การควบคุมด้วยบอร์ดควบคุมหลักมีการทำงานเป็นดังนี้

- ปุ่มสีเขียวจะควบคุมตาม switch หมายเลข 1 เชื่อมต่อกับ ปลั๊กหมายเลข 1 ซึ่งควบคุม ระบบน้ำหยดให้กับพืช
- ปุ่มสีเขียวจะควบคุมตาม switch หมายเลข 2 เชื่อมต่อกับ ปลั๊กหมายเลข 2 ซึ่งควบคุม ระบบไฟให้แสงสว่างสำหรับพืช
- ปุ่มสีเหลืองจะควบคุมตาม switch หมายเลข 3 เชื่อมต่อกับ ปลั๊กหมายเลข 3 ซึ่งควบคุมระบบพัดลมระบายอากาศ
- ปุ่มสีฟ้า จะควบคุมตาม switch หมายเลข 4 เชื่อมต่อกับ ปลั๊กหมายเลข 4 ซึ่งควบคุม ระบบพัดลมระบายอากาศ

สำหรับการควบคุมทางไกล (remote) Handy Sense platform ของ NECTEC ผ่านทาง web แสดงดังภาพที่ 6.9 ซึ่งการควบคุมทางไกล ผู้ใช้งานสามารถ ควบคุมเปิด-ปิด switch ทั้ง 4 ตัวผ่าน Dashboard



ภาพที่ 6.9 Dashboard และส่วนที่ใช้ในการควบคุม switch 1-4

2.2 การเชื่อมต่อกับเครือข่าย Internet

เพื่ออำนวยความสะดวก สำหรับผู้วิจัยในการดูแล และควบคุม อุปกรณ์ภายในโรงเรียน เพื่อการควบคุมสภาพอากาศตามที่พืชต้องการ (Crop Requirements) จากระยะไกล โดยการใช้การเชื่อมต่อ ผ่านอุปกรณ์ TP-link wireless N 4G LTE Router แสดงดังภาพที่ 6.10 โดยใช้ sim 4G ซึ่งอำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อและส่งข้อมูลของระบบ ในทุกสถานที่ ๆ โรงเรียนตั้งอยู่



ภาพที่ 6.10 อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนด WIFI ssid และรหัส password บนตัวอุปกรณ์ TP-link wireless N 4G LTE Router เพื่อให้ปล่อยสัญญาณ WIFI ให้กับพื้นที่ใกล้เคียงโดยรอบ สำหรับการตั้งค่า WIFI ให้กับบอร์ดควบคุม สามารถทำได้โดยใช้สาย USB เชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุม แล้วทำการตั้งค่า WIFI ssid และรหัส password ให้ บอร์ดควบคุมสามารถเชื่อมกับ อุปกรณ์เครือข่าย ผู้ใช้งานสามารถควบคุม Dash Broad ผ่าน Handy Sense platform ได้สมบูรณ์

2.3 การติดตั้งระบบต้นแบบสำหรับโรงเรือนเพาะเลี้ยงพืชขนาดเล็กสมบูรณ์

สุดท้ายนำตัวควบคุม ติดตั้งกับโรงเรือน แสดงดังภาพที่ 6.11 - 6.12 และ นำไปใช้จริงกับการปลูกพืชในงานวิจัยครั้งนี้



ภาพที่ 6.11 ระบบต้นแบบสำหรับโรงเรือนเพาะเลี้ยงพืชขนาดเล็กที่สมบูรณ์

สรุปขั้นตอนนี้ สามารถพัฒนาและติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ สำหรับโรงเรือน Mobile Mini Green Room ได้ออกแบบและพัฒนา Hardware & Software เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แสง และน้ำ สามารถควบคุมจากระยะไกลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ และควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านบอร์ด ESP32-WROVER และ ระบบไฟฟ้าได้รับการออกแบบ ได้ผ่านการทดสอบแล้ว สามารถรองรับการทำงานร่วมกับระบบควบคุมได้อย่างสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการผลิตพืชจริง ภายใน Mobile Mini Green Room ที่ร่วมกันพัฒนาขึ้น

3.1 ทดสอบเบื้องต้นการใช้ Mobile Mini Green Room เพื่อปรับแก้ไขทั้งระบบ

ได้ทำการทดสอบการปลูกพืชดาวเรืองเบื้องต้น วัดความชื้นในดิน วัดความชื้นในบรรยากาศ และ อุณหภูมิ ด้วย Sensor เพื่อการปรับสภาพภูมิอากาศโรงเรือน และ ปรับค่าการควบคุมสภาพอากาศภายใน โรงเรือนจากระยะไกล ผลการทดสอบ เบื้องต้นพบว่า หลังปลูกดาวเรืองไปแล้วประมาณ 1 เดือน ดาวเรืองเริ่มแสดงอาการเหี่ยวเฉา พบว่า ทั้งปลูกในระบบโรงเรือน และนอกโรงเรือน การระบายน้ำของ วัสดุปลูกที่ใช้ไม่ดี ประกอบกับให้น้ำมากเกินไป ทำให้รากเน่า (ภาพที่ 6.12)



อาการเหี่ยวเฉา รากเน่า เนื่องจากให้น้ำมากเกินไป

ภาพที่ 6.12 ลักษณะอาการผิดปกติที่พบ ทำให้ต้องปรับการควบคุมใหม่ให้เหมาะสม

จึงได้ทำการปรับเปลี่ยนระบบควบคุม (ภาพที่ 6.8-6.9) ใหม่ให้เหมาะสมตรงตาม ปัจจัยการผลิตที่ ดาวเรืองต้องการ (Crop Requirements) จนใช้งานปลูกได้จริง ดังนี้

3.1.1 ปรับการปลูกในโรงเรือน

- (1) ปรับอัตราส่วนผสมของวัสดุปลูกใหม่ ให้มีการระบายน้ำดีขึ้น อากาศถ่ายเทดีขึ้น
- (2) ปรับการให้น้ำแบบหยด ตามค่า Sensor ที่วัดได้ โดยปรับค่าที่ความชื้นในดินลดลง หากวัดได้ต่ำกว่า 20 % ระบบน้ำหยดจะเริ่มทำงาน จนความชื้นเกิน 20%

- (3) เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับ 28°C หากอุณหภูมิสูงเกิน ระบบพ่นหมอก จะเริ่มพ่นน้ำ ครึ่งชั่วโมง แล้วรอ Delay ประมาณ 5 นาที พัดลมดูดอากาศจะเริ่มทำงาน ครึ่งชั่วโมง เพื่อระบายความร้อนออกจากโรงเรือน

3.1.2 ปรับการปลูกลงโรงเรือน

- (1) ปรับส่วนผสมวัสดุปลูกใหม่ให้มีการระบายน้ำดีขึ้น
- (2) ปรับการให้น้ำหยุดเหลือเพียง 2 นาที

3.2 ทดลองการใช้งาน Mobile Mini Green Room จริง

ได้ทำการปลูกดาวเรืองจริง ในสภาพโรงเรือน Mobile Mini Green Room จำนวน 8 กระถาง โดยเปรียบเทียบกับการปลูกพืชในสภาพปกติ จำนวน 8 กระถาง ที่มีระบบการควบคุมภูมิอากาศภายในโรงเรือน ประกอบด้วย Sensor ตรวจวัดความชื้นในดิน Sensor ตรวจวัดแสง Sensor ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน ระบบให้น้ำหยุด ระบบพ่นหมอก และพัดลมดูดอากาศ ดังภาพที่ 6.13



ภาพที่ 6.13 โรงเรือนเพาะเลี้ยงพืช Mini Green Room ที่ ประกอบด้วย Sensor วัดความชื้นในดิน วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฯลฯ ระบบให้น้ำหยุด ระบบพ่นฝอยน้ำ ระบบไฟ LED และพัดลมดูดอากาศ

การบันทึกข้อมูลงานวิจัย (ภาพที่ 6.14)

3.1 การเจริญเติบโต ได้แก่

3.1.1 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบ จากลำต้นถึงปลายใบ วัดกระถางละ 4 ใบ (ต้นทำเครื่องหมายไว้แล้ว ภาพที่ 6.14) รอบทรงพุ่ม รวม 8 กระถาง รวม 32 ตัวอย่าง วัดบันทึก (ภาพที่ 6.15) เช่นเดียวกับการปลูกในสภาพปกติ (Control) อีก 32 ตัวอย่าง รวมบันทึกทั้งสิ้น 64 ตัวอย่าง/ครั้ง บันทึกทุกสัปดาห์หลังเพาะเมล็ด เริ่มบันทึกตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 8 หลังเพาะเมล็ด เป็นต้นไป (เฉลี่ย 4 ใบ/ต้น) ตลอดการทดลอง

3.1.2 การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น วัดสูงจากระดับผิวดิน ระดับขอบกระถาง แบ่งเป็นในโรงเรือน Mini Green Room 8 ตัวอย่าง (กระถาง) กับการปลูกในสภาพปกติ (Control) อีก 8 ตัวอย่าง (กระถาง) รวม 16 ตัวอย่าง/ครั้ง เริ่มบันทึกตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 8 หลังเพาะเมล็ด เป็นต้นไปตลอดการทดลอง

3.1.3 บันทึกระยะจำนวนวันของแต่ละต้นที่ใช้ในการสร้างตุ่มดอก และจำนวนดอก

3.1.4 บันทึกความผิดปกติของต้น ฯลฯ (ถ้าพบ)



ผูกเชือกสีเป็นเครื่องหมายแทนหมายเลขใบ
เพื่อการวัดความยาวใบได้ตรงตามใบ อย่างต่อเนื่อง

ภาพ 6.14 ใบที่ได้ทำการผูกเชือกทำเครื่องหมายไว้ เพื่อการเก็บข้อมูลได้ถูกต้องต่อเนื่องไม่สับสนใบ



วัดความยาวใบด้วยบันทัด



วัดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นด้วย Vernier caliper

ภาพที่ 6.15 วิธีการบันทึกข้อมูลงานวิจัย

3.2 บันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ตลอดการทดลองปลูกพืช ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

3.2.1 ภูมิอากาศในโรงเรียน ใช้ข้อมูลที่บันทึกได้ด้วยอุปกรณ์ที่ออกแบบ

3.2.1.1 อุณหภูมิ

3.2.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์

3.2.2 ภูมิอากาศนอกโรงเรียน ใช้ข้อมูลภูมิอากาศ จากสถานีตรวจอากาศดอนเมือง กรมอุตุนิยมวิทยา (สถานีตรวจอากาศมาตรฐานที่ใกล้งานทดลองที่สุด)

3.2.2.1 อุณหภูมิ

3.2.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์

3.2.2.3 ปริมาณฝน

ผลการทดลองการ ใช้งาน Mobile Mini Green Room

สามารถผลการวิเคราะห์ การเจริญเติบโตของดาวเรือง การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ และ ผลของการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ทั้งภายในโรงเรียน และภายนอกโรงเรียน ต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง แยกได้ดังนี้

3.1 การเจริญเติบโต ความยาวใบ

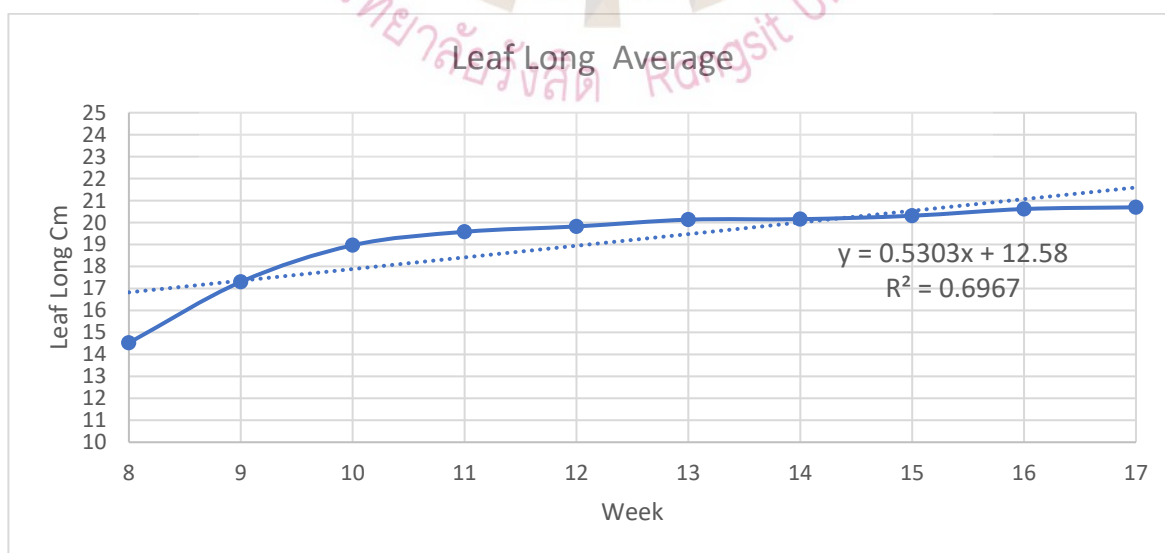
3.1.1 การปลูกใน Mini Green Room

3.1.1.1 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบ ได้ทำวัดความยาวใบกระถางละ 4 ใบรอบทรงพุ่ม รวม 8 กระถาง ทุกสัปดาห์หลังเพาะเมล็ด เริ่มบันทึกตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 8 เป็นต้นไป ตามตารางที่ 6.1 และ ภาพที่ 6.16 จะเห็นว่าความยาวของใบดาวเรืองเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นมากในช่วง สัปดาห์ที่ 8-9 และจะเริ่มลดลง เนื่องจากเริ่มมีการติดดอก ด้วยสมการเส้นตรง (Trendline) $y = 0.5303x + 12.58$ และ $R^2 = 0.6967$

ตารางที่ 6.1 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบ หลังเพาะดาวเรืองสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 ใน Mini Green Room

สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
G1*	13.30	15.63	18.03	18.55	18.95	19.05	19.05	19.18	19.18	19.18
G2	15.80	17.95	18.93	19.00	19.55	19.75	19.93	20.05	20.40	20.40
G3	14.45	16.93	18.90	19.28	19.83	19.88	19.88	20.13	20.13	20.33
G4	14.53	17.98	20.00	20.93	21.13	21.25	21.25	21.38	21.38	21.43
G5	12.75	16.53	18.20	18.70	18.80	19.25	19.25	19.38	19.55	19.63
G6	15.38	19.38	20.00	20.75	20.90	21.18	21.18	21.45	21.50	21.80
G7	15.13	16.78	19.30	19.55	19.55	20.13	20.13	20.18	20.83	20.83
G8	14.88	17.23	18.38	19.88	19.88	20.58	20.58	20.75	21.98	21.98
เฉลี่ย	14.53	17.30	18.97	19.58	19.82	20.13	20.15	20.31	20.62	20.69

หมายเหตุ : G* ข้อมูลเฉลี่ยจากต้นดาวเรือง 4 ใบ



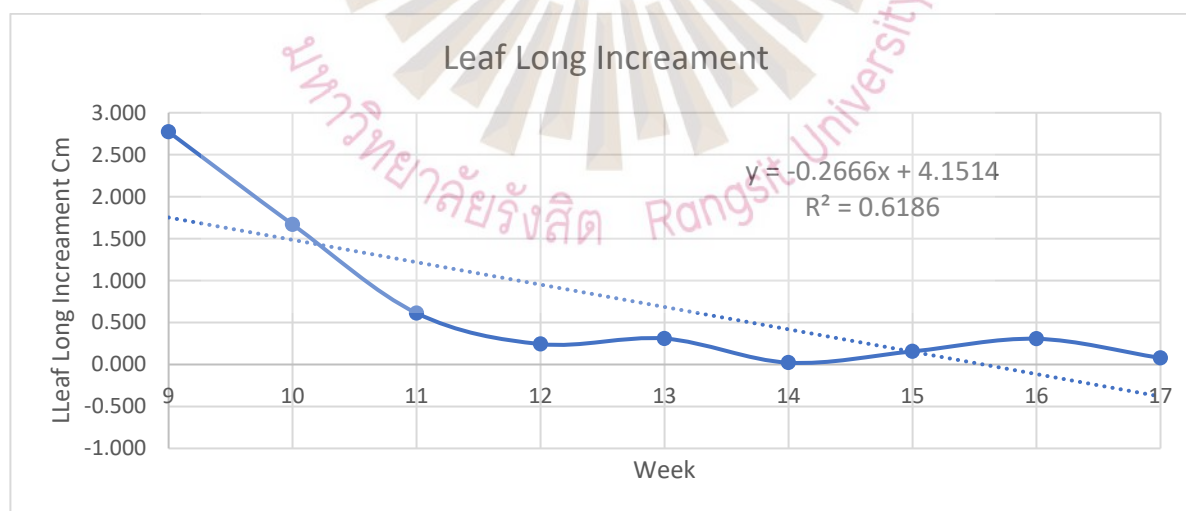
ภาพที่ 6.16 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบปลูกใน Mini Green Room

3.1.1.2 อัตราการเพิ่มขึ้น (Growth Increment) ของความยาวใบ สืบเนื่องจากข้อเท็จจริง ที่เราไม่สามารถเลือกกระถางที่มีความเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันตั้งแต่เริ่มต้น ข้อมูลความยาวใบที่ได้จากการวัดโดยตรง จึงไม่อาจชี้ชัดเปรียบเทียบการเจริญเติบโตที่แท้จริงได้ จึงเลือกวิธีเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้น (Growth Increment) เปรียบเทียบกับจุดเริ่มต้นของต้นตัวเอง ต้นใครต้นมัน ตามตารางที่ 6.2 และ ภาพที่ 6.17 ซึ่งสามารถสรุปแนวโน้ม ของการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ ได้ตามสมการเส้นตรง (Trendline) $y = -0.2666x + 4.1514$ และ $R^2 = 0.6186$ ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการเพิ่มขึ้นจะลดลงมากหลังสัปดาห์ที่ 9-11 และ ลดลงเรื่อย ๆ ในสัปดาห์ต่อ ๆ ไป เนื่องจากดาวเรืองเริ่มติดดอก นั้นเอง

ตารางที่ 6.2 อัตราการเพิ่มขึ้น (Increment) ของความยาวใบ หลังเพาะดาวเรืองตั้งสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17

ใน Mini Green Room

สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Leaf Long Increment		2.77	1.67	0.61	0.24	0.31	0.02	0.16	0.31	0.08



ภาพที่ 6.17 อัตราการเพิ่มขึ้นความยาวใบปลูกใน Mini Green Room เปรียบเทียบกับสัปดาห์ก่อนหน้า

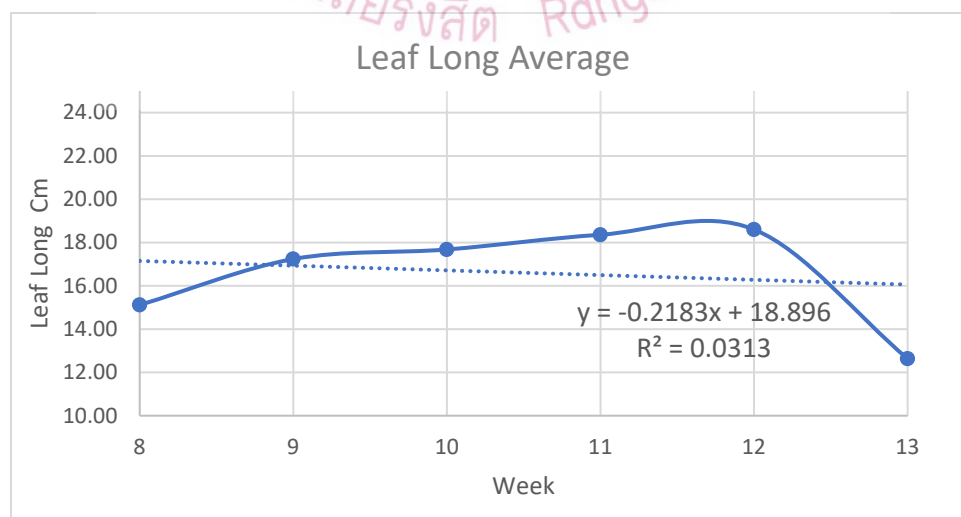
3.1.2 การปลูกในสภาพปกติ (Control)

3.1.2.1 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบ ได้ทำวัดความยาวใบกระถางละ 4 ใบรอบทรงพุ่ม รวม 8 กระถาง ทุกสัปดาห์หลังเพาะเมล็ด เริ่มบันทึกตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 8 เป็นต้นไป ตามตารางที่ 6.3 และ ภาพที่ 6.18 จะเห็นว่าความยาวของใบดาวเรืองเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นมากในช่วง สัปดาห์ที่ 8-9 และจะเริ่มลดลง เนื่องจากเริ่มมีการติดดอก และจะปรากฏการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 และทำให้ปรากฏต้นตายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยของการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ จึงลดลงเรื่อย ๆ ถึงขั้นติดลบ แนวโน้มตามสมการเส้นตรง (Trendline) $y = 0.5303x + 12.58$ และ $R^2 = 0.6967$

ตารางที่ 6.3 การเพิ่มขึ้น (Increment) ของความยาวใบหลังเพาะดาวเรืองสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 ในสภาพปกติ

สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13
C1	14.98	16.43	16.93	17.65	18.10	18.65
C2	17.33	18.53	19.25	19.65	19.95	20.45
C3	16.30	18.08	18.55	18.80	19.20	18.83
C4	17.88	20.38	20.38	20.75	20.75	18.13
C5	16.78	18.80	19.08	19.40	19.58	15.88
C6	16.35	18.10	18.35	19.00	19.10	14.75
C7	18.23	21.00	21.25	21.48	21.48	0.00
C8	14.78	17.88	18.38	19.73	19.73	16.75
เฉลี่ย	16.58	18.65	19.02	19.56	19.73	15.43

หมายเหตุ : หยดบันทึกข้อมูลหลังสัปดาห์ที่ 13 เนื่องจากมีแมลงศัตรูพืชระบาด ทำให้ต้นตายหลายต้น

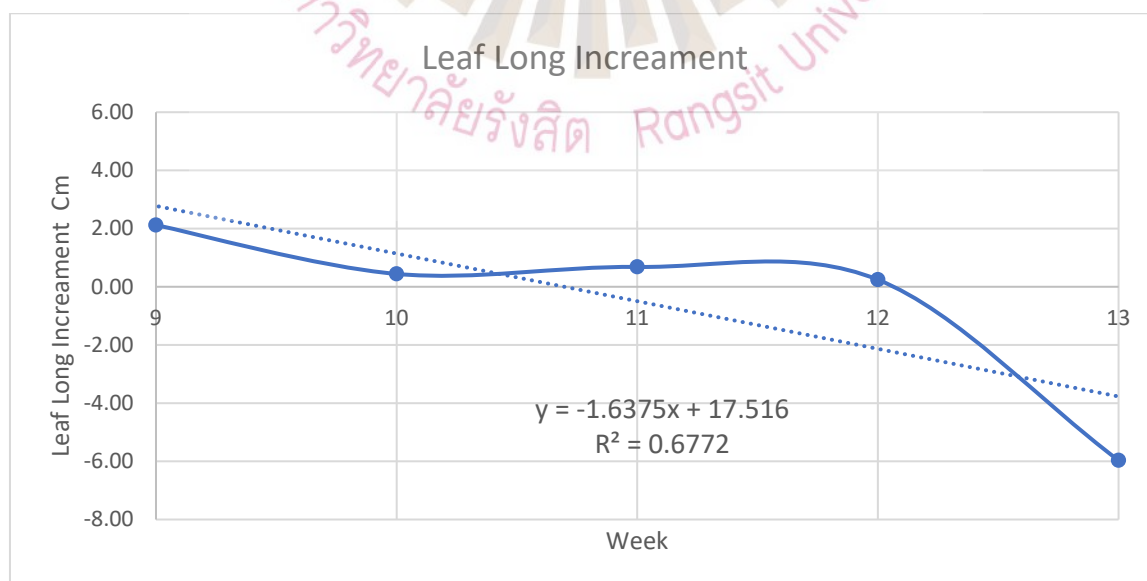


ภาพที่ 6.18 การเพิ่มขึ้นของความยาวใบปลูกในสภาพปกติ ที่ไม่มีการพ่นสารเคมีป้องกันแมลง

3.1.2.2 อัตราการเพิ่มขึ้น (Growth Increment) ของความยาวใบ สืบเนื่องจากข้อเท็จจริง ที่เราไม่สามารถเลือกกระถางที่มีความเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันตั้งแต่เริ่มต้น ข้อมูลความยาวใบที่ได้จากการวัดโดยตรง จึงไม่อาจชี้ชัดเปรียบเทียบการเจริญเติบโตที่แท้จริงได้ จึงเลือกวิธีเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้น (Growth Increment) เปรียบเทียบกับจุดเริ่มต้นของต้นตัวเอง ต้นใครต้นนั้น ตามตารางที่ 6.4 และ ภาพที่ 6.19 ซึ่งสามารถสรุปแนวโน้ม ของการเพิ่มขึ้นและลดลงของความยาวใบได้ ตามสมการเส้นตรง (Trendline) $y = -1.6375x + 17.516$ และ $R^2 = 0.6772$ ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการเพิ่มขึ้นจะลดลงมากหลังสัปดาห์ที่ 9-10 และลดลงเรื่อย ๆ ในสัปดาห์ต่อ ๆ ไป เนื่องจากดาวเรืองเริ่มติดดอก และจะปรากฏการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 และทำให้ปรากฏต้นตายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ (ภาพที่ 6.20) ดังนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยของการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ จึงลดลงเรื่อย ๆ ถึงขั้นติดลบ นั่นเอง จึงบันทึกข้อมูลเพียงแค่สัปดาห์ที่ 13

ตารางที่ 6.4 อัตราการเพิ่มขึ้น (Increment) ของความยาวใบ หลังเพาะสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 ในสภาพปกติ

สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13
Leaf Long Increment		2.12	0.44	0.68	0.24	-5.97



ภาพที่ 6.19 การเพิ่ม/ลดลงความยาวใบปลูกในสภาพปกติ ที่ไม่มีการพ่นสารเคมีป้องกันแมลง ต้นตาย



ลักษณะอาการแมลงเริ่มเข้าทำลาย

ภาพ 6.20 แมลงศัตรูพืชเริ่มเข้าทำลาย ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 และเริ่มปรากฏต้นตายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

3.2 การเจริญเติบโต เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

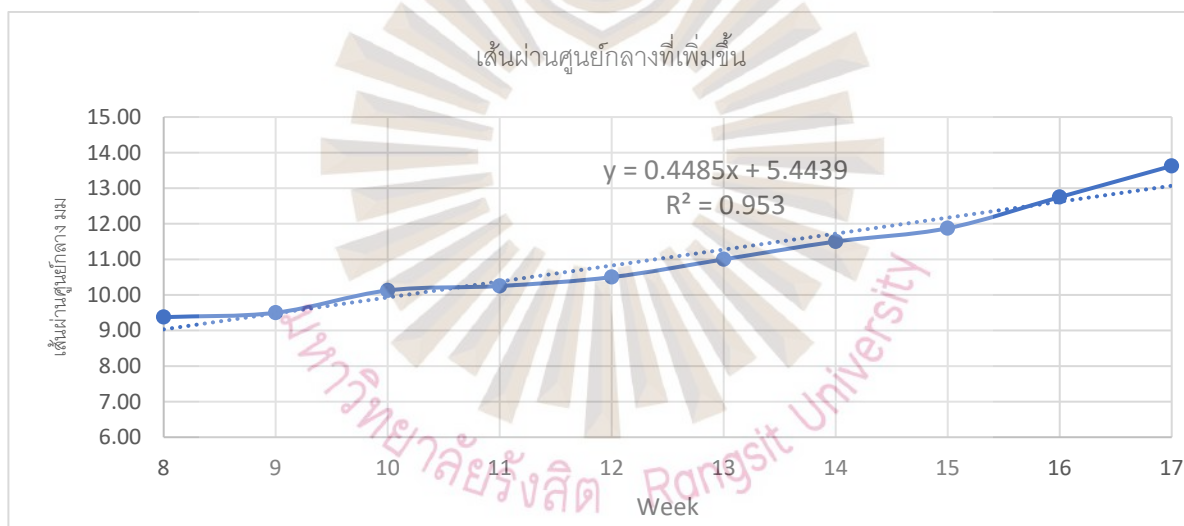
3.2.1 การปลูกใน Mini Green Room

3.2.1.1 การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น วัดด้วย Vernier Caliper (ภาพที่ 6.15) วัดสูงจากระดับผิวดิน ระดับขอบกระถาง แบ่งเป็นในโรงเรือน Mini Green Room 8 ตัวอย่าง (กระถาง) เริ่มบันทึกตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 8 หลังเพาะเมล็ด เป็นต้นไปตลอดการทดลอง ตามตารางที่ 6.5 และ ภาพที่ 6.21 จะเห็นว่า แนวโน้ม ของการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นดีมาก ผันแปรตามอายุที่เพิ่มขึ้น ตามสมการเส้นตรง (Trendline) $y = 0.4485x + 5.4439$ และ $R^2 = 0.953$

เนื่องจาก การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลาง แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอายุ ชัดเจน จึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์หา อัตราการเพิ่ม (Growth Increment)

ตารางที่ 6.5 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม) วัดสูงจากระดับผิวดิน ระดับขอบกระถางปลูก
ใน Mini Green Room

สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
G1	9	9	10	10	10	11	11	12	13	14
G2	9	9	10	10	10	11	11	12	13	14
G3	10	10	10	10	11	11	12	12	12	13
G4	10	10	10	11	11	11	12	13	14	14
G5	10	11	11	11	12	12	12	12	13	14
G6	9	9	10	10	10	11	11	11	12	13
G7	9	9	10	10	10	10	11	11	12	13
G8	9	9	10	10	10	11	12	12	13	14
เฉลี่ย	9.38	9.50	10.13	10.25	10.50	11.00	11.50	11.88	12.75	13.63



ภาพที่ 6.21 การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของดาวเรืองที่ปลูกในโรงเรือน

3.2.2 การปลูกในสภาพปกติ (Control)

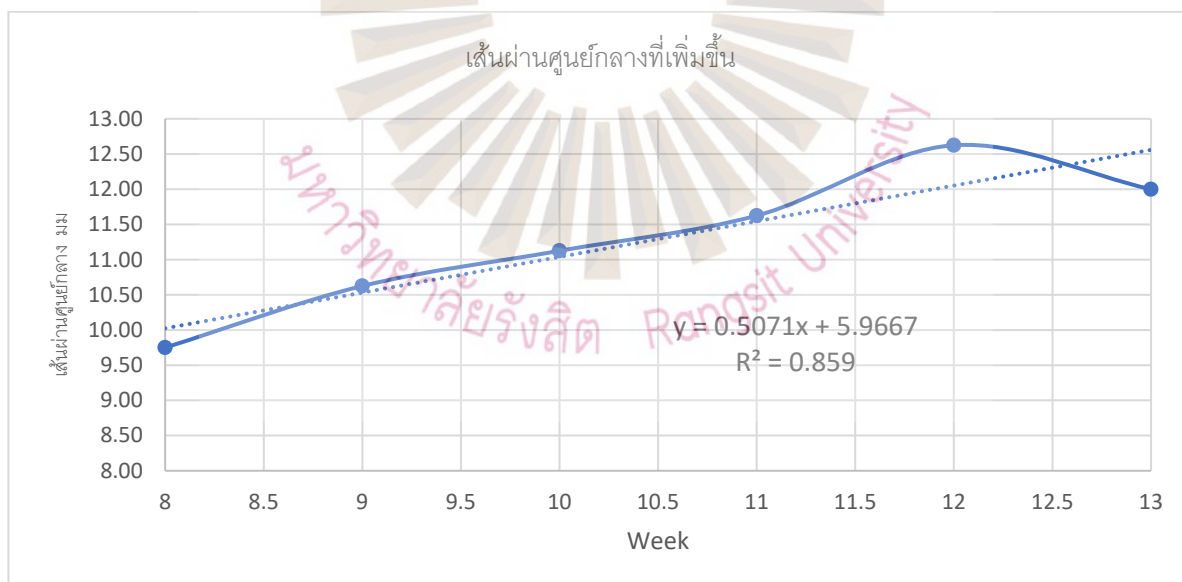
3.2.2.1 การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น วัดด้วย Vernier Caliper (ภาพที่ 6.15) วัดสูงจากระดับผิวดิน ระดับขอบกระถาง ในการปลูกสภาพปกติ (Control) 8 ตัวอย่าง (กระถาง) เริ่มบันทึกตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 8 หลังเพาะเมล็ด เป็นต้นไปตลอดการทดลอง ตามตารางที่ 6.6 และ ภาพที่ 6.22 จะเห็นว่า แนวโน้ม ของการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นดีมาก ผันแปรตามอายุที่เพิ่มขึ้น ตามสมการ

เส้นตรง (Trendline) $y = 0.5071x + 5.9667$ และ $R^2 = 0.859$ แต่สามารถบันทึกเก็บข้อมูลได้เพียง สัปดาห์ที่ 13 เนื่องจากเนื่องจากมีแมลงศัตรูพืชระบาด ทำให้ต้นตายหลายต้น

ตารางที่ 6.6 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม) วัดสูงจากระดับผิวดิน ระดับขอบกระถาง ปักในสภาพปกติ

สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13
C1	9	10	10	11	12	13
C2	10	10	11	11	12	13
C3	10	11	11	12	13	14
C4	9	10	11	12	13	14
C5	11	11	11	12	12	14
C6	10	11	11	11	13	14
C7	9	11	12	12	13	0
C8	10	11	12	12	13	14
เฉลี่ย	9.75	10.63	11.13	11.63	12.63	12.00

หมายเหตุ : หยุดบันทึกข้อมูลหลังสัปดาห์ที่ 13 เนื่องจากมีแมลงศัตรูพืชระบาด ทำให้ต้นตายหลายต้น



ภาพที่ 6.22 การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของดาวเรืองที่ปักในสภาพปกติ

3.3 การเกิดดอกของดาวเรือง

3.3.1 การปลูกใน Mini Green Room

พบว่าดาวเรือง เริ่มติดดอกตูม ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 หลังเพาะเมล็ด และจะเริ่มบานในสัปดาห์ที่ 17 หลังเพาะเมล็ด ที่สำคัญไม่พบต้นตาย หรือ ดอกเหี่ยวร่วง ทั้งนี้เพราะโรงเรือน Mini Green Room สามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ดี และยังไม่พบการระบาดของโรคพืชด้วย ตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 แสดงการเกิดดอก ตั้งแต่เริ่มตูม จนบาน ของดาวเรืองที่ปลูกใน Mini Green Room

กระถางที่	สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
G1	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1
G2	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2
G3	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	บาน 2
G4	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 2 บาน 1
G5	จำนวนดอก	-	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 1 บาน 1
G6	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 2
G7	จำนวนดอก	-	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 1 บาน 2
G8	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 1	บาน 1

3.3.2 การปลูกในสภาพปกติ (Control)

พบว่าดาวเรือง เริ่มติดดอกตูม ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 หลังเพาะเมล็ด เช่นกัน และจะเริ่มบานในสัปดาห์ที่ 12 หลังเพาะเมล็ด และเริ่มพบต้นตาย และ ดอกเหี่ยวร่วง ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 13 เป็นต้นไป เนื่องจากถูกแมลงศัตรูพืชเข้ากัดกินทำลาย ต้นเริ่มแสดงอาการเหี่ยว และถูกทำลายเกือบหมดในสัปดาห์ที่ 14 จึงหยุดทำการบันทึกข้อมูล ตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 แสดงการเกิดดอก ตั้งแต่เริ่มตูม จนบาน ของดาวเรืองที่ปลูกในสภาพปกติ (Control)

กระถางที่	สัปดาห์ หลังเพาะ	8	9	10	11	12	13	14
C1	จำนวนดอก	-	-	ตูม 1	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	x
C2	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 3	ตูม 4	ตูม 1 บาน 3	ตูม 1 บาน 3	x
C3	จำนวนดอก	-	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 2	บาน 2	x
C4	จำนวนดอก	-	ตูม 2	ตูม 2	ตูม 5	บาน 1 ตูม 4	บาน 2 ตูม 3	x
C5	จำนวนดอก	-	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	บาน 3	x
C6	จำนวนดอก	-	ตูม 1	ตูม 1	ตูม 3	ตูม 3	บาน 3	x
C7	จำนวนดอก	-	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	x	x
C8	จำนวนดอก	-	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	ตูม 3	บาน 1 ตูม 2	x

หมายเหตุ : แมลงเข้าทำลาย

การเปรียบเทียบ ผลการเกิดดอก ของดาวเรืองที่ปลูกในโรงเรือน Mini Green Room (ตารางที่ 6.7) กับ ที่ปลูกในสภาพปกติ (Control) (ตารางที่ 6.8) พบว่า ดาวเรืองสามารถเจริญเติบโตจนเกิดดอกตูม และบาน โดยไม่พบต้นตายเลย จนถึงสัปดาห์ที่ 17 หลังเพาะเมล็ด (ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการบันทึกข้อมูล) แสดงให้ชัดว่า โรงเรือน Mini Green Room ที่ออกแบบมีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชได้ดี ในขณะที่การปลูกในสภาพปกติ (Control) โดยไม่มีการป้องกันใด ๆ จะถูกแมลงศัตรูพืชเข้าทำลายตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 หลังเพาะเมล็ด และเริ่มเกิดอาการเน่าเหี่ยวที่อาจจะเกิดจากโรคเข้าทำลายซ้ำจนต้นตาย

อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า การปลูกดาวเรืองที่ปลูกในโรงเรือน Mini Green Room มีการเกิดดอกตูม ดอกบานช้ากว่า และจำนวนน้อยกว่า การปลูกในสภาพปกติ (Control) ทั้งนี้ สาเหตุอาจเนื่องมาจาก การกำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือน Mini Green Room ของคณะผู้วิจัย ยังกำหนดไม่ได้ตาม บัญญัติความต้องการภูมิอากาศ (Climate Requirement) ที่แท้จริงของดาวเรือง นั้นเอง

3.4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

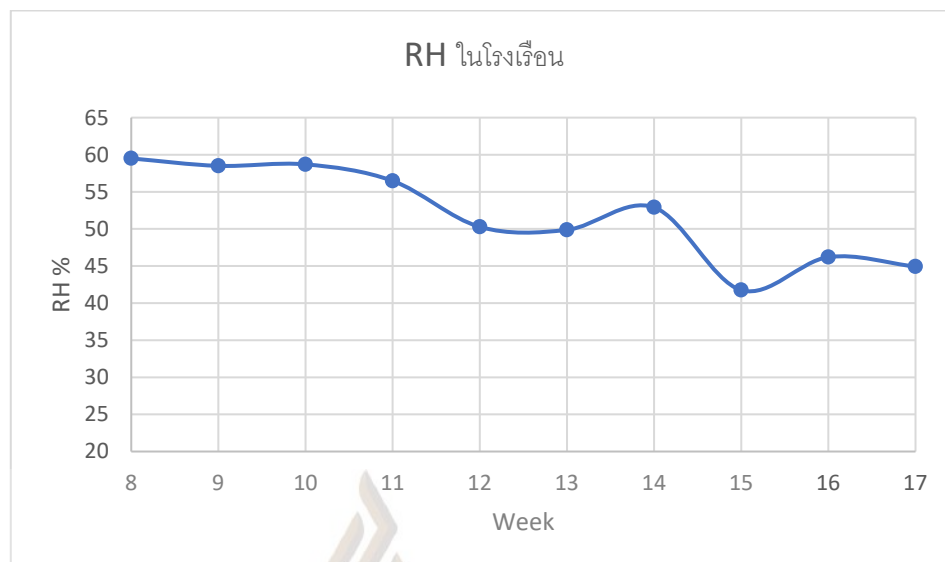
3.4.1 ภูมิอากาศในโรงเรือน

3.4.1.1 อุณหภูมิ และ ความชื้นในดิน มีการปรับ และ ควบคุม ด้วยระบบตามค่าที่กำหนด

(1) ระบบจะทำการควบคุมความชื้นในดิน ปรับการให้น้ำแบบหยุด ตามค่า Sensor ที่วัดได้ โดยปรับค่าที่ความชื้นในดินหากวัดได้ต่ำกว่า 20 % ระบบน้ำหยุดจะเริ่มทำงาน จนความชื้นเกิน 20%

(2) ระบบจะทำการปรับ ควบคุมอุณหภูมิ ให้อยู่ในระดับ 28°C หากอุณหภูมิสูงเกิน ระบบพ่นหมอก จะเริ่มพ่นน้ำ ครึ่งชั่วโมง แล้วรอ Delay ประมาณ 5 นาที พัดลมดูดอากาศจะเริ่มทำงาน ครึ่งชั่วโมง เพื่อระบายความร้อนออกจากโรงเรือน

3.4.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (ภาพที่ 6.23)

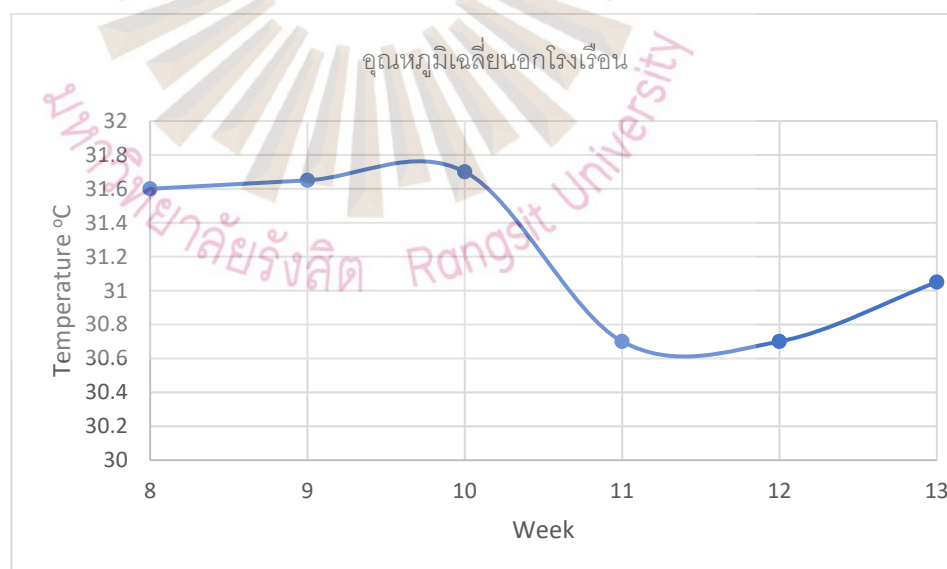


ภาพที่ 6.23 ความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเรือน

3.4.2 ภูมิอากาศนอกโรงเรือน

3.4.2.1 อุณหภูมิ (ภาพที่ 6.24)

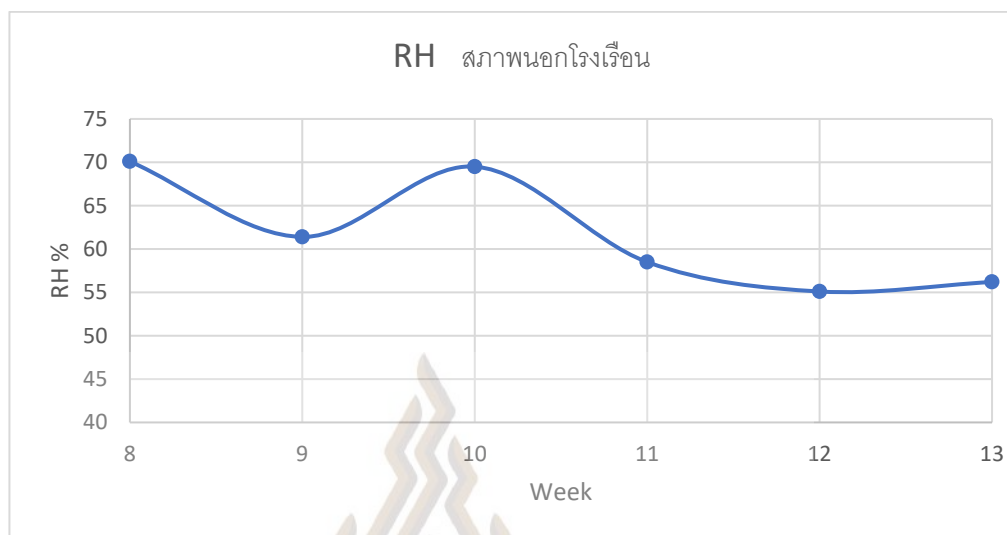
อุณหภูมิเฉลี่ยนอกโรงเรือน ที่วัดด้วย Sensor ในวันที่เก็บข้อมูล การเจริญเติบโต ตั้งสัปดาห์ที่ 8-13



ภาพที่ 6.24 อุณหภูมิเฉลี่ยนอกโรงเรือน ตั้งสัปดาห์ที่ 8-13

3.4.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (ภาพที่ 6.25)

ความชื้นสัมพัทธ์นอกโรงเรือน ที่วัดด้วย Sensor ในวันที่เก็บข้อมูล การเจริญเติบโต ตั้งสัปดาห์ที่ 8-13

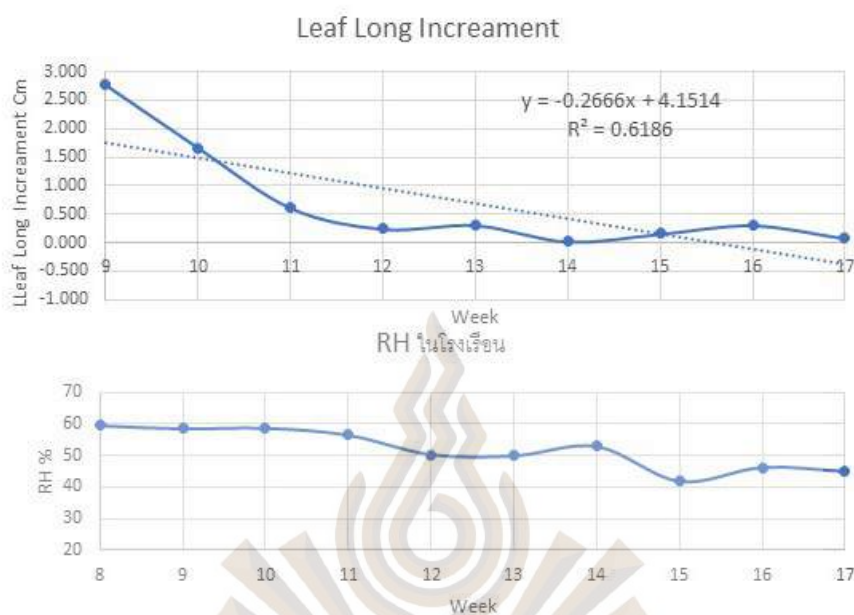


ภาพที่ 6.25 ความชื้นสัมพัทธ์นอกโรงเรือน

3.4.2.3 ปริมาณฝน (ตาม ตารางผนวก 1) ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยที่วัดได้ ของ สถานีตรวจอากาศ จังหวัดปทุม ซึ่งใกล้เคียงกับ พื้นที่ทำการทดลอง จะเห็นได้ว่าระหว่างสัปดาห์ที่ 8 ถึง 17 มีปริมาณฝนตกน้อยมาก จึงไม่ส่งผลกระทบกับการกำหนดเวลาของการให้น้ำหยุด จึงมิได้เป็นการเพิ่มน้ำในกระถางจนมากเกินไป

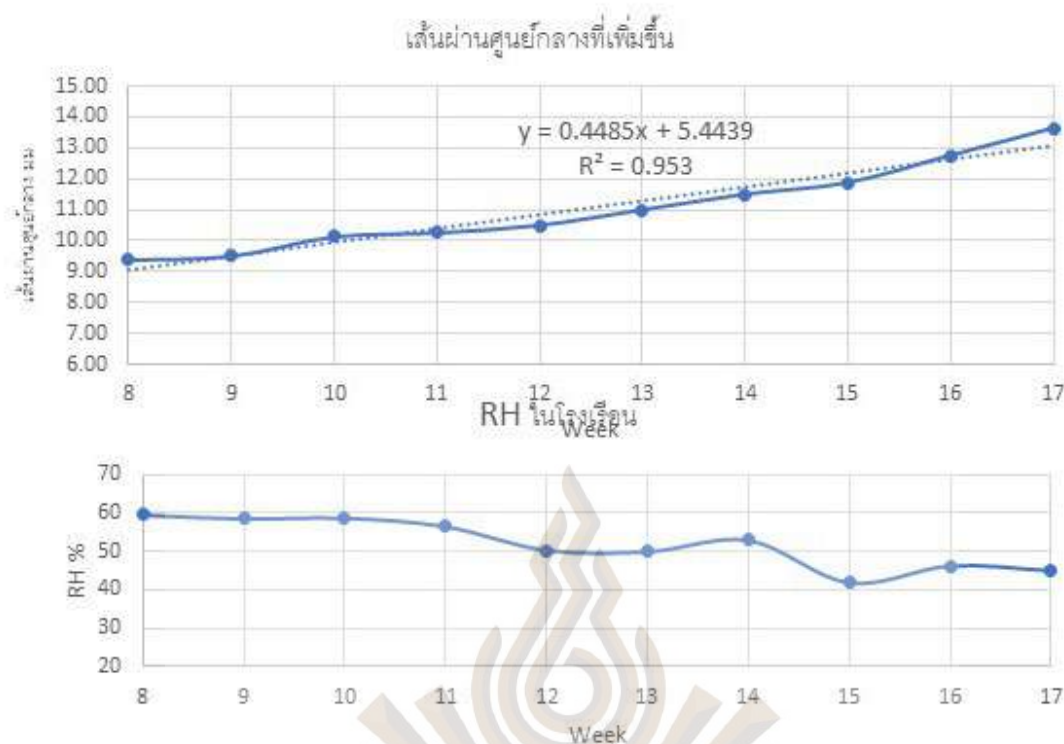
3.5 เปรียบเทียบผลของภูมิอากาศกับการเจริญเติบโต

3.5.1 การปลูกใน Mini Green Room



ภาพที่ 6.26 เปรียบเทียบ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน กับ อัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ

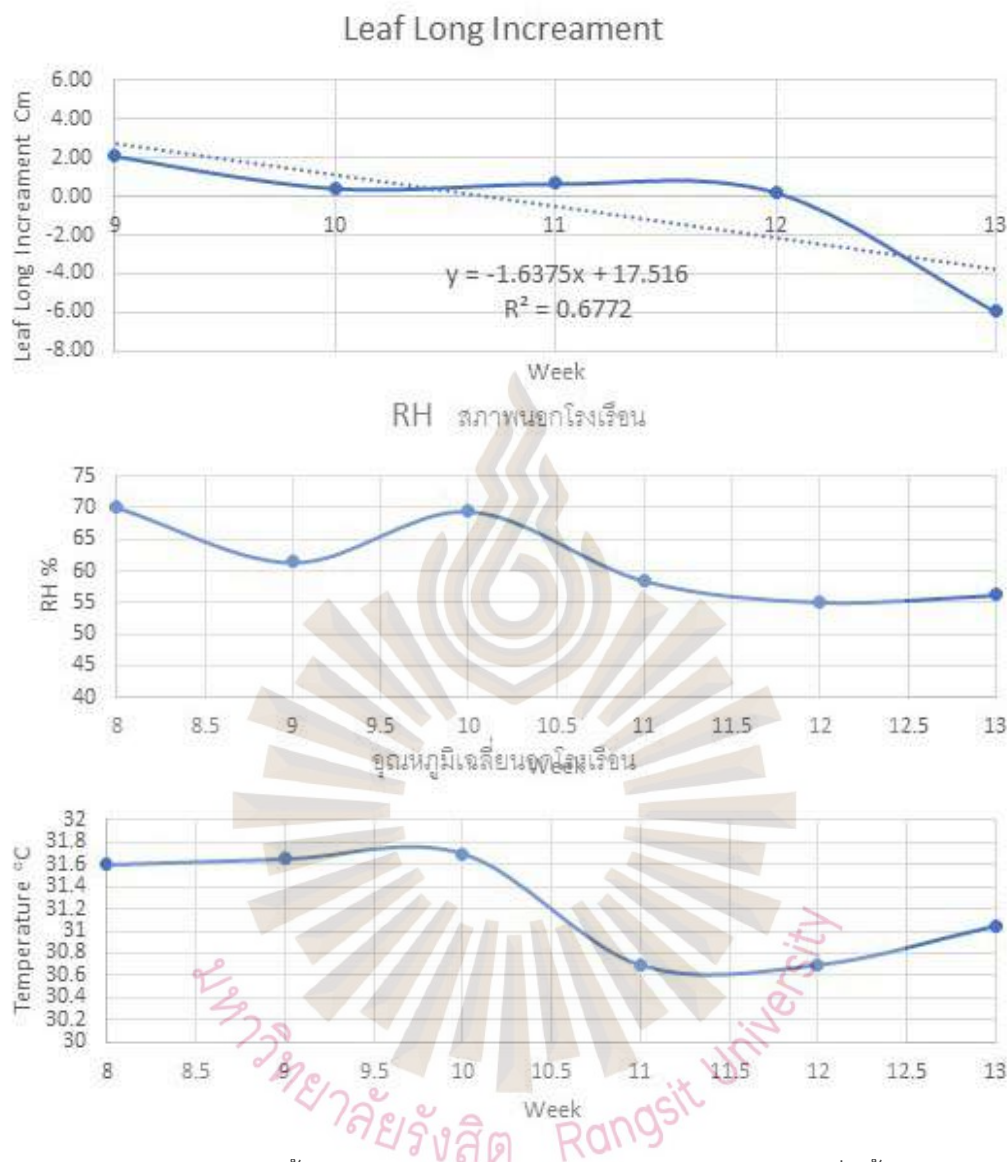
จากภาพที่ 6.26 ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน (จากภาพที่ 6.23) ที่ลดลงในช่วงสัปดาห์หลัง ๆ อาจส่งผลทำ ความยาวใบ (จากภาพที่ 6.17) ลดลงอย่างชัดเจน ประกอบกับดาวเรืองเริ่มติดดอก ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง



ภาพที่ 6.27 เปรียบเทียบ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน กับ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

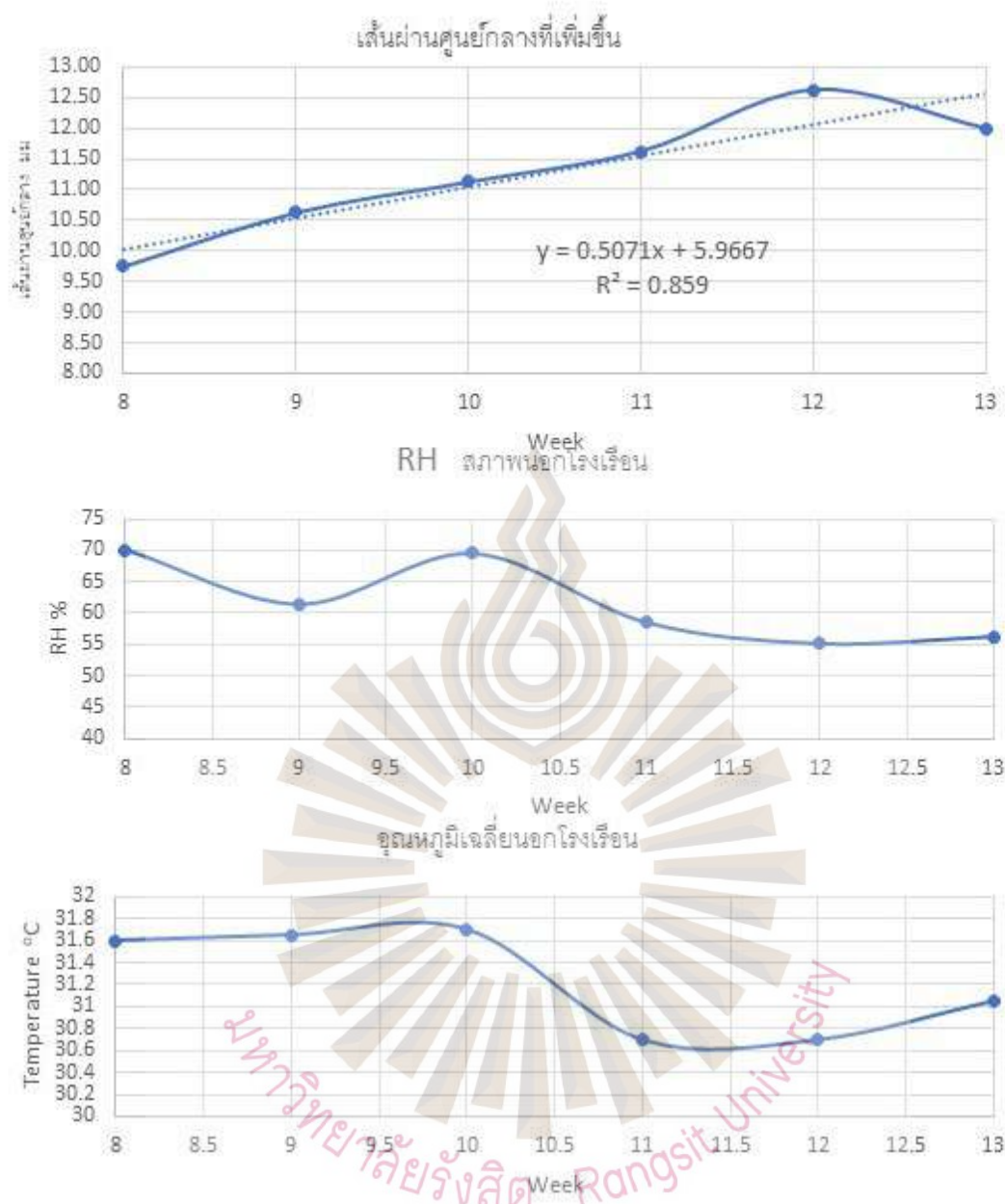
ข้อสังเกต จากภาพที่ 6.27 ดูเหมือนความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน (จากภาพที่ 6.17) ที่ลดลงในช่วงสัปดาห์หลัง ๆ ไม่ส่งผลทำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (จากภาพที่ 6.21) ลดลงอย่างชัดเจน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก ในโรงเรือนอาจมีความชื้นมากเพียงพอ ที่มีผลทางอ้อมมาจากระบบน้ำหยด และระบบพ่นหมอก

3.5.2 การปลูกในสภาพปกติ



ภาพที่ 6.28 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ นอกโรงเรือน กับอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ

ข้อสังเกต จากภาพที่ 6.28 ค่อนข้างชัดเจนว่า ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ นอกโรงเรือน (จากภาพที่ 6.24 – 6.25) ที่ลดลง อาจส่งผลบ้าง ทำให้ลดอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ (จากภาพที่ 6.19) แต่อาจมีผลอันเนื่องมาจากสัปดาห์หลัง ๆ เริ่มพบแมลงศัตรูพืชเข้าทำลาย ก็อาจเป็นไปได้



ภาพที่ 6.29 เปรียบเทียบ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ในโรงเรียน กับ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

ข้อสังเกต จากภาพที่ 6.28 ค่อนข้างชัดเจนว่า ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ นอกโรงเรียน (จากภาพที่ 6.24 – 6.25) ที่ลดลง อาจส่งผลบ้าง ทำให้การเพิ่มขนาดลำต้นลดลง (จากภาพที่ 6.22) แต่อาจมีผลอื่นเนื่องมาจากสปีดार्ทหลัง ๆ เริ่มพบแมลงศัตรูพืชเข้าทำลาย ก็อาจเป็นได้ (ภาพที่ 6.30-6.31)



29 พ.ย. 67 ในโรงเรือน



29 พ.ย. 67 นอกโรงเรือน

ภาพที่ 6.30 เปรียบดาวเทียมที่ปลูกในโรงเรือน และนอกโรงเรือน เมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังเพาะ



17 ธ.ค. 67 ในโรงเรือน ป้องกันแมลง



17 ธ.ค. 67 นอกโรงเรือน เริ่มมีแมลงระบาด

ภาพที่ 6.31 เปรียบดาวเทียมที่ปลูกในโรงเรือน และนอกโรงเรือน เมื่ออายุ 10 สัปดาห์หลังเพาะ

สรุปและวิจารณ์ผล

ในภาพรวม การดำเนินการทดลอง ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ทุกประการ สามารถสรุป ดังนี้

1. สามารถพัฒนา ระบบควบคุมอุปกรณ์ได้จากระยะไกล ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาของ สราวุธ พันธุ์แก้ว พิรสิทธิ์ ฉบับตรง (2561), และ ธนากร คำนุ ชยณัฐ ชัยศิริ (2565) ที่สามารถพัฒนาระบบ ควบคุมการจ่ายน้ำ ของไฮโดรอนอยด์วาล์ว จากระยะไกล กับ การผลิตพืชในสภาพแปลงปกติ ซึ่งเป็นการควบคุม การจ่ายน้ำเพียงอย่างเดียว แต่โครงการนี้ มีการพัฒนาที่มากกว่า โดยได้สร้างโรงเรือนต้นแบบ Mobile Mini Green Room ที่ระบบสามารถตรวจติดตามสภาพภูมิอากาศในโรงเรือน และปรับ ควบคุม สั่งการ การ ทำงานของอุปกรณ์ เพื่อควบคุมสภาพอากาศ และการให้น้ำ ได้จากระยะไกล และ โรงเรือนยังสามารถ ป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ดี
2. ใช้ดำเนินการในราคาประหยัด เฉพาะค่าอุปกรณ์ประมาณไม่เกิน 40,000 บาท
3. ระบบควบคุมภูมิอากาศในโรงเรือน ควบคุมจากระยะไกลนี้ สามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบ สำหรับระบบควบคุมสภาพภูมิอากาศการผลิตพืชภายในโรงเรือนขนาดใหญ่ได้ และยังสามารถนำไปประยุกต์กับ การเกษตรกรรมในเมืองได้
4. นักศึกษา ภาควิชา วิชา AIN/AIL 225 AIN/AIL 227 AIN/AIL 321 ได้มีโอกาสเรียนรู้ งานไปพร้อม ๆ กับอาจารย์ และ นำไปสาธิตในงาน Open House ของคณะ

เนื่องจากโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างโรงเรือนขนาดเล็กเคลื่อนย้ายได้ ที่มีระบบอุปกรณ์ ตรวจสอบภูมิอากาศในโรงเรือน ควบคุมสั่งการทำงาน จากระยะไกลให้ใช้งานได้จริง เป็นลำดับแรกก่อน เท่านั้น จึงยังไม่มีแผนการวิจัยผลิตพืชเชิงวิชาการสถิติ เพราะการใช้โรงเรือนเพื่อการผลิตพืชนั้น จำเป็นต้องมีการปรับการควบคุมดิน และสภาพภูมิอากาศภายในโรงเรือน ให้ได้ตรงตามปัจจัยการผลิตที่ พืชต้องการ (Crop Requirements) ที่พืชแต่ละชนิด มีความต้องการ ปัจจัยความต้องการด้านสมบัติดิน (Soil Properties Requirement) ปัจจัยความต้องการด้านภูมิอากาศ (Climatic Requirement) ที่ไม่ เหมือนกัน (สุทัศน์ สุรวาณิช และประณต มณีอินทร์ 2565) ซึ่งคณะผู้วิจัย อาจจะเสนอทำโครงการวิจัย ต่อเนื่อง ในโอกาสต่อไป

ข้อเสนอแนะของผู้วิจัย

Mini Green Room ที่ร่วมกันพัฒนาขึ้นนี้ ระบบสามารถทำงานได้ดี ทั้งการตรวจวัดข้อมูล ภูมิอากาศภายในโรงเรือน การสั่งการทำงานของอุปกรณ์ได้ แต่เมื่อนำไปใช้งานจริง จำเป็นที่ผู้ใช้งาน ต้องมีความรู้ทางการเกษตรอย่างดี รู้จักพืช รู้ปัจจัยภูมิอากาศ (Climatic Requirements) ที่พืชนั้น ๆ

ต้องการด้วย และยังต้องมีการปรับกำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ ตามช่วงการเจริญเติบโต (Growing Period) ของพืชด้วย **เพราะ**ระดับปัจจัยภูมิอากาศที่พืชต้องการ ไม่คงที่ตลอดการเจริญเติบโต แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงการเจริญเติบโต สุทัศน์ (2564) ได้แบ่งออกเป็น 4 ช่วงระยะ ได้แก่

- Plating Period – ระยะเริ่มปลูก
- Vegetative Period – ระยะเร่งการเจริญเติบโต
- Flowering Period – ระยะติดดอก
- Harvesting Period – ระยะออกผลและเก็บเกี่ยว

ดังนั้น ผู้ใช้งานต้อง **เข้าใจความต้องการของพืชแต่ละช่วง** เพื่อปรับค่าควบคุมให้ได้ อย่างแม่นยำ จึงจะสามารถไปกำหนดค่า ระดับ อัตรา ระยะเวลา ปริมาณ ฯลฯ การทำงานของอุปกรณ์ได้เหมาะสม เพราะหากกำหนดการทำงานมากหรือน้อยเกินไป อาจเป็นผลเสียต่อการผลิต ดังได้อธิบายอย่างละเอียดให้ทราบแล้วใน บทที่ 3 (ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศกับการผลิตพืช) นอกจากนี้ ระบบการทำงานยังต้องทำในพื้นที่ที่ WIFI-internet และมีระบบน้ำดีด้วย



เอกสารอ้างอิง

กุสุมาภรณ์ สมพงษ์, อภิญา กมลสุข, จุติมา สระมณี (2565). Precision Farming เทคโนโลยีผสมผสาน การเกษตรยุคดิจิทัล. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา :

<https://www.nectec.or.th/news/news-article/precision-farming.html> สืบค้น 21 มกราคม 2566

ธนากร คำนุ ชยณัฐ ชัยศิริ (2565) ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม การปลูกพืชในร่ม ปริญญาพนธ์ ตาม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต หน้า 85-87

ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. (2558). *Smart Farm Thailand*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา :

<http://smartfarmthailand.com/precisionfarming/index.php/product/micro-climate-monitoring> สืบค้น 21 กันยายน 2561

สราวุธ พันธแก้ว พีรสิทธิ์ ฉบับตรง (2561). แปลงเกษตรอัจฉริยะ. ปริญญาพนธ์ ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต หน้า 112-113

สุทัศน์ สุรวาณิช (2561). “ภูมิอากาศและการจัดการการเกษตร ป่าไม้ และสิ่งแวดลอม”. หน่วยที่ 7 ใน เอกสารการสอนชุดวิชา 90206 “เทคโนโลยีเพื่อการจัดการทรัพยากรเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดลอม”. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ISBN 978-616-16-1451-5

สุทัศน์ สุรวาณิช ประณต มณีอินทร์ (2566). “การประเมินศักยภาพที่ดินในระบบภูมิสารสนเทศ สำหรับการแบ่งเขตผลิตพืชแม่นยำ วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 41 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2566 หน้า 216-230 ISSN ; 0125-8389

อัจฉรา จิตตลดากร สุทัศน์ สุรวาณิช และ วัชร เลือดดี (2552) “การจัดการทรัพยากรเพื่อการผลิตพืช”. หน่วยที่ 7 ในเอกสารการสอนชุดวิชา 95705 “ภูมิอากาศและทรัพยากรน้ำเพื่อการผลิตพืช” สาขา ส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช STOU 95705 GT, ISBN 978-611-505-037-6 หน้า 7-26 , 7-27

ภาคผนวก



ตารางผนวก 1 ข้อมูลภูมิอากาศ วัดได้ที่ สถานีตรวจอากาศจังหวัดปทุมธานี

Date	Wind Dir	Wind Speed	Temp.	Humi.	heatidx	ฝนสะสม	ฝน มม./วัน
24/10/31	310	2.0	29.2	70.1	33.1	1007.6	25.2
24/11/01	308	1.4	28.6	72.7	32.4	1008.6	9.8
24/11/02	78	3.4	29.4	56.6	31.2	1010.1	0.2
24/11/03	81	2.8	29.4	58.3	31.4	1010.1	0.0
24/11/04	67	3.2	29.8	59.6	32.5	1009.9	0.0
24/11/05	42	3.3	28.7	65.3	31.4	1010.6	0.0
24/11/06	55	3.2	28.5	64.5	30.9	1011.3	0.0
24/11/07	78	3.0	29.3	61.4	31.7	1010.8	0.0
24/11/08	79	3.5	30.3	56.9	32.7	1010.7	0.0
24/11/09	97	2.9	32.9	47.3	35.3	1009.4	0.0
24/11/11	54	1.3	28.5	63.1	30.6	1009.1	0.0
24/11/12	11	1.9	30.5	58.2	33.3	1008.1	0.0
24/11/13	13	2.3	31.5	55.8	34.8	1007.4	0.0
24/11/14	65	2.1	29.4	69.5	33.5	1007.9	58.2
24/11/15	63	1.0	27.2	83.1	30.5	1008.1	82.4
24/11/16	69	1.5	29.8	70.4	34.7	1007.3	0.0
24/11/17	43	1.8	28.3	73.5	31.8	1008.5	46.4
24/11/18	65	2.5	28.9	60.2	30.9	1009.5	0.0
24/11/19	63	3.1	29.8	58.3	32.1	1010.0	0.0
24/11/20	81	2.9	29.5	59.8	31.8	1009.5	0.0
24/11/21	62	2.5	29.4	58.5	31.5	1009.4	0.0
24/11/22	71	2.7	29.6	58.5	31.9	1009.6	0.0
24/11/23	80	2.3	28.8	62.3	31.0	1010.1	0.0
24/11/24	54	3.0	29.6	59.6	32.1	1009.7	0.0
24/11/25	77	2.6	29.7	62.6	32.8	1009.3	0.0
24/11/26	59	3.1	30.4	59.0	33.5	1009.1	0.0
24/11/27	67	3.5	29.7	59.1	32.0	1009.9	0.0
24/11/28	76	4.3	28.4	55.1	29.4	1011.7	0.0
24/11/29	42	3.3	26.6	54.8	27.3	1011.9	0.0
24/11/30	17	2.9	26.9	53.2	27.5	1010.0	0.0
24/12/01	27	1.9	27.7	55.5	28.6	1008.2	0.0
24/12/02	16	2.1	29.5	51.0	30.5	1008.2	0.0
24/12/03	13	2.5	29.8	55.7	31.6	1008.3	0.0
24/12/04	77	2.1	29.3	57.3	31.1	1008.4	0.0
24/12/05	73	2.0	29.1	56.2	30.7	1008.2	0.0
24/12/06	79	1.9	28.8	55.4	30.1	1008.1	0.0
24/12/07	71	2.3	30.3	57.6	33.0	1008.8	0.0
24/12/08	76	3.2	29.3	55.8	30.9	1009.8	0.0
24/12/09	64	2.1	28.1	57.9	29.3	1009.5	0.0
24/12/10	334	2.1	29.2	55.6	30.8	1008.0	0.0

Date	Wind Dir	Wind Speed	Temp.	Humi.	heatidx	ฝนสะสม	ฝน มม./วัน
24/12/11	30	2.9	30.3	54.3	32.2	1007.1	0.0
24/12/12	84	3.0	29.8	58.6	32.2	1007.8	0.0
24/12/13	16	2.3	27.7	66.7	29.7	1009.4	4.6
24/12/14	69	2.5	27.0	61.1	28.2	1011.5	0.0
24/12/15	53	3.4	27.0	50.5	27.5	1013.1	0.0
24/12/16	66	2.2	26.7	52.8	27.3	1013.1	0.0
24/12/17	29	2.0	26.7	53.6	27.4	1012.3	0.0
24/12/18	78	2.8	27.4	53.2	28.1	1011.5	0.0
24/12/19	72	3.2	26.6	48.9	27.0	1012.0	0.0
24/12/20	68	2.2	24.5	60.2	25.6	1011.6	0.0
24/12/21	76	2.3	25.9	54.2	26.6	1011.6	0.0
24/12/22	72	3.1	24.5	53.9	25.7	1011.6	0.0
24/12/23	46	2.3	25.0	53.0	25.9	1011.1	0.0
24/12/24	66	2.2	26.4	56.2	27.2	1011.6	0.0
24/12/25	29	2.2	26.5	53.7	27.2	1012.5	0.0
24/12/26	31	1.7	27.9	54.0	28.7	1012.7	0.0
24/12/27	55	2.2	29.5	55.0	31.1	1012.6	0.0
24/12/28	69	3.3	27.9	54.5	28.7	1013.5	0.0
24/12/29	60	2.5	26.7	53.3	27.3	1013.1	0.0
24/12/30	75	2.2	26.7	55.1	27.4	1012.6	0.0
24/12/31	45	2.2	26.5	51.6	27.1	1011.8	0.0
25/01/01	64	2.0	26.1	57.0	26.9	1010.4	0.0
25/01/02	45	2.0	27.0	51.1	27.5	1010.6	0.0
Day			25/01/12	25/01/05	25/01/12	24/10/27	
Maximum	69	7.1	32.9	83.1	36.5	1016.6	625.4
จำนวน วันฝนตก		25/01/27	24/11/09	24/11/15	24/10/26	25/01/11	30 days

ประวัติผู้วิจัย



คำนำหน้า ☒ นาย _ นาง _ นางสาว

ตำแหน่งทางวิชาการ _ ศ. _ รศ. ☒ ผศ. _ อื่นๆ อาจารย์ประจำ

ชื่อผู้วิจัย สุทัศน์

นามสกุลผู้วิจัย สุรวาณิช

ชื่อภาษาอังกฤษ Sutat

นามสกุลภาษาอังกฤษ Suravanit

วัน/เดือน/ปี เกิด 29 กันยายน 2497

ที่อยู่(บ้าน) 26/2 ถนนรัตนวิเศษ ซอย 17 หมู่ 8 อ.เมือง

จังหวัด(บ้าน) จ.นนทบุรี

รหัสไปรษณีย์(บ้าน) 11000

ที่อยู่(ที่ทำงาน) คณะวนวัฒนวิทยาเกษตร วิทยาลัยนวัฒนวิทยาเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพและอาหาร
มหาวิทยาลัยรังสิต

จังหวัด(ที่ทำงาน) ปทุมธานี

รหัสไปรษณีย์(ที่ทำงาน)

E-Mail Address : Sutat.s@rsu.ac.th

ปริญญาตรี สาขา เกษตรศาสตร์ ปีที่จบ 2519 สถาบัน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประเทศไทย

ปริญญาโท สาขา Soil Science ปีที่จบ 2536 สถาบัน ITC, Faculty of Science, University of Ghent
ประเทศ Belgium

ปริญญาเอก สาขา Remote Sensing and GIS ปีที่จบ 2549 สถาบัน School of Engineering and
Technology, AIT ประเทศไทย

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารภายในประเทศ (โปรดระบุวารสารที่ตีพิมพ์)

1. สำรวจศักยภาพดินด้วยค่าการสะท้อนรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าจากดาวเทียม วารสารยางพารา ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 ก.ย.-ธ.ค.2550 ISSN 0125-4405
2. การสำรวจแหล่งไม้ยางพาราจากข้อมูลดาวเทียมเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูปไม้ วารสารยางพารา ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 เม.ย.-มิ.ย.2553 ISSN 0125-4405
3. ศักยภาพที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยาง จ.นครพนม วารสารยางพารา ปีที่ 31 ฉบับที่ 3 ก.ค.-ก.ย. 2553 ISSN 0125-4405
4. เนื้อที่ยืนต้นยางพาราของประเทศไทยจากข้อมูลดาวเทียม SPOT 5 ปี 2551 วารสารยางพารา ปีที่ 31 ฉบับที่ 3 ก.ค.-ก.ย. 2553 ISSN 0125-4405
5. เขตศักยภาพที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยาง จ.ราชบุรีบุรี และปราจีน วารสารยางพารา ปีที่ 32 ฉบับที่ 3 ก.ค.-ก.ย. 2554 ISSN 0125-4405
6. เขตศักยภาพที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยาง จ.สุพรรณบุรี จ.เพชรบุรี และ จ.นครนายก วารสารยางพารา ปีที่ 32 ฉบับที่ 4 ต.ค.-ธ.ค. 2554 ISSN 0125-4405
7. การประเมินศักยภาพที่ดินในระบบภูมิสารสนเทศ สำหรับการแบ่งเขตผลิตพืชมันสำปะหลัง วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 41 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2566 ISSN : 0125-8389
ฯลฯ

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารต่างประเทศ(โปรดระบุวารสารที่ตีพิมพ์)

1. Object-oriented Approach for Rubber and Oil Palm Identification. GISdevelopment Journal
2. Modeling Site Suitability for Oil Palm Plantation in Southern Thailand. GIScience & Remote Sensing Bellwether Publishing, Ltd. USA. Vol. 43, No.3 ISSN 1548-1603 July-September 2006. p252-267

ผลงานวิจัยที่ได้นำเสนอในการประชุมทางวิชาการภายในประเทศ (โปรดระบุหัวข้อประชุม/สัมมนา และสถานที่)

1. A Multi-agent Evaluation for Crops Suitability Modeling using GIS. AFITA / WCCA 2004 Conference (Asian Federation for Information Technology in Agriculture / World Congress on Computers in Agriculture) Four Season Hotel, กรุงเทพฯ
2. สำรวจความอุดมสมบูรณ์ดินด้วยเทคนิควิเคราะห์ข้อมูลระยะไกล. การประชุมดินปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ขับเคลื่อนนวัตกรรมด้านดินและปุ๋ย ก้าวสู่...เกษตร 4.0 โรงแรมเซ็นทรา ศูนย์ราชการ แจ้งวัฒนะ กรุงเทพฯ
ฯลฯ

ผลงานวิจัยที่ได้นำเสนอในการประชุมทางวิชาการในต่างประเทศ(โปรดระบุหัวข้อประชุม/สัมมนา และสถานที่)

1. An Agro-ecological Land Suitability Analysis Using GIS For Oil Palm Plantation in Southern Thailand. ACRS 2003 (The 24th Asian Conference On Remote Sensing). At Busan Exhibition and Convention Center (BEXCO) Busan, Korea.
 2. Accuracy of Land Suitability Modeling Using Spectral Characterization. Map Asia 2004 Conference. Beijing International Convention Centre, Beijing, China.
 3. Object Oriented approach for Rubber and Oil Palm Classification (Poster Session) ACRS 2006 (The 27th Asian Conference on Remote Sensing). Chinggis Khaan Hotel, Ulaanbaatar, Mongolia
 4. A Multi-factor Evaluation in GIS for Rubber and Oil Palm Substitution Model in Krabi, THAILAND . International Rubber Conference , IRRDB, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- etc.

ผลงานวิจัยที่ได้รับรางวัล(โปรดระบุรางวัลที่ได้รับ)

บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสาร(โปรดระบุวารสารที่ตีพิมพ์)

สาขาวิชาที่นักวิจัยเชี่ยวชาญ

1. สำรวจข้อมูลระยะไกลด้วยดาวเทียม (Remote Sensing)
2. ภูมิสารสนเทศ (GIS)
3. ปฐพีวิทยา Soil Science (Soil Survey, Soil Physics, Some Soil Microorganism)
4. การประเมินศักยภาพดิน (Land Evaluation)

Reviewer for the International Research Conference

1. Reviewer for the article submitted to the 8th RSU International Research Conference on Sciences and Technology 2023 (RSUSCI-2023) which is scheduled on April 28, 2023.
Manuscript ID : IN23-025 **Title name :** Establishment of method for *Wolbachia* trans-infection in the leafhopper, vector of sugarcane white leaf disease.