ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมอาคาร)

ปริญญา

นวัตกรรมอาคาร | เทคโนโลยีทางอาคาร

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์

Study of Growing Indoor Plants using Artificial Light

นามผู้วิจัย นางสาวจูนลิฎา โยธาทิพย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์พาสินี สุนากร, M.Arch.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรียา บุญกอแก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าสาขาวิชา .....

(อาจารย์โสภา วิศิษฏ์ศักดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วัน ..... **เดือน** ..... **พ.ศ** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์

Study of Growing Indoor Plants using Artificial Light

โดย

นางสาวจูนลิฎา โยธาทิพย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมอาคาร)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จูนลิฎา โยธาทิพย์ 2553: การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์ ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมอาคาร) สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาคาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์พาสินี สุนากร, M.Arch. 198 หน้า

บทความวิจัยนี้ นำเสนอการการปลูกพืชสวนครัวภายในอาคาร กรณีที่พื้นที่อาคารส่วนนั้นไม่ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ โดยการนำแสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์ซึ่งไม่มีความร้อน ได้แก่ หลอดแอลอีดีและหลอดฟลูออเรสเซนท์ มาใช้ทดลองปลูกกับพืชสวนครัวประเภทกะเพรา โหระพาและแมงลัก โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ ตัวแปรที่กำหนด 3 อย่าง คือ ชนิดของแสงสว่าง ระยะเวลาการให้แสงสว่าง และปริมาณความเข้มแสงที่ให้ต่างกัน ผลวิจัยที่ได้ คือ

จากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแสงกับการเจริญเติบโต พบว่า พืชทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี มีชีวิตรอด และมีการเจริญเติบโต (ในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบ) ได้ดีกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ ในส่วนความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโต พบว่า พืชทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน มีชีวิตรอดและมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีระยะเวลาการให้แสง 8 และ 4 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ และท้ายสุด ในการหาความสัมพันธ์ของความเข้มแสงที่ต่างกันกับการเจริญเติบโต พบว่า พืชทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 1100 ลูเมน มีชีวิตรอดและมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 900 , 700 และ 500 ลูเมน ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม ทั้งกะเพรา โหระพา และแมงลักจะสามารถอยู่รอด และเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแสงประดิษฐ์ทั้งประเภทแอลอีดีและฟลูออเรสเซนท์ได้นั้น จะต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่างทรงพุ่มพืชและหลอดไฟ เพื่อให้พืชได้รับความเข้มแสงที่เพียงพอต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยในงานวิจัยนี้ทดลองในความเข้มแสงที่ 700 ลูเมน พบว่า ถ้าต้องการให้พืชทั้ง 3 ชนิดอยู่รอดและเจริญเติบโตได้ ควรติดตั้งหลอดไฟแอลอีดี หรือฟลูออเรสเซนท์ที่ระยะห่างจากปลายทรงพุ่ม 10 ซม. หรือถ้าต้องการติดตั้งให้มีระยะห่างมากกว่านี้ จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนหลอดที่ใช้ด้วย

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Junelida Yothatip 2010: Study of Growing Indoor Plants using Artificial Light. Master of Architecture (Building Innovation), Major Field: Building Innovation, Department of Technology Building. Thesis Advisor: Associate Professor Pasinee Sunakorn, M.Arch. 198 pages.

This research paper presents how to grow indoor plant without natural light by using artificial light without heat such as LED and Fluorescent lamps. Experiment was tested with vegetable crops, such as *Ocimum sanctum* L., *Ocimum basilicum* L., and *Ocimum americanum* L. by measuring growth from height, width of canopy, and numbers of leaves. The three variables are type of lights, light duration, and light intensity. The above mentioned variable provide different outcome making research results as follows:

According to test in searching of relation between type of lights and growth of plant, it was found that three plants grown in test box using LED lamp can survive longer and give better plant growth in term of canopy's width and leaves number than plant grown in test box using Fluorescent lamp. By comparison of relation between light duration and plant growth, it was found that three plants grown in test box with 12 hours duration live longest and give max plant growth in term of canopy's width and leaves number than plants 8 and 4 hours duration, respectively. Lastly, in searching of relation between different intensity and plant growth, it was found that three plants grown in test box with intensity at 1100 lumen can live longest and give maximum plant growth in term of canopy's width and leaves number than plant grown in test box with 900, 700 and 500 lumen, respectively.

Furthermore, *Ocimum sanctum* L., *Ocimum basilicum* L., and *Ocimum americanum* L. can grow and live with artificial light (LED and Fluorescent) depend on suitable distance between plant and lamp in order to sufficient light intensity for photosynthesis. For this research found that in case of the 700 lumen of light intensity, all of plants can survive when we set up LED or Fluorescent with 10 centimeter between lamp and plant canopy. However, the distance between lamp and plant also depends on the number of lamps.

_____ _____ __ / __ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ พาสินี สุนากร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัชรียา บุญกอแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่าง จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ทุนสนับสนุนการวิจัย จากหลักสูตรนวัตกรรมอาคาร สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ,แม่และพี่หนึ่ง สำหรับทุกสิ่งทุกอย่างในชีวิตและเป็นกำลังใจที่ดีที่สุด ขอบคุณจากใจ เพื่อนจ๊อบที่ให้การช่วยเหลือทุกครั้งที่มีปัญหา ขอบคุณพี่จ้องสำหรับตู้ทดลอง ขอบคุณยันและน้ำ ที่ทำงานหนักแทนในช่วงที่ไม่มีเวลา ขอบคุณก๊อดสำหรับคำแนะนำดีๆ ขอบคุณน้องดา ท้อปและโอชิน ที่อยู่ร่วมทุกข์สุขกันจนจบ

ขอบคุณทุกๆ กำลังใจจากอีกหลายๆคนที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ยังคอยถามไถ่ถึงกันเสมอ จะจดจำทุกคนไว้ไม่มีวันลืม ขอบคุณจากใจจริงๆ

จูนลิฎา โยธาทิพย์
ธันวาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	47
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล	61
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	121
สรุปผลการวิจัย	121
ข้อเสนอแนะ	133
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	130
ภาคผนวก	136
ภาคผนวก ก ตารางบันทึกการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง	137
ภาคผนวก ข ค่า STANDARD ERROR	160
ภาคผนวก ค แสดงผลการวัดค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและความเข้มแสงในหลอด LED และหลอด FLU	195
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	198

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ	11
2	ประเภทของดินและการจัดการ(5)	14
3	แสดงการเปรียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS	36
4	แสดงการเปรียบค่าความสว่างในโรงงานตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS	36
5	บันทึกการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED และ FLU	66
6	เทียบสัดส่วนความสูงระหว่างพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี(LED) และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์(FLU)	80
7	ปรับฐานเทียบความสูงเป็นอัตราส่วน	81
8	เทียบสัดส่วนความกว้างทรงพุ่มระหว่างพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED) และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)	82
9	ปรับฐานเทียบความกว้างเป็นอัตราส่วน	82
10	เทียบสัดส่วนจำนวนใบระหว่างพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED) และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)	83
11	แสดงอัตราการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสงต่างกัน	93
12	เทียบความสูงโดยนำค่าความสูงที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าความสูงที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย 100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน(%)	107
13	เทียบความกว้างโดยนำค่าความกว้างที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าความกว้างที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน(%)	107

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	เทียบจำนวนใบโดยนำค่าจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน(%)	108
15	ค่าความเข้มแสงที่พืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที)	114
16	แสดงความเข้มแสงส่วนที่เลือกนำมาเฉลี่ย และความเข้มแสงที่พืชได้รับจริง	115
17	เปรียบเทียบการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED) และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์	122
18	แสดงอัตราการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสงต่างกัน	129

ตารางผนวกที่

ก1	กล่องทดลองที่ใช้หลอด LED เปิดไฟต่อเนื่อง 12 ชม. (LED1)	138
ก2	กล่องทดลองที่ใช้หลอด LED เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชม. (LED2)	140
ก3	กล่องทดลองที่ใช้หลอด LED เปิดไฟต่อเนื่อง 4 ชม. (LED3)	141
ก4	กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 12 ชม.(FLU1)	143
ก5	กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.(FLU2)	144
ก6	กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 4 ชม.(FLU3)	146
ก7	กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 1100 ลูเมน (LU1)	147
ก8	กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 900 ลูเมน (LU2)	149
ก9	กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 700 ลูเมน (LU3)	151

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก10	กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 500 ลูเมน (LU4)	153
ก11	กล่องที่ปลูกในสภาวะแสงธรรมชาติ	155
ก12	กล่องที่ไม่ให้ความสว่าง	157
ข1	LED	161
ข2	FLU	168
ข3	LU	177
ข4	SUN	189
ข5	NO	192
ค1	แสดงผลการวัดค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและความเข้มแสงในหลอด LED	196
ค2	แสดงผลการวัดค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและความเข้มแสงในหลอด FLU	197

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	6
2	แสดงตำแหน่ง light saturation point	7
3	แสดงตำแหน่ง light intensity	8
4	แสดงตำแหน่ง อุณหภูมิของพืช C3 และ C4 ที่พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีประสิทธิภาพสูง	9
5	แสดงตำแหน่งอัตราการตรึง CO2 ของพืช C3 และ C4	10
6	ต้นกะเพรา	22
7	ต้นโหระพา	25
8	ต้นแมงลัก	28
9	ไดอะแกรมแสดงประเภทของหลอด	33
10	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1	38
11	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์2	39
12	แสดงหลอดแอลอีดี	40
13	การปลูกพืชของ Pasona O_2 ที่เมืองโตเกียวประเทศญี่ปุ่น	42
14	งานวิจัยเกี่ยวกับการปลูกพืชของ Douglas C Needham	43
15	รูปแบบของกล่องทดลองที่ทำการออกแบบและจัดทำไว้	48
16	การแบ่งกลุ่มการทดลองโดยรวม	49
17	การทดลองเปรียบเทียบชนิดของหลอดไฟสว่าง	50
18	การควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนท์	51
19	ขนาดของกระถางที่นำมาใช้ในการทดลอง	52
20	การออกแบบการเว้นระยะห่างของกระถางในกล่องทดลอง	53
21	การออกแบบการเว้นระยะห่างของกลางกระถางกับกลางหลอดไฟในกล่องทดลอง	54
22	การรดน้ำจากถ้วยตวง	55
23	เครื่อง Data logger testo 177-H1 V01.10 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	เครื่อง Illuminance Meter	56
25	การวัดความเข้มแสงโดยใช้เครื่องวัดแสงชนิด Quantum sensor และ data logger LI-1400	57
26	การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิด้วยเครื่อง Portable Photosynthesis System (LI-6400XT)	57
27	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกการทดลอง	58
28	สถานที่ทำการทดลอง	59
29	เปรียบเทียบการอยู่รอดของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED)และหลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)	68
30	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอยู่รอดของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี(LED)และหลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)	69
31	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	71
32	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	72
33	แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	72
34	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	73
35	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	73
36	แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	74
37	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
38	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	75
39	แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	75
40	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอดFLU	76
41	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU	76
42	แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU	77
43	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	77
44	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU	78
45	แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU	78
46	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอดLED	79
47	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU	79
48	แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU	80
49	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED	84
50	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU	84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
51	เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดของพืชที่ใช้หลอด LED ที่เปิดในระยะเวลาต่างกัน	86
52	เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดของพืชที่ใช้หลอด ฟลูออเรสเซนส์ ที่เปิดในระยะเวลาต่างกัน	86
53	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ใช้ความเข้มแสง 700 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 12 ชั่วโมง	88
54	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง12 ชั่วโมง	88
55	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง	89
56	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง	89
57	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 4 ชั่วโมง	90
58	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 4 ชั่วโมง	90
59	แสดงการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีสภาวะความเข้มแสงที่ต่างกัน	92
60	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในภาวะปกติ	96
61	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในภาวะปกติ	96
62	แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในภาวะปกติ	97
63	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 1100 ลูเมน (LU1)	97
64	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง1100ลูเมน (LU1)	98

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
65	แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง1100ลูเมน (LU1)	98
66	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 900ลูเมน (LU2)	99
67	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 900ลูเมน (LU2)	99
68	แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 900ลูเมน (LU2)	100
69	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 700ลูเมน (LU3)	100
70	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 700ลูเมน (LU3)	101
71	แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 700ลูเมน (LU3)	101
72	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 500ลูเมน (LU4)	102
73	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 500 ลูเมน (LU4)	102
74	แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 500ลูเมน (LU4)	103
75	แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง	103
76	แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง	104
77	แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง	104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
78	เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยจากการปลูกพืชที่สภาวะแสงต่างกัน	105
79	เปรียบเทียบความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยจากการปลูกพืชที่สภาวะแสงต่างกัน	105
80	เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยจากการปลูกพืชที่สภาวะแสงต่างกัน	106
81	เปรียบเทียบจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นระหว่างการทดลอง	106
82	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 1100 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง	108
83	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 900 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง	109
84	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง	109
85	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 500 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง	110
86	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกในสภาวะปกติ	110
87	แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกในสภาวะไม่ให้แสง	111
88	แสดงตำแหน่งบริเวณที่ใช้เก็บข้อมูลการวัดความเข้มแสง (มองจากด้านบน)	113
89	แสดงตำแหน่งบริเวณที่ใช้เก็บข้อมูลการวัดความเข้มแสง(มองจากด้านข้าง)	113
90	ปริมาณแสงที่พืชทั้งสามชนิดต้องการเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง	116
91	การจัดวางระยะระหว่างต้นไม้กับหลอดไฟ	118
92	เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอด ในความเข้มแสงที่ต่างกัน (หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสงต่างกัน,แสงธรรมชาติและไม่มีแสง)	128

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์

Study of Growing Indoor Plants using Artificial Light

คำนำ

นับเป็นเวลานานมาแล้ว ที่มนุษย์ได้รู้จักนำเอาพืชมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ตัวเอง ดังจะเห็นได้จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำรงชีวิต ล้วนแล้วแต่ได้รับมาจากพืชทั้งนั้น ในอดีตที่ผ่านมามนุษย์ได้เรียนรู้ที่จะนำเอาต้นไม้มาปลูกรอบๆ บริเวณที่อยู่อาศัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้เกิดร่มเงา ให้ดอกให้ผล ใช้เป็นอาหารและบางชนิดยังเป็นยารักษาโรคได้อีกด้วย แต่ในปัจจุบันความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น จนเกิดการสวนทางกันกับธรรมชาติ ดังจะเห็นได้จากการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ที่นับวันแต่จะเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ แต่พื้นที่ที่มนุษย์จะใช้เพื่อการอยู่อาศัย ก็ยังคงมีปริมาณเท่าเดิม ด้วยเหตุนี้เองที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยของมนุษย์จึงต้องจำ**กัด**ขนาดลงและเมื่อที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยของมนุษย์มีขนาดเล็กลง การที่จะปลูกต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่เพื่อให้ร่มเงา ให้ดอกให้ผลนั้น จึงค่อนข้างที่จะเป็นไปได้ยาก นอกเสียจากการปลูกต้นไม้ ที่มีขนาดเล็กเพื่อที่จะได้ชื่นชมกับความงามของดอกหรือใบเท่านั้น

ด้วยเหตุนี้เอง ต้นไม้ที่มีขนาดเล็กจึงเริ่มมีบทบาทต่อชีวิตของมนุษย์มากขึ้น เพราะไม้ประเภทนี้เป็นต้นไม้ที่มีขนาดกะทัดรัด ไม่ต้องการเนื้อที่มากและยังมีความงดงาม แปลกหูแปลกตา อีกทั้งยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกมากมายบางประเภทสามารถนำมาประกอบอาหารอีกทั้งเป็นยารักษาโรคได้ และสามารถที่จะนำมาปลูกเลี้ยงหรือใช้ตกแต่งประดับประดาในบริเวณบ้านได้ง่ายไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ (1) และด้วยการใช้ชีวิตในปัจจุบันของคนเรานั้นเริ่มเปลี่ยนไป ต้องทำงานต่างจังหวัด ต่างพื้นที่ไม่สามารถเดินทางไปกลับระหว่างบ้านกับที่ทำงานได้ ก็มักจะพักอาศัยอยู่ตามหอพัก บ้านเช่า ห้องแถว หรือคอนโดมิเนียม ซึ่งมักจะมีพื้นที่จำกัด ตามราคาและความแออัดของประชากรในพื้นที่นั้นๆ การอาศัยอยู่แบบนี้มีพื้นที่จำกัดและไม่มีบริเวณที่ดินเพียงพอสำหรับเพาะปลูก ดังนั้นลักษณะของ พื้นที่ปลูกที่จะเหมาะสำหรับครอบครัว ที่มีพื้นที่อยู่อาศัยจำกัด ควรที่จะไม่ต้องเน้นเรื่องการปลูกลงดิน แต่จะปลูกลงในกระถางหรือภาชนะอื่นๆ ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายดาย และยังสามารถวางไว้ในที่ที่พอจะมีพื้นที่อยู่บ้าง เช่น ระเบียง มุมพักผ่อนในห้อง มุมพักผ่อนในที่ทำงาน ห้องนอน ห้องครัวในคอนโดมิเนียม เป็นต้น ดังนั้นการเลือกประเภทของต้นไม้ก็ควรมีขนาดที่ไม่ใหญ่นักเพื่อให้เหมาะสมสำหรับพื้นที่ๆ จำกัด และนอกจากความสดชื่นเมื่อได้มองเห็นต้นไม้แล้วเรายัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถใช้ประโยชน์จากต้นไม้ได้อีกทางหนึ่ง คือ การรับประทาน ดังนั้นการเลือกผักสวนครัวมาใช้ปลูกภายในบ้านจึงมีข้อดีถึงสองอย่างพร้อมๆกัน การปลูกพืชสวนครัวในกระถาง เป็นเรื่องง่าย ไม่ยุ่งยาก เนื่องจากพืชที่จะปลูกส่วนใหญ่เป็นพืชพื้นบ้านของไทย จึงปลูกง่าย เลี้ยงง่าย แข็งแรง ไม่ค่อยมีปัญหาโรค และ แมลงรบกวน เพียงแต่ว่าเมื่อนำมาปลูกในกระถางจะทำให้พืชมีพื้นที่จำกัดในการหากิน ทำให้ต้องมีการเตรียมดินที่ดีและมีการดูแลให้น้ำ ใส่ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอเพราะการที่พืชจะเจริญเติบโตแข็งแรงและมีสุขภาพดีได้นั้นหาได้ขึ้นอยู่กับการให้น้ำและให้ปุ๋ยอย่างเพียงพอเท่านั้น ไม่แต่ยังมีปัจจัยสำคัญอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไม้ประดับอีกหลายประการ เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ น้ำ ความชื้น เป็นต้น

ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ขาดไม่ได้ในการเจริญเติบโตของพืชคือ แสงสว่าง เนื่องจากพืชจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อการเจริญเติบโต หากเราจะนำพืชมาปลูกภายในอาคารนั้น แสงสว่างที่มีอาจไม่เพียงพอเพื่อให้พืชใช้สังเคราะห์แสงและเจริญเติบโตได้ ดังนั้นปัจจัยนี้เป็นส่วนสำคัญที่เราจะนำมาคิด วิเคราะห์ เพื่อใช้แสงประดิษฐ์ที่ใช้ภายในอาคารในปัจจุบันมาใช้ทดแทน เนื่องจากว่าช่วงแสงที่พืชส่วนใหญ่ต้องการเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นตรงกันกับแสงประดิษฐ์บางประเภท เนื่องจากพืชส่วนใหญ่มีความต้องการแสงเพื่อนำมาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นการปลูกพืชภายในอาคารจึงมักถูกจำกัดด้วยชนิดของพืชที่ต้องการแสงน้อยเท่านั้น จึงมีแนวความคิดว่า เนื่องด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันนี้ สามารถสร้างแสงประดิษฐ์ที่มีลักษณะความเข้มแสง และสีของแสงที่ต่างๆกันออกไปได้ หากเราเลือกนำมาใช้ในช่วงที่เหมาะสมกับที่พืชต้องการนั้น จะสามารถทดแทนแสงสว่างจากธรรมชาติได้และเราจะสามารถปลูกพืชไว้ภายในบ้านได้ แม้ว่าในพื้นที่นั้นจะมีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เข้าถึงไม่เพียงพอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. นำแสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์ มาใช้กับพืชสวนครัวที่ปลูกในอาคารเพื่อช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง

2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชสวนครัวภายในและภายนอกอาคารโดยการทดลองจากตัวแปร คือ ระยะเวลา ปริมาณความสว่างและชนิดหลอดไฟประเภทหลอดแอลอีดีและหลอดฟลูออเรสเซนท์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาและคัดเลือกพันธุ์พืชประเภทพืชสวนครัว ได้แก่ กะเพรา โหระพาและแมงลัก

2. ศึกษาชนิดและประเภทของแสงประดิษฐ์ จากหลอดไฟประเภทที่ไม่มีการเผาไหม้ ได้แก่ หลอดแอลอีดีและหลอดฟลูออเรสเซนต์ ถึงปริมาณความเข้มแสงและช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และสามารถทำให้พืชเจริญเติบโตได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถปลูกพืช ภายในอาคารได้ แม้ในส่วนที่แสงธรรมชาติไม่เพียงพอ

2. สามารถพัฒนาการปลูกพืช ภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์เป็นตัวช่วยให้พืชเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ทราบถึงปัจจัยอื่นๆที่ช่วยให้การปลูกพืชภายในอาคารร่วมกับแสงประดิษฐ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระเบียบวิธีการวิจัย

แนวทางการศึกษาวิจัย : การศึกษาวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพ

รูปแบบการศึกษาวิจัย : การวิจัยเชิงทดลอง

ลักษณะการศึกษาวิจัย : การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างพืชและแสงสว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ในการวิจัย “การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์” นั้น เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แสงประดิษฐ์มาเป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของพืชภายในอาคารที่ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติไม่เพียงพอ ดังนั้นสิ่งที่จำเป็นต้องศึกษาอย่างละเอียดในการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยจึงแบ่งได้เป็น 2 หมวดใหญ่ๆ คือ เรื่องของแสงสว่างและเรื่องของพืช เพื่อดำเนินการวิจัยได้อย่างถูกต้องและครอบคลุมในงานวิจัยได้อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์

การศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยแบ่งได้เป็น

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับพืช

   - การสังเคราะห์ด้วยแสง
   - พืชสวนครัว
   - การจัดแบ่งประเภทของพืชสวนครัว
   - การปลูกพืชสวนครัว
   - การปลูกพืชในกระถาง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับแสงสว่าง

   - แหล่งกำเนิดแสง
   - แสงธรรมชาติ
   - แสงประดิษฐ์
   - สเปคตรัม**หรือ**ช่วงแสงและเวลาที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง
   - การวัดแสง การวัดความสว่าง หน่วยการวัดและการคำนวณ
   - หลอดไฟ คุณสมบัติและการใช้งาน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

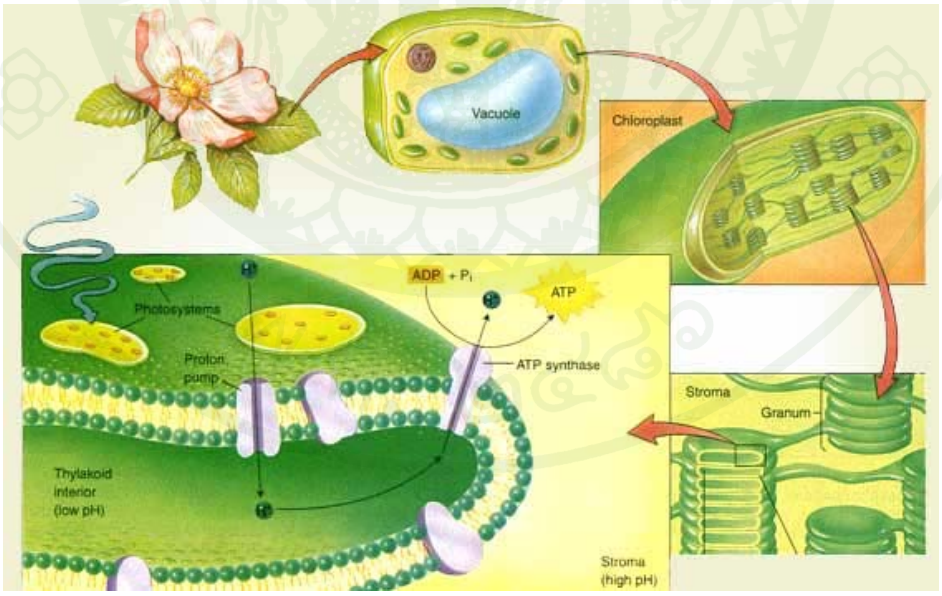
ทฤษฎีที่เกี่ยวกับพืช

การสังเคราะห์ด้วยแสง

การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการสำคัญที่พืชสีเขียว ซึ่งมีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์เป็นตัวนำพลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการสร้างอาหารจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ **(CO_2)** และน้ำ ไปเป็นคาร์โบไฮเดรตคือน้ำตาลหรือแป้ง รวมทั้งการปลดปล่อยออกซิเจนออกมา **(O_2)** ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. ปัจจัยเกี่ยวกับพืช

หมายถึง ชนิดของพืช สภาพทางสรีรวิทยาของพืช เช่น ในใบพืชที่อ่อนหรือแก่เกินไปพบว่าความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำ ใบที่อ่อนเกินไปการพัฒนาของคลอโรฟิลล์ยังไม่เต็มที่ ส่วนใบที่แก่เกินไปจะมีการสลายตัวของรงควัตถุในคลอโรพลาสต์ การสูญเสียโครงสร้างที่สำคัญนี้มีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

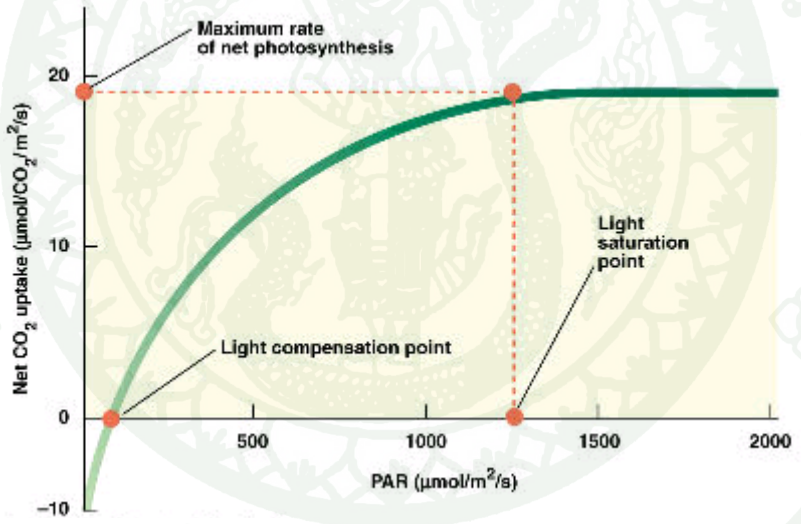
ที่มา: http://www.msu.ac.th/satit/studentProj/2546/M105/BIOLOGY/page6.html

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผลผลิตโดยรวมของพืช มีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในพืช

ก. แสงและความเข้มแสง แสงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังโลก มีความเข้มแสงที่แตกต่างกันไปตามตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลก และยังแตกต่างกันตามฤดูกาลอีกด้วย โดยทั่วไปแล้ว ความเข้มแสงที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพิ่มสูงขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตาม อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเข้มของแสงถึงจุดหนึ่งเท่านั้น แล้วจะคงที่ ณ ความเข้มแสงหนึ่ง เราเรียกจุดความเข้มแสงดังกล่าวว่า light saturation point



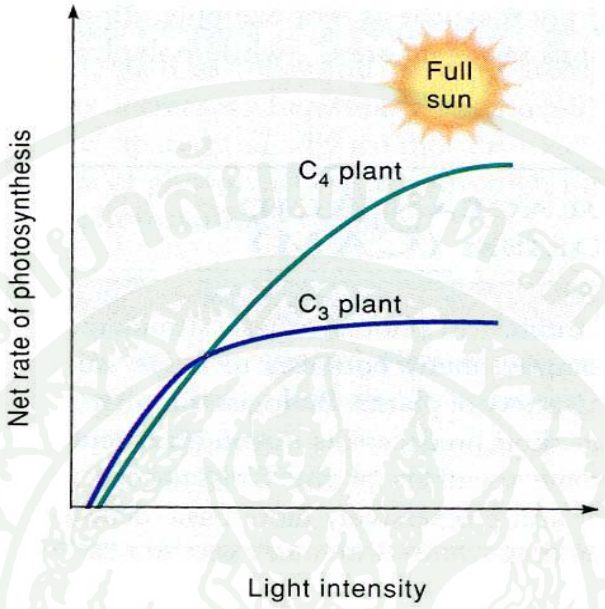
ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่ง light saturation point

ที่มา: กนกวรรณ (ม.ป.ป.)

สำหรับ ผลของความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันในพืช C_3 , C_4 และ พืช CAM อีกด้วย ดังนั้น หากเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบ (leaf photosynthetic capacity) ของพืช C_3 , C_4 และ พืช CAM ที่วัดในสภาวะที่มีความเข้มข้นของ **CO_2** และ O2 ที่ระดับปกติ อุณหภูมิพอเหมาะ ความชื้นสัมพัทธ์สูง และความเข้มแสงสูงจนถึงจุด light

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

saturation point จะพบว่า พืชที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดส่วนใหญ่เป็นพืช C4 และรองลงมาคือพืช C3 ส่วนพืช CAM มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยที่สุด



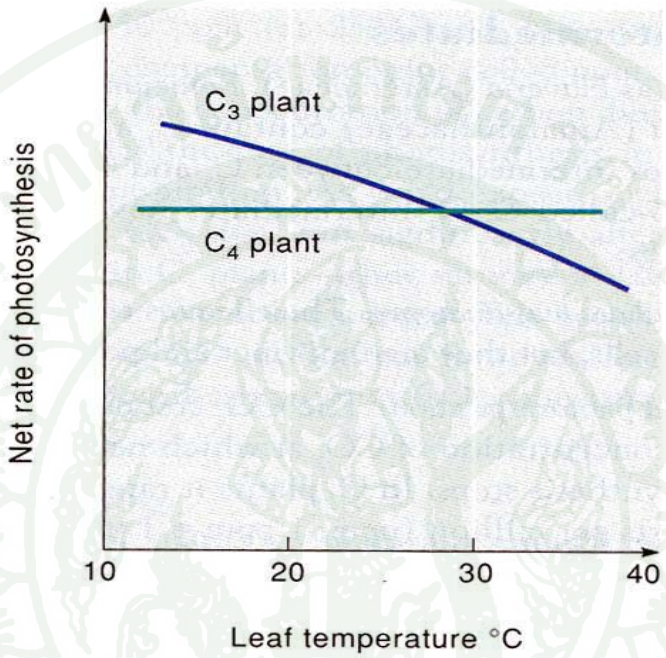
ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่ง light intensity

ที่มา: กนกวรรณ (ม.ป.ป.)

ข. อุณหภูมิ ใบพืชที่ได้รับแสงโดยตรงจะมีผลทาให้อุณหภูมิของใบเพิ่มสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่พืชมีกลไกในการระบายความร้อนหลายวิธี เช่น การปลดปล่อยความร้อนจากใบพืชโดยตรง หรือปลดปล่อยความร้อนโดยแฝงไปกับกระบวนการคายน้าของพืช อย่างไรก็ตามหากพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พบว่า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 0-35 °C หรือ 0-40 °C อย่างไรก็ตาม หากอุณหภูมิสูงกว่านี้ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชส่วนใหญ่จะลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น การทำงานของเอนไซม์ใน Calvin cycle และ อุณหภูมิที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปยังส่งผลต่อคุณสมบัติความเป็น semipermeability ของ cell membrane ที่จะเป็นต่อการทางานของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ ผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะมีความแตกต่างกันในพืช พืช C3 และ พืช C4 อีกด้วย โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3 จะลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ photorespiration แต่ในพืช C4 ที่มี photorespiration ที่ต่ำ อุณหภูมิที่สูงขึ้นจึงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C4 น้อยมาก



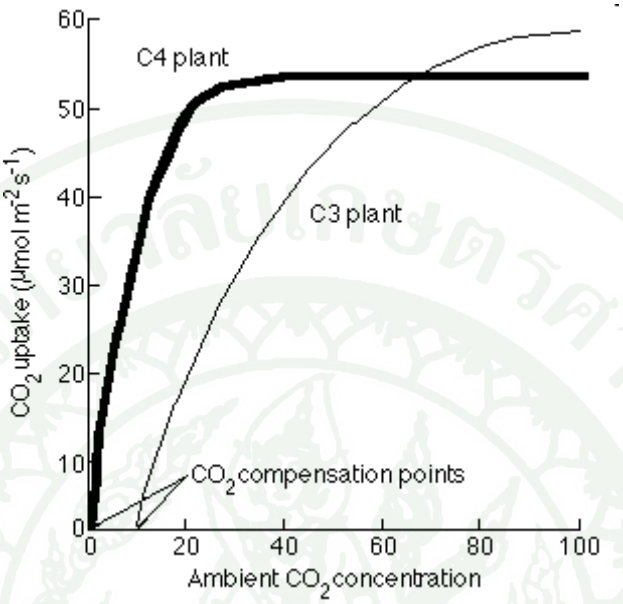
ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่ง อุณหภูมิของพืช C3 และ C4 ที่พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีประสิทธิภาพสูง

ที่มา: กนกวรรณ (ม.ป.ป.)

ค. ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปแล้ว ถ้าความเข้มข้นของ CO2 เพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เมื่อความเข้มข้นของ CO2 ในอากาศเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งที่ทาให้อัตราการตรึง CO2 ของพืชเท่ากับอัตราการปล่อย CO2 โดยกระบวนการหายใจ เราเรียกความเข้มข้นของ CO2 ที่ระดับนี้ว่า CO2 compensation point ซึ่งเป็นระดับที่มีการแลกเปลี่ยนของ net CO2 เป็นศูนย์ พืช C4 มี CO2 compensation point ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่าพืช C3 มาก เนื่องจากพืช C4 มีกลไกในการเพิ่มความเข้มข้นของ CO2 ใน bundle sheet cell ดังนั้นพืช C4 จึงต้องการ CO2 ในระดับความเข้มข้นที่ไม่มากนักก่อนที่จะถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

CO2 compensation point แต่ในพืช C3 ที่มี photorespiration สูง เมื่อ CO2 ในอากาศต่ำ มี CO2 compensation point ในระดับที่สูงกว่า



ภาพที่ 5 แสดงตำแหน่งอัตราการตรึง CO2 ของพืช C3 และ C4

ที่มา: กนกวรรณ (ม.ป.ป.)

เมื่อความเข้มข้นของ CO2 เพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับที่มี CO2 อิ่มตัวในอากาศ ณ จุดดังกล่าว อัตราการตรึง CO2จะคงที่ สาหรับพืช C4 ซึ่งมี CO2 saturation point ต่ำกว่าพืช C3

คาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น ความเข้มข้นสูงขึ้น แต่ความเข้มของแสงน้อย และอุณหภูมิของอากาศก็ต่ำ กรณีเช่นนี้ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดต่ำลงตามไปด้วย ในทางตรงกันข้าม ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์มีความเข้มข้นสูงขึ้น ความเข้มของแสงและอุณหภูมิของอากาศก็เพิ่มขึ้น กรณีเช่นนี้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ปัจจัยจำกัดของการสังเคราะห์ด้วยแสง

จากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงตามที่กล่าวมาแล้วนั้น อาจสรุปได้ว่าในสภาวะที่พืชได้รับความเข้มของแสงน้อย แสงจะเป็นปัจจัยจากัดของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่เมื่อความเข้มแสงเพิ่มมากขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชก็เพิ่มมากขึ้นด้วยดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้น ในสภาพความเข้มแสงมาก แสงไม่ใช่ปัจจัยจากัดอีกต่อไป แต่ความเข้มข้นของ CO2 จะเป็นปัจจัยจากัดของพืช C3 ส่วนในพืช C4 พบว่าปัจจัยจากัดที่สำคัญคือปริมาณเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. ความชื้นสัมพัทธ์

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงมีอากาศร้อนชื้นปกคลุมเกือบตลอดปี เว้นแต่บริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไปความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงชัดเจนในช่วงฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยเฉพาะฤดูร้อนจะเป็นช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำสุดในรอบปี ในบริเวณดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 73-75 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงเหลือ 64-69 เปอร์เซ็นต์ในช่วงฤดูร้อน และเคยมีความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำที่สุดเพียง 9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2526 ที่จังหวัดเลย และเมื่อวันที่ 23 เมษายน 2533 ที่จังหวัดเชียงราย ส่วนบริเวณที่อยู่ติดฝั่งทะเลได้แก่ภาคตะวันออก และภาคใต้จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า โดยเฉพาะภาคใต้มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 79-80 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ

ภาค	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ตลอดปี
เหนือ	74	64	81	75
ตะวันออกเฉียงเหนือ	69	66	80	73
กลาง	70	69	79	75
ตะวันออก	71	75	81	76
ใต้				
- ฝั่งตะวันออก	80	77	79	79
- ฝั่งตะวันตก	78	76	84	80

ที่มา: http://www.tmd.go.th/info/knowledge_weather02_n.html

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. หน่วยวัดความเข้มแสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

โมล (mole) คือ หน่วยของปริมาณสารของระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฐานซึ่งมีจำนวนเท่ากับอะตอมใน 0.012 กิโลกรัมของ C - 12 เป็นหน่วยพื้นฐานของปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี

ในการใช้หน่วยวัดสำหรับพืช ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที คือ หน่วยที่ใช้บอกความเข้มแสง ในส่วนของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งพืชในเขตร้อนชื้นทั่วไปอยู่ในช่วงระหว่าง 5-25 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

ผักสวนครัว

ผักเป็นอาหารประจำวันของมนุษย์ เป็นแหล่งอาหารให้แร่ธาตุวิตามินที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีราคาถูก เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์จากข้อมูลวิจัยกล่าวว่า มนุษย์เราควรบริโภคผักวันละประมาณ 200 กรัม เพื่อให้ร่างกายได้รับแร่ธาตุและวิตามินอย่างเพียงพอ

ผลการวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย ชี้ให้เห็นว่าประชากรของประเทศไทย โดยเฉพาะ สตรีมีครรภ์และพวกเด็กๆ มักขาดแคลนแร่ธาตุวิตามินกันมาก ประกอบกับปัญหาด้านเศรษฐกิจที่ส่งผลกระทบ ทำให้มีค่าครองชีพสูงขึ้น ดังนั้นกรมส่งเสริมการเกษตร จึงได้มีการรณรงค์ให้มีการปลูกผักสวนครัวไว้รับประทานเองในครอบครัว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีพืชผักเพียงพอแก่การบริโภคในครัวเรือน ทำให้ได้รับสารอาหารครบตามความต้องการของร่างกาย และช่วยลดภาวะค่าครองชีพ

1. ข้อควรพิจารณาก่อนปลูกผักสวนครัว

การปลูกผักสวนครัวต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การเลือกสถานที่ปลูก ควรเลือกพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ที่สุด อยู่ใกล้แหล่งน้ำและไม่ไกลจากที่พักอาศัยมากนักเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานด้านการปลูก การดูแลรักษาและสะดวกในการเก็บมาประกอบอาหารได้ทันทีตามความต้องการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การเลือกประเภทผักสำหรับปลูก ชนิดของผักที่จะปลูกควรคำนึงถึงการใช้เนื้อที่ให้ได้ประโยชน์มากที่สุด โดยการปลูกผักมากชนิดที่สุดเพื่อจะได้มีผักไว้บริโภคหลายๆ อย่าง ควรเลือกชนิดของผักที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและปลูกให้ตรงกับฤดูกาล ทั้งนี้ควรพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ วันเสื่อมอายุ ปริมาณหรือน้ำหนัก โดยดูจากสลากข้างกระป๋องหรือซองที่บรรจุเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าเมล็ดพันธุ์นั้นใหม่หรือเสื่อมความงอกแล้ว เวลา วันที่ผลิตถึงวันที่จะซื้อ ถ้ายิ่งนานคุณภาพเมล็ดพันธุ์จะลดลง

1.3 การเลือกทำเลการปลูกผัก

ก. ที่ตั้งของสถานที่ปลูก ในการปลูกผักหรือพืช จำเป็นต้องมีดินหรือวัสดุให้ต้นพืชยึดเกาะรวมทั้งเป็น แหล่งน้ำ แหล่งธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช

ข. สภาพแสงและร่มเงา นับว่ามีความจำเป็นในขบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพื่อสร้างอาหาร ปริมาณแสงที่ได้รับในพื้นที่ปลูกแต่ละวันนั้นจะมีผลต่อชนิดของผักที่ปลูก โดยทั่วไปแล้วอาจแบ่งความต้องการแสง ในการปลูกผัก ดังนี้

- สภาพที่ไม่ได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน ควรปลูกพืชผักที่สามารถเจริญเติบโตในร่มได้ เช่น ต้นชะพลู สะระแหน่ ตะไคร้ โหระพา ขิง ข่า และกะเพรา เป็นต้น

- สภาพที่ได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน ควรเลือกปลูกผักที่สามารถเจริญเติบโตได้ในแสงปกติ เช่น ถั่วฝักยาว คะน้า ผักกาดเขียว กวางตุ้ง พริกต่างๆ ยกเว้น พริกขี้หนูสวน (4)

2. ดินและธาตุอาหารพืช

ดินที่เหมาะสมแก่การปลูกผัก คือ ดินที่มีลักษณะร่วนซุย ถ่ายเทอากาศได้ดี ระบายน้ำดี อุดมด้วยอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ประเภทของดินและการจัดการ(5)

ประเภท	ดินทราย และดินร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว
ลักษณะ	มีทรายประกอบอยู่มาก จับปั้นเป็นก้อน ได้บ้าง เมื่อเปียกกระทบเบาๆ จะแตก ระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ	ร่วนซุยสามารถปั้นเป็นรูปต่างๆ ได้ มีความเหนียวเล็กน้อย มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง	เหนียวเหนอะหนะเปียกน้ำ ปั้นเป็น รูปต่าง ๆ ได้ เมื่อแห้งจะเกาะยึดเป็นก้อนแข็งแกร่ง ระบายน้ำและอากาศเลวที่สุดอุ้มน้ำได้ดี
การจัดการ	ใช้อินทรียวัตถุ แกลบ ฯลฯ คลุกเคล้าให้เข้ากัน ควรใช้ปลูกเฉพาะพืชผักอายุสั้น และใช้วัสดุคลุมดิน เช่น ฟาง เพื่อรักษาความชื้นหน้าดินไว้	เป็นดินที่เหมาะสำหรับการปลูกผักอยู่แล้ว แต่ควรใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์ แกลบ คลุกเคล้าเข้าด้วยกัน จะช่วยให้โครงสร้าง ของดินดียิ่งขึ้น	ควรใช้ทราย ขี้เถ้าแกลบ แกลบ ปูน (ถ้าเป็นดินกรด) ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอกเศษฟาง คลุกให้เข้ากันดี ควรทำการยกร่อง ทำคูดินเพื่อช่วยในการระบายน้ำ

ที่มา: http://www.doae.go.th/ni/so/a2.htm

3. ฤดูการปลูก

การปลูกผักควรเลือกให้เหมาะสมกับฤดูกาล เพื่อให้ได้ผักที่มีคุณภาพดี จึงควรพิจารณาเลือกปลูกผัก ดังนี้

ผักที่ควรปลูกในต้นฤดูฝน คือ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม ได้แก่ หอมแบ่ง ผักกาดเขียวกวางตุ้ง ผักบุ้ง คะน้า พริกต่างๆ มะเขือต่างๆ ผักกาดหัว ผักกาดหอม บวบ มะระ ฟักเขียว แฟง แตงกวา ข้าวโพดหวาน ถั่วฝักยาว ถั่วพุ่ม น้ำเต้า ถั่วพู ผักบุ้งจีน กระเจี๊ยบเขียว

ผักที่ควรปลูกปลายฤดูฝน ผักใดที่ปลูกต้นฤดูฝนก็ปลูกได้ผลดีในปลายฤดูฝน ยิ่งกว่านั้นยังปลูกผักฤดูหนาวได้อีกด้วย เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปม บร็อคโคลี่ ถั่วลันเตา หอมหัวใหญ่ แครอท แรดิช ผักชี ผักกาดเขียวปลี ผักกาดขาวปลี ผักกาดหอมห่อ ข้าวโพดหวาน แตงเทศ แตงโม พริกยักษ์ พริกหยวก ฟักทอง มะเขือเทศ ขึ้นฉ่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผักที่ควรปลูกในฤดูร้อน ได้แก่ ผักที่ทนร้อนได้ดี และทนความแห้งแล้งพอสมควร ถึงแม้ว่าผักเหล่านี้จะทนร้อนและความแห้งแล้งได้ แต่ถ้าจะปลูกในฤดูร้อนผักบางอย่างก็ต้องรดน้ำเช้า-เย็น ต้องพรวนดินแล้วคลุมด้วยฟางข้าว เพื่อรักษาความชุ่มชื่นไว้ให้พอ เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเทียน บวบ มะระ ถั่วฝักยาว ถั่วพุ่ม น้ำเต้า แฟง ฟักทอง ถั่วพู คะน้า ผักกาดเขียวกวางตุ้ง ผักกาดหอม ผักชี (ผักกาดหอม และผักชีนั้นควรทำร่มรำไรให้ด้วย) ผักกาดขาวเล็ก ผักกาดขาวใหญ่ มะเขือมอญ

ผักและพืชบางอย่างที่ควรปลูกไว้รับประทานตลอดปี ได้แก่ พืชที่ทนทาน ปลูกครั้งเดียว รับประทานได้ตลอดปี เช่น สะระแหน่ ผักชีฝรั่ง หอมแบ่ง แมงลัก โหระพา กะเพรา ผักตำลึง ผักบุ้งไทย กระชาย ข่า ตะไคร้ บัวบก มะแว้ง มะเขือพวง พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนู มะเขือต่างๆ
วิธีการปลูกผักสวนครัว

4. การปลูกผักในแปลงปลูก มีขั้นตอน คือ

4.1 การพรวนดิน ใช้จอบขุดดินลึกประมาณ 6 นิ้ว เพื่อพรวนดินให้มีโครงสร้างดีขึ้น กำจัดวัชพืชในดินกำจัดไข่แมลงหรือโรคพืชที่อยู่ในดิน โดยการพรวนดินตากทิ้งไว้ประมาณ 7-15 วัน

4.2 การยกแปลง ใช้จอบพรวนยกแปลงสูงประมาณ 4-5 นิ้ว จากผิวดิน โดยมีความกว้างประมาณ 1-1.20 เมตร ส่วนความยาวควรเป็นตามลักษณะของพื้นที่หรืออาจแบ่งเป็นแปลงย่อยๆ ตามความเหมาะสม ความยาวของแปลงนั้นควรอยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ ทั้งนี้เพื่อให้ผักได้รับแสงแดดทั่วทั้งแปลง

4.3 การปรับปรุงเนื้อดิน เนื้อดินที่ปลูกผักควรเป็นดินร่วนแต่สภาพดินเดิมนั้นอาจจะเป็นดินทรายหรือดินเหนียว จำเป็นต้องปรับปรุงให้เนื้อดินดีขึ้นโดยการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก อัตราประมาณ 2-3 กิโลกรัม ต่อเนื้อที่ 1 ตารางเมตร คลุกเคล้าให้เข้ากัน

4.4 การกำหนดหลุมปลูก จะกำหนดภายหลังจากเลือกชนิดผักต่าง ๆ แล้วเพราะว่าผักแต่ละชนิดจะใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกัน เช่น พริก ควรใช้ระยะ 75 x 100 เซนติเมตร ผักบุ้งจะเป็น 5 x 5 เซนติเมตร เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การปลูกผักในภาชนะ

การปลูกผักในภาชนะควรจะพิจารณาถึงการหยั่งรากของพืชผักชนิดนั้นๆ พืชผักที่หยั่งรากตื้นสามารถปลูกได้ดีในภาชนะปลูกชนิดต่างๆ และภาชนะชนิดห้อยแขวนที่มีความลึกไม่เกิน 10 เซนติเมตร คือ ผักบุ้งจีน คะน้าจีน ผักกาดกวางตุ้ง (เขียวและขาว) ผักกาดฮ่องเต้ ผักกาดหอม ผักกาดขาวชนิดไม่ห่อ (ขาวเล็ก ขาวใหญ่) ตั้งโอ๋ ปวยเล้ง หอมแบ่ง (ต้นหอม) ผักชี ขึ้นฉ่าย ผักโขมจีน กระเทียมใบ (Leek) กุยช่าย กระเทียมหัว ผักชีฝรั่ง บัวบก สะระแหน่ แมงลัก โหระพา (เพาะเมล็ด) กะเพรา (เพาะเมล็ด) พริกขี้หนู ตะไคร้ ชะพลู หอมแดง หอมหัวใหญ่ หัวผักกาดแดง (แรดิช)วัสดุที่สามารถนำมาทำเป็นภาชนะปลูกอาจดัดแปลงจากสิ่งที่ใช้แล้ว เช่น ยางรถยนต์เก่า กะละมัง ปลอกซีเมนต์ เป็นต้น สำหรับภาชนะแขวนอาจใช้ กาบมะพร้าว กระถาง หรือเปลือกไม้

วิธีการปลูกผักในภาชนะแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี

5.1 เพาะเมล็ดด้วยการหว่านแล้วถอนแยกหรือหยอดเป็นแถวแล้วถอนแยก ซึ่งพืชที่ควรปลูกด้วยวิธีนี้ ได้แก่

- ผักบุ้งจีน
- คะน้าจีน
- ผักกาดขาวกวางตุ้ง
- ผักกาดเขียวกวางตุ้ง
- ผักฮ่องเต้ (กวางตุ้งไต้หวัน)
- ตั้งโอ๋
- ปวยเล้ง
-ผักกาดหอม
- ผักโขมจีน
- ผักชี
- ขึ้นฉ่าย
- โหระพา
- กระเทียมใบ
- กุยฉ่าย
- หัวผักกาดแดง
- กะเพรา
- แมงลัก
- ผักชีฝรั่ง
- หอมหัวใหญ่

5.2 ปักชำด้วยต้น และด้วยหัว ได้แก่

- หอมแบ่ง (หัว)
- ผักชีฝรั่ง
- กระเทียมหัว (ใช้หัวปลูก)
- หอมแดง (หัว)
- บัวบก (ไหล)
- ตะไคร้ (ต้น)
- สะระแหน่ (ยอด)
- ชะพลู (ต้น)
- โหระพา (กิ่งอ่อน)
- กุยช่าย (หัว)
- กะเพรา (กิ่งกึ่งแก่กึ่งอ่อน)
- แมงลัก (กิ่งกึ่งแก่กึ่งอ่อน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. การปฏิบัติดูแลรักษา

การดูแลรักษาด้วยความเอาใจใส่ จะช่วยให้ผักเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์จนถึงระยะเก็บเกี่ยว การดูแลรักษาดังกล่าว ได้แก่

6.1 การให้น้ำ การปลูกผักจำเป็นต้องให้น้ำเพียงพอ การให้น้ำผักควรรดน้ำในช่วงเช้า-เย็น ไม่ควรรดตอนแดดจัด และรดน้ำแต่พอชุ่มอย่าให้โชก

6.2 การให้ปุ๋ย มี 2 ระยะ คือ

1) ใส่รองพื้นคือการใส่เมื่อเวลาเตรียมดิน หรือรองก้นหลุมก่อนปลูก ปุ๋ยที่ใส่ควรเป็นปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก คลุกในดินให้ทั่วก่อนปลูก เพื่อปรับโครงสร้างดินให้โปร่งร่วนซุย นอกจากนั้นยังช่วยในการอุ้มน้ำ และรักษาความชื้นของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชด้วย

2) การใส่ปุ๋ยบำรุง ควรใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อย้ายกล้าไปปลูกจนกล้าตั้งตัวได้แล้ว และใส่ครั้งที่ 2 หลังจากใส่ครั้งแรกประมาณ 2-3 สัปดาห์ การใส่ให้โรยบางๆ ระหว่างแถว ระวังอย่าให้ปุ๋ยอยู่ชิดต้น เพราะจะทำให้ผักตายได้ เมื่อใส่ปุ๋ยแล้วให้พรวนดินและรดน้ำทันที สูตรปุ๋ยที่ใช้กับพืชผัก ได้แก่ ยูเรีย หรือแอมโมเนียซัลเฟต สำหรับบำรุงต้นและใบ และปุ๋ยสูตร 15-15-15 และ 12-24-12 สำหรับเร่งการออกดอกและผล

6.3 การป้องกันจำกัดศัตรูพืช ควรบำรุงรักษาต้นพืชให้แข็งแรง โดยการกำจัดวัชพืช ให้น้ำอย่างเพียงพอและใส่ปุ๋ยตามจำนวนที่กำหนด เพื่อให้ผักเจริญเติบโต แข็งแรง ทนต่อโรคและแมลง หากมีโรคและแมลงระบาดมากควรใช้สารธรรมชาติ หรือใช้วิธีกลต่างๆ ในการป้องกันกำจัด เช่น หนอนต่างๆ ใช้มือจับออก ใช้พริกไทยป่นผสมน้ำฉีดพ่น ใช้น้ำคั้นจากใบหรือเมล็ดสะเดา ถ้าเป็นพวกเพลี้ย เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย และเพลี้ยจั๊กจั่น ให้ใช้น้ำยาล้างจาน 15 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นใต้ใบเวลาเย็น ถ้าเป็นพวกมด หอย และทากให้ใช้ปูนขาวโรยบางๆ ลงบริเวณพื้นดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวผักควรเก็บในเวลาเช้าจะทำให้ได้ผักสดรสดี และหากยังไม่ได้ใช้ให้ล้างให้สะอาด และนำเก็บไว้ในตู้เย็น สำหรับผักประเภทผลควรเก็บในขณะที่ผลไม่แก่จัดจะได้ผลที่มีรสดี และจะทำให้ผลดก หากปล่อยให้ผลแก่คาต้น ต่อไปจะออกผลน้อยลง

สำหรับในผักใบหลายชนิด เช่น หอมแบ่ง ผักบุ้งจีน คะน้า กะหล่ำปี การแบ่งเก็บผักที่สดอ่อนหรือ โตได้ขนาดแล้ว โดยยังคงเหลือลำต้นและรากไว้ไม่ถอนออกทั้งต้น รากหรือต้นที่เหลืออยู่ จะสามารถงอกงาม ให้ผลได้อีกหลายครั้ง ทั้งนี้จะต้องมีการดูแลรักษาให้น้ำและปุ๋ยอยู่ การปลูกพืชหมุนเวียนสลับชนิดหรือปลูกผักหลายชนิดในแปลงเดียวกัน และปลูกผักที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นบ้างยาวบ้างคละกันในแปลงเดียวกัน หรือปลูกผักชนิดเดียวกันแต่ทยอยปลูกครั้งละ 3-5 ต้น หรือประมาณว่าพอรับประทานได้ในครอบครัวในแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยว ก็จะทำให้ผู้ปลูกมีผักสดเก็บรับประทานได้ทุกวันตลอดปี

8. เทคนิคการปลูกผักสวนครัวชนิดต่างๆ

8.1 ตระกูลแตงและตระกูลถั่ว ได้แก่ แตงกวา แตงโม แตงไทย ฟักทอง บวบ น้ำเต้า มะระ ถั่วฝักยาว ถั่วแขก และถั่วอื่นๆ

- ผักต่าง ๆ เหล่านี้มีเมล็ดค่อนข้างใหญ่ งอกเร็ว เช่น ผักประเภทเลื้อย ถ้าจะปลูกให้ได้ผลดีและดูแลรักษาง่ายควรทำค้าง

- วิธีการปลูก หยอดเมล็ดโดยหยอดในแปลงปลูก หรือภาชนะปลูก หลุมละ 3-5 เมล็ด

- เมื่อเมล็ดงอกมีใบจริง 3-5 ใบ หลังจากนั้นถอนแยกให้เหลือเฉพาะต้นที่แข็งแรง หลุมละ 2 ต้น

- ใส่ปุ๋ยยูเรียหลังเมล็ดงอก 2 อาทิตย์ เมื่อเริ่มออกดอกใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 12-24-12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ให้น้ำสม่ำเสมอ คอยดูแลกำจัดวัชพืช และแมลงต่าง ๆ

- เริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 40-60 วัน หลังหยอดเมล็ด

8.2 ตระกูลกะหล่ำและผักกาด ได้แก่ คะน้า กวางตุ้ง ผักกาดขาว ผักกาดหัว กะหล่ำดอก และบร๊อกโคลี

- ผักตระกูลนี้มีเมล็ดค่อนข้างเล็ก บางชนิดมีราคาแพงมาก เพราะส่วนใหญ่ต้องสั่งเมล็ดมาจากต่างประเทศ

- วิธีปลูก หยอดเมล็ดเป็นหลุมๆ ละ 3-5 เมล็ด ห่างกันหลุมละ 20 เซนติเมตร หรือโรยเมล็ดบางๆ เป็นแถวห่างกันแถวละ 20 เซนติเมตร หลังหยอดเมล็ดหรือโรยเมล็ด 10 วัน หรือเมื่อมีใบจริง 2-3 ใบ ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น หรือหากโรยเมล็ดเป็นแถวให้ถอนอีกระวังระยะต้นไม่ให้ชิดกันเกินไป

- ใส่ปุ๋ยยูเรียหลังจากถอนแยกหรือทำระยะปลูกแล้ว

- หลังใส่ปุ๋ยครั้งแรก 10 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียครั้งที่สอง

- อายุเก็บเกี่ยวผักแต่ละชนิดแตกต่างกันเล็กน้อย เช่น คะน้า กวางตุ้ง เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 30-45 วัน ผักกาดหัว 45-55 วัน ผักกาดขาวปลี เขียวปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 50-60 วัน หลังหยอดเมล็ด

- เมื่อเก็บเกี่ยวไม่ควรถอนผักทั้งต้น เก็บผักให้เหลือใบทิ้งไว้กับต้น 2-3 ใบ ต้นและใบที่เหลือจะสามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตเก็บเกี่ยวได้อีก 2-3 ครั้ง

- ข้อควรระวัง ต้องให้น้ำสม่ำเสมอ ผักตระกูลนี้มักมีปัญหาโรคแมลงค่อนข้างมาก ต้องคอยดูแลเอาใจใส่ใกล้ชิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.3 ตระกูลพริก มะเขือ ได้แก่ พริกขี้หนู พริกชี้ฟ้า มะเขือเปราะ มะเขือยาว มะเขือพวง มะเขือเทศ

- ผักตระกูลนี้ควรมีการเพาะกล้าก่อนย้ายลงปลูกในแปลง

- การเพาะกล้า เตรียมดินในกระบะหรือในถุงพลาสติก

- หยอดเมล็ดในถุงเพาะ ถุงละ 3-5 เมล็ด ถ้าเพาะในกระบะเพาะ ควรเว้นระยะระหว่างต้น 5 เซนติเมตร ระหว่างแถว 10 เซนติเมตร

- เมื่อเมล็ดงอกแล้วมีใบจริง 2-3 ใบ ถอนแยกเหลือต้นแข็งแรงสมบูรณ์ไว้ 2 ต้น

- เมื่อกล้ามีใบจริง 5-6 ใบ หรือหลังเพาะกล้าประมาณ 30 วัน ย้ายกล้าลงแปลงปลูก

- เมื่อต้นกล้าตั้งตัวได้ หรือเริ่มเจริญเติบโต ใส่ปุ๋ยยูเรีย 1 ครั้ง

- เมื่อต้นเริ่มออกดอกใช้ปุ๋ย 15-15-15 หรือ 12-24-12

- อายุเก็บเกี่ยว มะเขือเทศประมาณ 50-60 วัน หลังย้ายกล้าและพริก มะเขือประมาณ 60-75 วัน หลังย้ายกล้า

8.4 ตระกูลผักชีและตระกูลผักบุ้ง ได้แก่ ผักชี ขึ้นฉ่าย ผักบุ้ง

- ควรนำเมล็ดแช่น้ำก่อนปลูก ถ้าเมล็ดลอยให้ทิ้งไปและนำเมล็ดที่จมน้ำมาเพาะ

- หว่านเมล็ดในแปลง โดยจัดแถวให้ระยะห่างกัน 15-20 เซนติเมตร กลบดินทับบาง ๆ ประมาณ 1 เซนติเมตร สำหรับขึ้นฉ่ายไม่ต้องกลบเมล็ด เพราะเมล็ดจะเล็กมากหากเตรียมดินละเอียดเมล็ดจะแทรกตัวลงไปในระหว่างเม็ดดินได้เอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ผักบุ้งจะงอกใน 3 วัน ผักชีประมาณ 4-8 วัน และขึ้นฉ่าย 4-7 วัน

- เมื่อกล้างอกมีใบจริง ถอนแยกและพรวนดินให้โปร่งเสมอจนเก็บเกี่ยว

- ผักบุ้งจีนเก็บเกี่ยวได้ภายใน 15-20 วัน ผักชี 45-60 วัน และขึ้นฉ่าย 60-70 วัน

- สำหรับผักชีและขึ้นฉ่ายไม่ชอบแสงแดดจัด อาจปลูกในที่ๆ มีร่มเงาได้ แต่สำหรับผักบุ้งจีน ต้องการแสงแดดตลอดวัน

8.5 ตระกูลโหระพา กะเพรา แมงลัก และตระกูลผักชีฝรั่ง ได้แก่ โหระพา กะเพรา แมงลักและผักชีฝรั่ง

- เตรียมดินให้ละเอียด หว่านเมล็ดให้ทั่วแปลง ใช้ฟางกลบหรือปุ๋ยคอกที่ย่อยสลายดีแล้วโรยทับบางๆ รดน้ำตามทันทีด้วยบัวรดน้ำตาถี่

- เมล็ดจะงอกเป็นต้นกล้าภายใน 7 วัน

- เมื่อกล้าอายุ 1 เดือน ถอนแยกจัดระยะต้นให้โปร่ง หรือใช้ระยะระหว่างต้นประมาณ 20-30 เซนติเมตร

- โหระพา กะเพรา แมงลัก เก็บเกี่ยวได้หลังหยอดเมล็ด 45-50 วัน ผักชีฝรั่ง เก็บเกี่ยวได้หลังหยอดเมล็ด 60 วัน

- สำหรับโหระพา กะเพรา และแมงลัก ในระหว่างการเจริญเติบโต ให้หมั่นเด็ดดอกทิ้งเพื่อให้ลำต้นและใบเจริญเติบโตได้เต็มที่

- ผักชีฝรั่ง ตัดใบไปรับประทาน เหลือลำต้นทิ้งไว้จะสามารถเจริญเติบโตได้อีก คุณค่าอาหารผักสวนครัวและผักพื้นเมืองในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. ชนิดพืชที่เลือกใช้ในการทดลอง

9.1 กะเพรา

ภาพที่ 6 ต้นกะเพรา

ที่มา: www.thaigoodview.com

กะเพราหรือทางภาคเหนือเรียกว่า กอมก้อ เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Labiatae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Ocimum sancium Linn. พืชวงศ์ นี้ที่สำคัญได้แก่ โหระพา แมงลัก เป็นต้น กะเพราเป็นพืชผักจำพวกเครื่องเทศที่ใช้ใบสดใบอ่อนในการประกอบอาหาร เพื่อช่วยดับกลิ่นคาวและช่วยให้อาหารมีกลิ่นหอม ใบกะเพราใช้เป็นผักชูรส เช่น ใส่แกงเผ็ด แกงป่า แกงเลียง ผัดเผ็ด ผัดกะเพราใส่หอยนึ่ง ฯลฯ นอกจากจะมีคุณค่าทางอาหารมากมายแล้ว ผลพลอยได้จาการบริโภคกะเพรายังช่วยให้ร่างกายได้รับประโยชน์เป็นยาสมุนไพร ทำให้เลือดลมดี กะเพราเป็นพืชที่ปลูกกันแถวเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มานานแล้ว โดยเฉพาะในประเทศไทยและมาเลเซีย

กะเพราเป็นไม้พุ่มล้มลุก ซึ่งอาจสูงถึง 1 เมตร ใบเป็นรูปไข่ บางและนุ่ม ลำต้นและใบมีขนปกคลุมทั่วไป ใบมีสีเขียว บางสายพันธุ์สีม่วงอมแดง ใบมีรสเผ็ดร้อน ใช้รับประทานสดได้ ช่อดอกตั้งตรง โดยมีดอกติดรอบแกนช่อเป็นชั้นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.1.1 พันธุ์กะเพรา

กะเพราเป็นที่ปลูกกันทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ กะเพราขาวและกะเพราแดง ซึ่งเรียกชื่อตามสีของก้านใบและก้านดอก ส่วนในเรื่องพันธุ์นั้นยังไม่มีการศึกษาปรับปรุงพันธุ์หรือคัดเลือกพันธุ์อย่างจริงใจในทางวิชาการ พันธุ์กะเพราที่ใช้ปลูกในปัจจุบันจะเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่มีการปลูกและเก็บเมล็ดพันธุ์เอาไว้ต่อๆ กันมา เนื่องจากกะเพราเป็นพืชที่ยังไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจมากนัก

9.1.2 การเลือกพื้นที่ปลูก

กะเพราเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุเฉลี่ย 1-2 ปี ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวไปได้เรื่อยๆ ทุก 15-20 วัน การเลือกพื้นที่ปลูกควรเป็นที่ดอน แต่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ สามารถนำน้ำมาใช้รดได้สะดวก ไม่มีปัญหาเรื่องน้ำท่วมขัง ปกติกะเพราสามารถขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด แต่จะชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดีร่วนซุย ระบายน้ำดี อยู่ใกล้ที่พักอาศัย อยู่ไม่ไกลจากตลาดหรือแหล่งรับซื้อมากนัก และการคมนาคมสะดวก

9.1.3 การปลูกกะเพรา

การเตรียมดินปลูก กะเพราเป็นพืชที่มีระบบรากลึกปานกลาง ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้ 10-15 ครั้ง ต่อระยะเวลา 7-8 เดือน หลังจากนั้นผลผลิตจะลดลง กิ่งก้านแข็ง แตกยอดน้อย เมื่อถึงตอนนี้ควรจะรื้อปลูกใหม่ อย่างไรก็ดีการเตรียมดินปลูกกะเพราก็เหมือนกับปลูกพืชอื่นๆ คือไถ หรือขุดดินลึกประมาณ 20-25 เซนติเมตร ตากดินไว้ 7-10 วัน ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว คลุกเคล้าให้เข้ากับดินให้ทั่ว ย่อยดินให้ละเอียดแล้วพร้อมที่จะปลูกได้

9.1.4 วิธีการปลูกกะเพรา

การปลูกกะเพราโดยทั่วไปมีการปฏิบัติกันอยู่ 3 วิธี ดังนี้

1) ปลูกโดยการหว่านเมล็ด การปลูกด้วยวิธีนี้จะต้องใช้เมล็ดพันธุ์มากและใช้แรงงานมากในการถอนแยก โดยเริ่มจากรดน้ำให้ชุ่มทั่วแปลง แล้วหว่านเมล็ดพันธุ์ให้กระจาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สม่ำเสมอทั่วแปลง โดยทั่วไปใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 250 กรัมต่อไร่ ใช้แกลบขาวหรือแกลบดำโรยคลุมให้ทั่วแปลง หลังจากนั้นใช้ฟางแห้งหรือหญ้าแห้งคลุมทับบางๆ เสร็จแล้วให้รดน้ำตามและรดน้ำทุกๆ วัน หลังจากงอกประมาณ 15-20 วัน ควรทำการถอนแยกให้ได้ระยะระหว่าง 20x20 เซนติเมตร

2) ปลูกโดยการใช้ต้นกล้า เป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติกันมากเพราะให้ผลผลิตสูงและสะดวกในการจัดการ โดยทำการเพาะกล้าในแปลงเพาะจนกระทั่งกล้ามีอายุ 20-25 วัน จึงทำการย้ายปลูก การย้ายปลูกควรทำในตอนเย็นและปลูกให้เสร็จภายในวันเดียวกัน เมื่อถอนต้นกล้ามาแล้วจึงเด็ดยอดออก ขุดหลุมให้ได้ระยะ 20x20 เซนติเมตร แล้วนำต้นกล้าที่เด็ดยอดแล้วลงปลูก หลังจากนั้นใช้ฟางหรือหญ้าแห้งคลุมระหว่างแถว รดน้ำตามทันทีและรดน้ำทุกวัน

3) ปลูกโดยการใช้ต้นและกิ่งแก่ การปลูกโดยใช้ลำต้นและกิ่งแก่ทำให้ได้ผลผลิตเร็ว แก่กิ่งและยอดที่แตกออกมาใหม่มักไม่สวนเท่าที่ควร ลำต้นโทรมและตายเร็ว วิธีการโดยตัดต้นและกิ่งแก่ที่มีอายุมากกว่า 8 เดือน ให้มีความยาว 5-10 เซนติเมตร เด็ดยอดและใบออก แล้วนำต้นหรือกิ่งแก่ไปปักชำในแปลง ใช้ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร หลังจากนั้นใช้ฟางหรือหญ้าแห้งคลุมระหว่างแถว รดน้ำตามทันที และหลังจากปลูกควรรดน้ำทุกวัน

9.1.5 การปฏิบัติและดูแลรักษากะเพรา

กะเพราเป็นพืชที่ต้องการความชื้นสูงและสม่ำเสมอ ดังนั้นควรมีการรดน้ำทุกวันเช้า-เย็น แต่ระวังอย่าให้มีการท่วมขังของน้ำในแปลง และในระยะแรกควรมีการพรวนดินและกำจัดวัชพืชทุก 1-2 สัปดาห์ โดยการใช้มือถอน ใช้จอบหรือเสียมดายหญ้าออก แต่ระวังอย่าให้กระทบกระเทือนต้นและราก สำหรับการใส่ปุ๋ยกะเพรานั้น หลังจากปลูก 15 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบและรดน้ำตาม หลังจากปลูก 20-25 วัน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยละลายน้ำรดในตอนเย็น และหลังจากเก็บเกี่ยวทุกครั้งให้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่โดยปกติแล้วกะเพราเป็นพืชที่ไม่ค่อยมีปัญหาจากการทำลายของโรคและแมลงมากนัก ดังนั้นหากมีแมลงรบกวนจึงไม่ควรใช้สารเคมี โดยให้ยึดหลักวิธีการผลิตผักอนามัยเป็นแนวทางในการปฏิบัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.1.6 การเก็บเกี่ยวกะเพรา

กะเพราสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 30-35 วันหลังปลูก โดยใช้มีดคมๆ ตัดลำต้นให้ลำต้นเหลือสูงจากพื้นดินประมาณ 10-15 เซนติเมตร แต่ถ้ายังไม่มีผู้รับซื้อเกษตรกรสามารถชะลอการเก็บเกี่ยวออกไปได้โดยการเด็ดยอดที่มีดอกทิ้ง หลังจากตัดลำต้นแล้วกะเพราจะแตกยอดและกิ่งก้านออกมาใหม่ การเก็บเกี่ยวสามารถกระทำได้ทุก 15 วัน ไปตลอดระยะเวลา 7-8 เดือน หลังจากนั้นผลผลิตจะลดลงเรื่อยๆ เกษตรกรจึงควรทำการถอนทิ้งเพื่อปลูกใหม่

9.2 โหระพา

ภาพที่ 7 ต้นโหระพา

โหระพาเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Labiatae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Ocimum basilicum Linn. เป็นผักที่ใช้บริโภคเป็นผักสดหรือใช้ประกอบอาหารอื่นๆ ก็ได้ ทำให้อาหารมีรสชาติและกลิ่นหอมน่ารับประทานยิ่งขึ้น ใช้ใบปรุงอาหารเป็นผักชูรสได้หลายชนิด เช่น แกงเผ็ด แกงเลียง ผัด ทอด รับประทานสด เป็นเครื่องแนมอาหารคาวหรืออาหารว่างได้เป็นอย่างดี นอกจากจะใช้เป็นอาหารแล้วยังมีคุณค่าทางยาช่วยขับลมในลำไส้ แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ เมล็ดเมื่อแช่น้ำจะพองตัวใช้รับประทานแก้บิด ช่วยหล่อลื่นลำไส้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โหระพาเป็นพืชที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุสั้น มีความสูงของทรงพุ่มไม่เกิน 60 เซนติเมตร ลำต้นเป็นรูปสี่เหลี่ยม ก้านใบและลำต้นมีสีม่วงแดง ใบสีเขียว ใบเป็นรูปหอกยาวประมาณ 1-3 นิ้ว มีกลิ่นหอม ออกดอกเป็นชั้นคล้ายฉัตร ดอกสีขาว ม่วงหรือชมพู โหระพาสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิดที่มีความชื้นสม่ำเสมอ ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวันและสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี

9.2.1 พันธุ์โหระพา

โหระพาที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศไทยส่วนมากเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกต่อๆ กันมา โดยเก็บเมล็ดพันธุ์เอง และต่อมาบางที่เกิดจากการกลายพันธุ์ไปแต่ก็ยังไม่มีการแบ่งแยกเป็นแต่ละพันธุ์อย่างชัดเจน สาเหตุเพราะการปลูกเป็นการค้าที่ยังไม่แพร่หลายเท่าใดนัก เนื่องจากปริมาณความต้องการยังมีจำกัด มีการซื้อขายกันจำนวนมากๆ เฉพาะในเมืองใหญ่เท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันได้มีบริษัทเอกชนคือ บริษัท อีสท์เวสท์ซีด จำกัด ได้พัฒนาสายพันธุ์โหระพาขึ้นมา ได้แก่ พันธุ์โหระพา จัมโบ้ (4320) ซึ่งมีลักษณะใบใหญ่ ใบสีเขียวสดใส มีกลิ่นหอม โตเร็ว ต้นแข็งแรง สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด และปลูกได้ตลอดปี

9.2.2 การปลูกโหระพา

การเลือกพื้นที่ โหระพาเป็นพืชที่ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้ 1-2 ปี การเลือกพื้นที่ควรพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ ดินควรมีความร่วนซุยมีความอุดมสมบูรณ์ดี มีการระบายน้ำดี อยู่ใกล้แหล่งน้ำและสามารถนำน้ำมารดได้สะดวก อยู่ใกล้ที่พักอาศัยและการคมนาคมสะดวก

การเตรียมดิน โหระพาเป็นพืชที่มีระบบรากลึกปานกลาง การเตรียมดินควรขุดหรือไถดินลึกประมาณ 20-25 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ 7-10 วัน ไถพรวนคราด ย่อยดินให้ละเอียด เก็บเศษวัชพืชออกให้หมด หลังจากนั้นยกแปลงสูงประมาณ 10-15 เซนติเมตร กว้าง 1 เมตร ยาวตามความเหมาะสมเว้นช่องว่างระหว่างแปลงประมาณ 30 เซนติเมตร เมื่อยกแปลงเสร็จแล้วใส่ปุ๋ยคอกปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ หรือประมาณ 500 กรัมต่อตารางเมตร โรยให้ทั่วแปลง และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 15-15-15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านให้กระจายทั่วแปลง คลุกเคล้าปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีให้เข้ากันกับดินพร้อมที่จะปลูก

วิธีปลูก การปลูกโหระพาควรกระทำในตอนเย็น วิธีการปลูกที่นิยมมี 2 วิธี ด้วยกัน คือ

1) การเพาะกล้าย้ายปลูก โดยการหว่านเมล็ดให้กระจายทั่วแปลงแล้วใช้แกลบสด แกลบเผาหรือฟาง หว่านหรือคลุมบางๆ แล้วรดน้ำตามทันที หลังจากนั้น รดน้ำทุกวันเช้าและเย็น จนกระทั่งเมื่ออายุได้ 20-25 วัน จึงทำการย้ายปลูก โดยการถอนกล้าแล้วเด็ดยอดนำไปปลูกในแปลง โดยใช้ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร เมื่อถอนกล้าออกจากแปลงแล้วจะต้องปลูกให้เสร็จภายในวันเดียวกัน หลังจากปลูกเสร็จควรหาฟางหรือหญ้าแห้งมาคลุมเพื่อเก็บความชื้นและรดน้ำตามทันที

2) การปักชำ โดยตัดกิ่งที่โตเต็มที่ยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร แล้วปลิดใบออกให้หมดนำไปปักชำในแปลง โดยใช้ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร ใช้หญ้าแห้งหรือฟางแห้งสะอาดคลุมให้ทั่วแปลง และรดน้ำตามทันที

9.2.3 การปฏิบัติและดูแลรักษาโหระพา

โหระพาเป็นพืชที่ต้องการความชื้นสูงและสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงควรมีการรดน้ำให้ทุกวัน แต่ระวังอย่าปล่อยให้มีการท่วมขังของน้ำในแปลง ในระยะแรกควรทำการพรวนดินและกำจัดพืชทุกๆ 1-2 สัปดาห์ โดยการใช้มือถอนจอบหรือเสียมดายหญ้าออกและควรทำด้วยความระมัดระวังอย่าให้กระทบต่อต้นและราก

โหระพาเป็นพืชที่ดูแลรักษาง่าย เจริญเติบโตดี การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ละลายน้ำรดหลังปลูกประมาณ 15-20 วัน จะทำให้การเจริญเติบโตของโหระพาดียิ่งขึ้น และมียอดอวบงามและใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ทุกครั้งหลังจากการเก็บเกี่ยวสำหรับการป้องกันกำจัดโรคและแมลงนั้น เนื่องจากโหระพาเป็นพืชที่ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรคและแมลงมากนัก การแก้ปัญหาจึงไม่ควรใช้สารเคมี เพราะอาจไม่คุ้มค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.2.4 การเก็บเกี่ยวโหระพา

หลังจากปลูกประมาณ 30-35 วัน สามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ โดยใช้มีดคมๆ ตัดต้นหรือกิ่ง ห่างจากยอดลงมาประมาณ 10-15 เซนติเมตร นำไปขายหากยังไม่มีผู้รับซื้ออาจชะลอการเก็บเกี่ยวได้ โดยการตัดช่อดอกออกโหระพาก็จะแตกกิ่งแตกใบออกมาอีกเรื่อยๆ การเก็บเกี่ยวสามารถกระทำได้ทุกๆ 15-20 วัน ไปจนถึงอายุ 7-8

9.3 แมงลัก

ภาพที่ 8 ต้นแมงลัก

แมงลัก เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Labiatae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Ocimum citriodourum Linn เป็นพืชล้มลุกในสกุลกะเพรา-โหระพา แมงลักมีใบเล็ก สีอ่อน บอบบาง ช้ำง่ายและเหี่ยวง่ายกว่า ชื่อสามัญเดิมเรียกกันว่า hoary basil (hoary แปลว่าผมหงอก) โดยนำมาจากลักษณะที่มีขนอ่อนสีขาวๆ บริเวณก้านใบและยอดอ่อน ต่อมาก็เปลี่ยนมาเรียกว่า lemon basil ตามลักษณะกลิ่นที่คล้ายส้ม-มะนาว ส่วนแมงลักศรแดงของไทยเรียกว่า Thai lemon basil

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แมงลักนำไปใช้ได้ทั้งใบและเมล็ด ใบมีกลิ่นฉุน ใช้ประกอบอาหารเช่นเดียวกับกะเพราและโหระพา ส่วนมากจะใช้รับประทานกับขนมจีน หรือใส่เครื่องแกงต่างๆ ส่วนเมล็ดแมงลักใช้ทำเป็นขนมอื่นๆ ได้ นอกจากนี้ เมล็ดแมงลักนำมาทำเป็นยาระบายและอาหารเสริมลดความอ้วนได้

แมงลักในประเทศไทยนั้น มี "ศรแดง" เป็นสายพันธุ์หลักเพียงสายพันธุ์เดียว ที่เหลือเป็นพันธุ์ผสมบ้าง พันธุ์ทางบ้าง ลักษณะของพันธุ์ศรแดงที่ดีนั้น ใบต้องใหญ่พอดิบพอดี ไม่เล็กจนแคระแกร็น ดอกสีขาวเป็นชั้นๆ คล้ายฉัตร

แมงลักมีโปรตีน 3.8 กรัมต่อน้ำหนักใบสด 100 กรัม ซึ่งสูงกว่ากะเพราและโหระพา ข้อมูลจากกองโภชนาการ กรมอนามัย รายงานว่า แมงลัก 1 ขีด มีเบต้าแคโรทีนสูงถึง 590.56 ไมโครกรัม เทียบหน่วยเรตินัล สูงกว่ากะเพราและโหระพา และให้แคลเซียม 140 มิลลิกรัม ส่วนกรมส่งเสริมการเกษตรระบุว่า ใบแมงลักให้พลังงาน 0.032 กิโลแคลอรี่ วิตามินเอ 9,164 หน่วยสากล และวิตามินบี2 ประมาณ 0.14 มิลลิกรัม ซึ่งน้อยกว่ากะเพราและโหระพา แต่แร่ธาตุอื่นๆ มีสูงกว่า เช่น มีไขมันสูงถึง 0.8 กรัม แป้งมากถึง 11.1 กรัม แคลเซียม 350 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 86 มิลลิกรัม เหล็ก 4.9 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.30 มิลลิกรัม และวิตามินซี 78 มิลลิกรัม

9.3.1 การเลือกพื้นที่ปลูกแมงลัก

แมงลักเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุเฉลี่ย 1-2 ปี ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวไปได้เรื่อยๆ ทุก 15-20 วัน การเลือกพื้นที่ปลูกควรเป็นที่ดอน แต่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ สามารถนำน้ำมาใช้รดได้สะดวก ไม่มีปัญหาเรื่องน้ำท่วมขัง ปกติสามารถขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด แต่แมงลักจะชอบดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ร่วนซุย ระบายน้ำดี และปลอดจากลมแรง

9.3.2 การปลูกแมงลัก

สามารถปลูกได้โดยใช้กิ่งชำหรือใช้เมล็ดเพาะเป็นต้นกล้าแล้วย้ายปลูก เมื่อเมล็ดงอกขึ้นมาได้อายุ 1 เดือน ลงแปลงที่เตรียมดินไว้ ระยะระหว่างต้นและระหว่างแถว 40 เซนติเมตร แต่ถ้าเมื่อถอนขึ้นมาก่อนนำไปปลูกลงดิน ต้องตัดยอดทิ้งก่อนหรืออาจตัดออกครึ่งต้นก็ได้ ถ้าจะให้ดียิ่งขึ้นควรตัดแต่งรากด้วย เพราะแมงลักที่ตัดแต่ง รากจะงอกงามกว่า แต่ทั้งนี้เวลานำไปปลูก ต้องรดน้ำด้วย ใช้ปลูก หลุมละ 2-3 ต้น เมื่อต้นแมงลักเติบโต กิ่งก้านใบก็จะคลุมถึงกันหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.3.3 การเตรียมดินปลูกแมงลัก

ไถดินให้ลึก 30-40 เซนติเมตร ตากดินไว้ 1-2 อาทิตย์ แล้วย่อยดินให้ละเอียด หว่านปูนขาว ในอัตรา 100-300 กิโลกรัม / ไร่ ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก อัตรา 2,000 กิโลกรัม / ไร่ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ คลุกเคล้าให้ทั่วแล้วยกแปลง ให้สูง ประมาณ 30 เซนติเมตร

9.3.4 การดูแลรักษาต้นแมงลัก

ควรจะให้น้ำสม่ำเสมอ วันละ 1 ครั้ง ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 หลังเพาะกล้า 7 วัน และครั้งที่2 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 20-11-11 ในอัตรา 25-30 กิโลกรัม/ไร่ หลังจากครั้งแรก 15 วัน

9.3.5 การเก็บเกี่ยวแมงลัก

ใช้มีดตัดกิ่งที่เจริญเติบโตเต็มที่ มัดแล้วนำไปจำหน่าย สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้งแต่ถ้ายังไม่มีผู้รับซื้อเกษตรกรสามารถชะลอการเก็บเกี่ยวออกไปได้โดยการเด็ดยอดที่มีดอกทิ้ง จนถึงระยะเวลา 7-8 เดือน หลังจากนั้นผลผลิตจะลดลงเรื่อยๆ เกษตรกรจึงควรทำการถอนทิ้งเพื่อปลูกใหม่

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับแสงสว่าง

ความหมายของแสง

แสง คือ พลังงานที่ทำให้ประสาทนัยน์ตาของคนปกติ เกิดความรู้สึกในการมองเห็นและสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปแบบอื่นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสง คือ การแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นที่สายตามนุษย์มองเห็น หรือบางครั้งอาจรวมถึงการ แผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่รังสีอินฟราเรดถึงรังสีอัลตราไวโอเลตด้วยคุณสมบัติ พื้นฐาน ของแสง และของการแผ่รังสี แม่เหล็กไฟฟ้าทุกช่วงคลื่น ได้แก่ความเข้ม ความถี่ และไพลาไรเซชัน

แสง เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง และมีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงในตัวกลางชนิดหนึ่งๆจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแต่ละชนิดด้วยความเร็วไม่เท่ากัน ตัวกลางใดมีความหนาแน่นมากแสงจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางนั้น ด้วยความเร็วน้อย อัตราเร็วของแสงจะมีค่าสูงมากที่สุด ในสุญญากาศ คือประมาณ $3x10^8$เมตร/วินาที

สรุปได้ว่า แสง คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่สายตามนุษย์มองเห็นได้ และจะมีการเคลื่อนที่ ในแนวเส้นตรงในตัวกลางชนิดหนึ่งๆ โดยจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแต่ละชนิดด้วยความเร็วไม่เท่ากัน

ความรู้พื้นฐานทางด้านแสงสว่าง

พื้นฐานการส่องสว่างที่จะกล่าวถึงในที่นี้จะกล่าวเฉพาะสิ่งที่จำเป็นเท่านั้น

1. ความส่องสว่างและความสว่าง

1.1 ความส่องสว่าง (อิลูมิแนนซ์) หมายถึงปริมาณแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (ถ้าหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต ความส่องสว่างก็เป็นฟุตแคนเดิล)

อิลูมิแนนซ์ = ปริมาณแสง (ลูเมน) / พื้นที่ (m^2)

1.2 ความสว่าง (ลูมิแนนซ์) หมายถึงปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่อพื้นที่มีหน่วยเป็น ***แคนเดลาต่อตารางเมตร*** ปริมาณแสงที่เท่ากันเมื่อตกกระทบลงมาบนวัตถุที่มีสีต่างกันจะมีปริมาณแสงสะท้อนกลับต่างกัน นั่นคือ ***ลูมิแนนซ์*** ต่างกัน สาเหตุที่ต่างกันก็เนื่องมาจากสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. องศาเคลวิน

การบอกสีทางด้านการส่องสว่างมักด้วยอุณหภูมิสี ซึ่งหมายถึงสีที่เกิดจากการเผาไหม้วัสดุสีดำซึ่งมีการดูดซับความร้อนได้สมบูรณ์ด้วยอุณหภูมิที่กำหนด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์คูลไวท์มีอุณหภูมิสี 6500 องศาเคลวิน หมายถึง เมื่อเผาวัตถุสีดำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 6500 เคลวิน วัตถุนั้นจะเปล่งแสงออกมาเป็นสีคูลไวท์หรือขาวปนน้ำเงิน เป็นต้น

ตัวอย่างอุณหภูมิสีของหลอดต่างๆเป็นดังนี้

เทียนไข	1900	เคลวิน
หลอดอินแคนเดสเซนต์	2800	เคลวิน
หลอดฟลูออเรสเซนต์		
- เดย์ไลท์ (Daylight)	6500	เคลวิน
- คูลไวท์ (Cool White)	4500	เคลวิน
- วอร์มไวท์ (Warm White)	3500	เคลวิน

3. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสีและความส่องสว่าง

การเลือกชนิดของหลอดที่ใช้ควรให้สัมพันธ์กันระหว่างความส่องสว่าง (ลักซ์) และอุณหภูมิสีของหลอดที่มีอุณหภูมิต่ำควรใช้กับความส่องสว่างต่ำ หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงควรใช้กับความส่องสว่างสูง และ ถ้าใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำกับความส่องสว่างสูงจะตกไปในแรเงาด้านบนจะรู้สึกจ้า และถ้าใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงกับความส่องสว่างต่ำจะรู้สึกทึม

หลอดไฟฟ้าต่างๆ , ลูเมน และอายุการใช้งานของหลอด

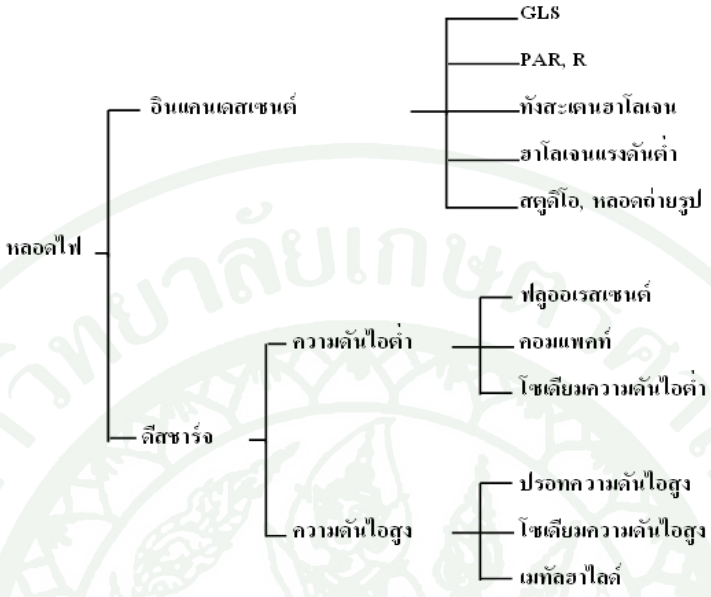
หลอดไฟฟ้าแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆได้ดังนี้

1. หลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดมีไส้

2. หลอดปล่อยประจุ เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้ไส้หลอด หลอดในตระกูลนี้มีหลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอดปรอทความดันไอต่ำ) หลอดคอมแพคท์ หลอดปรอทความดันไอสูง หลอดโซเดียมความดันไอต่ำและสูง หลอดเมทัลฮาไลด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแบ่งชนิดของหลอดดังกล่าวข้างต้น สามารถเขียนให้เห็นเป็นไดอะแกรมเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ไดอะแกรมแสดงประเภทของหลอด

3. หลอดอินแคนเดสเซนต์ เป็นหลอดมีไส้ที่มีประสิทธิผล (Efficacy) ต่ำ และมีอายุการใช้งานสั้นในเกณฑ์ประมาณ 1,000-3,000 ชม. หลอดประเภทนี้มีอุณหภูมิสีประมาณ 2,800 องศาเคลวิน แต่ให้แสงที่มีค่าความถูกต้องของสี 100 %

4. หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบคือ daylight cool white และ warm white ชนิดของหลอดชนิดนี้ที่ใช้งานกันทั่วไปคือแบบ Linear ขนาด 18 และ 36 วัตต์ และ Circular 22 32 และ 40 วัตต์ และมีประสิทธิผลประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ ถือว่าสูงพอสมควรและประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ ซึ่งมีค่าประมาณ 10-15 ลูเมนต่อวัตต์ และมีอายุการใช้งาน 9,000-12,000 ชม.

5. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบ คือ daylight cool white และ warm white เช่นเดียวกันกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบที่ใช้งานกันมากคือหลอดเดี่ยว มีขนาดวัตต์ 5 7 9 11 วัตต์และหลอดคู่ มีขนาดวัตต์ 10 13 18 26 วัตต์ เป็นหลอดที่พัฒนาขึ้นมาแทนที่หลอดอินแคนเดสเซนต์ และมีประสิทธิผลสูงกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ คือประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ และ อายุการใช้งานประมาณ 5,000-8,000 ชม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ หลอดประเภทนี้มีสีเหลืองจัดและประสิทธิผลมากที่สุดในบรรดาหลอดทั้งหมด คือ มีประสิทธิผลประมาณ 120-200 ลูเมนต่อวัตต์ แต่ความถูกต้องของสีน้อยที่สุด คือ มีความถูกต้องของสีเป็น 0 % ข้อดีของแสงสีเหลืองเป็นสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ดีที่สุด หลอดประเภทนี้จึงเหมาะเป็นไฟถนนและอายุการใช้งานนานประมาณ 16,000 ชม. หลอดมีขนาดวัตต์ 18 35 55 90 135 และ180 วัตต์

7. หลอดโซเดียมความดันไอสูง หลอดโซเดียมความดันไอสูงมีประสิทธิผลรองจากหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ คือ มีประสิทธิผลประมาณ 70-90 ลูเมนต่อวัตต์แต่ความถูกต้องของสีดีกว่าหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ คือ 20 % และมีอุณหภูมิสีประมาณ 2,500 เคลวิน เป็นอุณหภูมิสีต่ำเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความส่งสว่างมาก เช่น ไฟถนน ไฟบริเวณ ซึ่งต้องการความส่องสว่างประมาณ 5-30 ลักซ์ และอายุการใช้งานประมาณ 24,000 ชม. มีขนาดวัตต์ 50 70 100 150 250 400 และ 1,000 วัตต์

8. หลอดปรอทความดันไอสูง หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าหลอดแสงจันทร์ และมีประสิทธิผลสูงพอกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ คือ มีประสิทธิผลประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ แสงที่ออกมามีความถูกต้องของสีประมาณ 60 % ส่วนใหญ่ใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อต้องการวัตต์สูงๆในพื้นที่ที่มีเพดานสูง อุณหภูมิสีประมาณ 4,000-6,000 เคลวิน แล้วแต่ชนิดของหลอด และอายุการใช้งานประมาณ 8,000-24,000 ชม. มีขนาดวัตต์ 50 80 125 250 400 700 และ 1,000 วัตต์

9. หลอดเมทัลฮาไลด์ หลอดเมทัลฮาไลด์ก็เหมือนกับหลอดปล่อยประจุอื่นๆ แต่มีข้อดีที่ว่ามีสเปกตรัมแสงทุกสี ทำให้สีทุกชนิดเด่นภายใต้หลอดชนิดนี้ นอกจากความถูกต้องของสีสูงแล้วแสงที่ออกมาก็อาจมีตั้งแต่ 3,000-4,500 เคลวิน (ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตต์) ส่วนใหญ่นิยมใช้กับสนามกีฬาที่มีการถ่ายทอดโทรทัศน์ มีอายุการใช้งานประมาณ 6,000-9,000 ชม. และมีขนาดวัตต์ 100 125 250 300 400 700 และ 1,000 วัตต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง

ในพื้นที่ทำงานที่ต้องการความส่องสว่างสม่ำเสมอ เช่น ในสำนักงานที่มีการโยกย้ายโต๊ะทำงานบ่อยๆ ควรมีอัตราความส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ย ไม่ต่ำกว่า 0.8

ในพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสม่ำเสมอ ความส่องสว่างโดยรอบบริเวณทำงานไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 1/3 ของความส่องสว่างที่โต๊ะ หรือ พื้นที่ทำงาน เช่น ในห้องผู้จัดการ ที่โต๊ะทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 500/3 = 170 ลักซ์ เป็นต้น

ในพื้นที่ทำงานข้างเคียงไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 5:1 เช่น ในห้องทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ เมื่อเดินออกนอกห้องแล้ว ความส่องสว่างด้านนอกไม่ว่าจะเป็นทางเดินหรืออะไรก็แล้วแต่ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 100 ลักซ์ เป็นต้น

ระบบการให้แสง

แสงสว่างพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการใช้งานแยกออกได้เป็นระบบต่างๆ ดังนี้

1. แสงสว่างทั่วไป (General Lighting) คือ การให้แสงกระจายทั่วไปทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งใช้กับความส่องสว่างที่ไม่มากจนเกินไป

2. แสงสว่างเฉพาะที่ (Locallised Lighting) คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณที่ต้องการใช้ไฟแสงสว่างมาก เพื่อการประหยัดพลังงาน

3. แสงสว่างเฉพาะที่และแสงสว่างทั่วไป (General and Locallised Lighting) คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณและเฉพาะที่ที่ทำงาน ซึ่งมักใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงซึ่งไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างทั่วไปได้เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก แต่ก็ไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างเฉพาะที่ได้เพราะเมื่อเงยหน้าจากการทำงานก็จะพบบริเวณ ข้างเคียงมืดเกินไป ทำให้สายตาเสียได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปรียบเทียบความส่องสว่างของ CIE , IES , BS

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS

พื้นที่ต่างๆ	CIE	IES	BS
ห้องประชุม	300-500-750	200-300-500	750W
ห้องเขียนแบบ	500-750-1000	500-750-1000	750W
ห้องทำงานทั่วไป	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องสมุด	300-500-750	200-300-500	500W
ร้านค้าในอาคารพาณิชย์	500-750	500-750-1000	500W
เคาน์เตอร์	200-300-500	200-300-500	200W
ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องล็อบบี้หรือบริเวณต้อนรับ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องน้ำ	100-150-200	100-150-200	150S
ทางเดิน	50-100-150	100-150-200	100S
บันได	100-150-200	100-150-200	150F
ลิฟท์	100-150-200	100-150-200	150F

หมายเหตุ: มาตรฐานของ BS

ตัวเลข คือ ค่าความส่องสว่าง

ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความสว่าง (W = Working Plane , S = Switch , F = Floor)

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบค่าความสว่างในโรงงานตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS

พื้นที่ต่างๆ	CIE	IES	BS
งานทั่วไป	150-200-300	200-300-500	200
งานหยาบ	200-300-500	500-750-1000	300
งานละเอียดปานกลาง	300-500-750	1000-1500-2000	500
งานละเอียด	500-750-1000	2000-3000-5000	750
งานละเอียดมาก	1000-1500-2000	5000-7500-10000	1000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลอดประดิษฐ์ที่ใช้ในงานวิจัย

หลอดที่เลือกนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ และ หลอดแอลอีดี เนื่องจากเป็นหลอดประดิษฐ์ที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ไม่ส่งผลเสียกับการเจริญเติบโตของต้นไม้ และเลือกประเภทที่ให้แสงสีขาว (Day Light) เนื่องจากมีสเปคตรัมของแสงสีแดงและน้ำเงินที่พืชสามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้

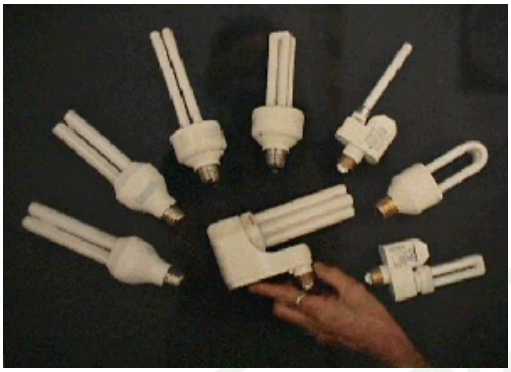
1. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

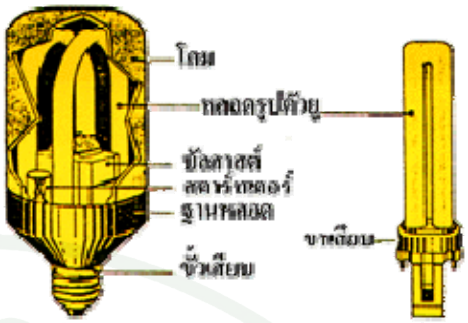
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดกะทัดรัด เป็นหลอดขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้น มาจากเทคโนโลยีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ และได้มีการนำมาใช้แทนหลอดไส้ในงานส่องสว่างทั่วไปเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานเมื่อเทียบกับหลอดไส้ เพราะที่การส่องสว่างที่เท่ากัน หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะต้องการพลังงานน้อยกว่าประมาณ 4 เท่า เนื่องจากให้ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างที่สูงกว่า และ หลอดก็มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ ประมาณ 3 – 12 เท่า ขึ้นกับรุ่นของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ที่มีรุ่นอายุการใช้งานให้เลือกใช้ได้หลายแบบ เช่น รุ่นอายุการใช้งาน 3,000 ชม. 5,000 ชม. 8,000 ชม. 10,000 ชม. 12,000 ชม.

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ไม่ได้ประหยัดกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ และไม่สามารถใช้แทนการใช้งานหลอดไส้ได้หมด เนื่องเพราะหลอดแต่ละหลอดมีลักษณะและความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกัน เช่น การใช้แสงที่ให้ประกายแสง (ในโคมระย้า) หรือให้ความถูกต้องของสีที่ดีมาก หรือ ต้องการหลอดขนาดเล็ก ก็ยังคงอาจจำเป็นต้องใช้หลอดไส้อยู่

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีหลายลักษณะจำแนกตามลักษณะการติดตั้งบัลลาสต์ สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





ภาพที่ 10 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1

ที่มา: http://www.sema.go.th/files/Content/science/k4/0035/F09/page-9.htm

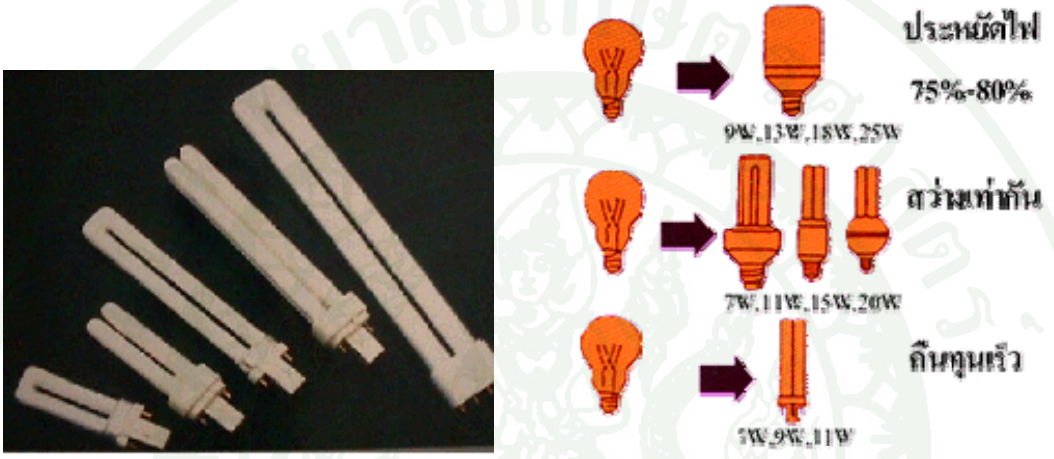
ก. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายในเป็นหลอดที่มีการออกแบบบัลลาสต์ให้มีลักษณะติดกับชุดหลอด โดยเลือกใช้อุปกรณ์ของบัลลาสต์ที่มีอายุการใช้งานใกล้เคียงกับอายุการใช้งานของหลอด หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์แกนเหล็กและ สตาร์ตเตอร์อยู่ภายใน มีลักษณะขั้วหลอดเป็นเกลียวแบบ E27 ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ มีอายุการใช้งาน เช่น 8,000 ชม. การใช้งานเหมาะสำหรับการติดตั้งในโคมไฟที่มีช่องว่างอากาศมากพอและ ติดตั้งในลักษณะหงายหลอดขึ้น เช่น โคมไฟรั้ว (หากติดตั้งแทนหลอดไส้ในโคมไฟส่องลงที่ไม่มีช่องระบายอากาศแล้ว จะเกิดปัญหาการระบายความร้อนไม่เพียงพอ ที่อาจทำให้การเปล่งแสงลดลงประมาณ 40 – 80 % จากการเปล่งแสงที่ลดลงตามอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้น และจากการบดบังช่องแสงจากน้ำยาเคลือบลวดของบัลลาสต์ที่หยดมาบังช่องแสงได้ และ อายุการใช้งานลดลงต่ำกว่า 8,000 ชม.) โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 45 lm/W

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเล็กกว่าแบบบัลลาสต์แกนเหล็ก มีน้ำหนักเบากว่า มีลักษณะขั้วหลอดแบบ E27 , E14 การใช้งานเหมาะสำหรับการติดตั้งในโคมไฟที่มีช่องว่างอากาศมากพอ มีขายหลายรุ่นที่มีอายุการใช้งานแตกต่างกัน เช่น รุ่นอายุการใช้งาน 3,000 ชม 5,000 ชม 8,000 ชม. 10,000 ชม. 12,000 ชม. โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 54 lm/W

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายนอก

สามารถเปลี่ยนเฉพาะตัวหลอดได้ในกรณีหลอดเสีย โดยไม่ต้องเปลี่ยนบัลลาสต์ หลอดจะมีขั้วหลอดแตกต่างกันหลายแบบ เช่นขั้วหลอดแบบ G23, 2G7, G24d-1, G24d-2, G24d-3, G24q-1, G24q-2, G24q-3, GX24d-1, GX24d-2, GX24d-3, GX24q-1, GX24q-2, GX24q-3, GR8 , GR10 , 2G11 โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 40 - 45 lm/W



ภาพที่ 11 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์2

ที่มา: http://www.sema.go.th/files/Content/science/k4/0035/F09/page-9.htm

ข้อดีของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

1) หลอดเปล่งแสงสว่างได้มากกว่าหลอดไส้

2) หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์กินไฟเฉลี่ยเพียง 25 % หรือกินไฟน้อยกว่า 4 เท่า เมื่อเทียบกับหลอดไส้ที่ให้แสงสว่างเท่ากัน

3) มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ถึง 3-12 เท่า แล้วแต่รุ่นของหลอด จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) ขณะนี้ใช้งานจะมีความร้อนน้อยกว่าหลอดไส้มาก จึงช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องทำ ความเย็น หรือเครื่องปรับอากาศได้มาก

ข้อเสียของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

1) มีราคาแพงกว่าหลอดไส้

2. หลอดแอลอีดี (LED)

LED ย่อจาก Light Emitting Diodes มีให้เห็นได้ทั่วไปในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น นาฬิกาดิจิตอล รีโมทคอนโทล หน้าปัดอุปกรณ์ไฟฟ้า โทรทัศน์จัมโบ้ หรือไฟจราจรตามสี่แยก เป็นต้น

หลอด LED คือหลอดไฟขนาดเล็ก แต่มีหลักการทำงานแตกต่างจากหลอดไฟมีไส้ เพราะว่าไม่มีการเผาไส้หลอด ดังนั้น หลอด LED จึงไม่เกิดความร้อน แสงสว่างเกิดขึ้นจากการเคลื่อนของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ ซึ่งเป็นวัสดุแบบเดียวกับที่ใช้ในการทำทรานซิสเตอร์

ภาพที่ 12 แสดงหลอดแอลอีดี

ไดโอดเป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของมันได้ ปกติวัสดุสารกึ่งตัวนำเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว แต่หากใส่สารเจือปนเข้าไป จะสามารถควบคุมการนำไฟฟ้าให้มากหรือน้อยได้เรียกวิธีนี้ว่า การโดปปิ้ง (doping) ส่วนใหญ่หลอด LED ใช้สาร อลูมิเนียม กัลเลียม อาร์เซไนด์ (alumnium-gallium-arsenide) ย่อเป็น AlGaAs เป็นสารกึ่งตัวนำ ถ้ายังไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใส่สารเจือปน พันธะในอะตอมจะเกาะกันอย่างแข็งแรงไม่มีอิเล็กตรอนอิสระ (ประจุไฟฟ้าลบ) หรือมีอยู่น้อย ดังนั้นจึงไม่ค่อยนำกระแส แต่เมื่อทำการโดย โดยการเติมสารเจือปนทำให้ความสมดุลของวัสดุเปลี่ยนไปเมื่อใส่สารเจือปนแล้วทำให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำเพิ่มขึ้น เรียกว่าสารประกอบชนิด N ส่วนสารกึ่งตัวนำที่ใส่สารเจือปนแล้ว มีประจุไฟฟ้าบวกหรือมีหลุมหรือ โฮลเพิ่มขึ้น เรียกว่าสารประกอบชนิด P โฮล (hole) ในภาษาอังกฤษมีความหมายว่าหลุม โดยเปรียบอิเล็กตรอนอิสระได้กับลูกหิน และประจุบวกเป็นหลุมที่ลูกหินจะไหลมาตกนั่นเอง (depletion) โซนนี้เปรียบเทียบได้กับกำแพงป้องกันการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ถ้าโซนนี้มีขนาดใหญ่ขึ้น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจะยากขึ้น และอาจทำให้อิเล็กตรอนหยุดการเคลื่อนที่ได้ อย่างไรก็ตามถ้าควบคุมให้โซนนี้เล็กลง การเคลื่อนที่ก็จะง่ายขึ้น

อิเล็กตรอนอิสระจาก N เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปลงหลุมที่ P ทำให้เกิดโซนดีพลีชั่น เป็นฉนวนกั้นการไหลของอิเล็กตรอนเพื่อจะทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ผ่านโซนนี้ได้ง่ายขึ้น ต้องทำให้โซนนี้แคบลง โดยการต่อขั้ว N ของไดโอดเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ และขั้วบวกเข้ากับขั้ว P ทำให้อิเล็กตรอนอิสระใน N ถูกดันด้วยแรงดันทางไฟฟ้า ส่วนโฮลขั้ว P จะถูกดันด้วยแรงทางไฟฟ้าเช่นเดียวกัน ถ้าให้แรงดันทางไฟฟ้ามากพอโซนนี้จะแคบจนหายไป และอิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้อย่างง่ายดาย เหมือนกับไม่มีแรงเสียดทาน หรือความต้านทาน เมื่อต่อขั้วลบของแบตเข้ากับ N และขั้วบวกเข้ากับ P ทำให้อิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระเหมือนกับไม่มีความต้านทาน ในทางกลับกันถ้าต่อขั้วลบเข้ากับ P และขั้วบวกเข้ากับ N การไหลของอิเล็กตรอนจะเป็นไปได้ยากเพราะการเคลื่อนที่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม โซนดีพลีชั่นจะหนาขึ้นเป็นกำแพงกั้นการไหลของกระแสไฟฟ้า

เมื่อต่อขั้วบวกของแบตเข้ากับ N และขั้วลบเข้ากับ P โซนดีพลีชั่นมีขนาดกว้างขึ้น อิเล็กตรอนและโฮลไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและโฮลเป็นสาเหตุให้เกิดแสงขึ้น

แสงเกิดขึ้นจากพลังงานที่ปลดปล่อยจากอะตอม แสงเป็นโฟตอนที่มีพลังงานและโมเมนตัม ดังนั้นจึงเป็นอนุภาคชนิดหนึ่ง แต่นักวิทยาศาสตร์บอกว่าไม่มีมวลภายในอะตอมอิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส และมีวงโคจรหลายวง แต่ละวงมีพลังงานแตกต่างกัน วงนอกมีพลังงานมากกว่าวงใน ถ้าอะตอมได้รับพลังงานจากภายนอก อิเล็กตรอนจะกระโดดจากวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โคจรในออกสู่วงโคจรนอก ในทางกลับกัน ถ้าอิเล็กตรอนกระโดดจากวงโคจรนอกเข้าสู่วงโคจรใน มันจะปลดปล่อยพลังงานออกมา และพลังงานนี้ก็คือ “แสง”

ขณะที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปที่โฮลของสาร P อิเล็กตรอนจะตกจากวงโคจรสูง หรือแถบนำไฟฟ้า ไปสู่วงโคจรต่ำหรือแถบวาเลนซ์ จะปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นกับไดโอดทุกชนิด จะเห็นแสงได้ก็ต่อเมื่อ ความถี่ของพลังงานอยู่ในช่วงความถี่ที่ตามองเห็นได้เช่น ไดโอดที่ทำจากซิลิคอน ซึ่งมีช่วงของแถบพลังงานแคบ ทำให้ได้โฟตอนความถี่ต่ำ เป็นความถี่ที่ตามองเห็นได้ อย่างไรก็ตาม ความถี่ที่ตามองไม่เห็นก็มีประโยชน์ไม่น้อย ยกตัวอย่างเช่น ช่วงอินฟาเรด สามารถนำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรล เป็นต้น เมื่อไดโอดให้แสงออกมาแล้ว ถ้าเราไม่ควบคุมทิศทาง แสงจะกระจัดกระจาย และวิ่งออกมาอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้ความเข้มของแสงน้อยลง ดังนั้นในหลอด LED เราจะใช้พลาสติกหุ้ม และเอียงให้แสงสามารถสะท้อนออกไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

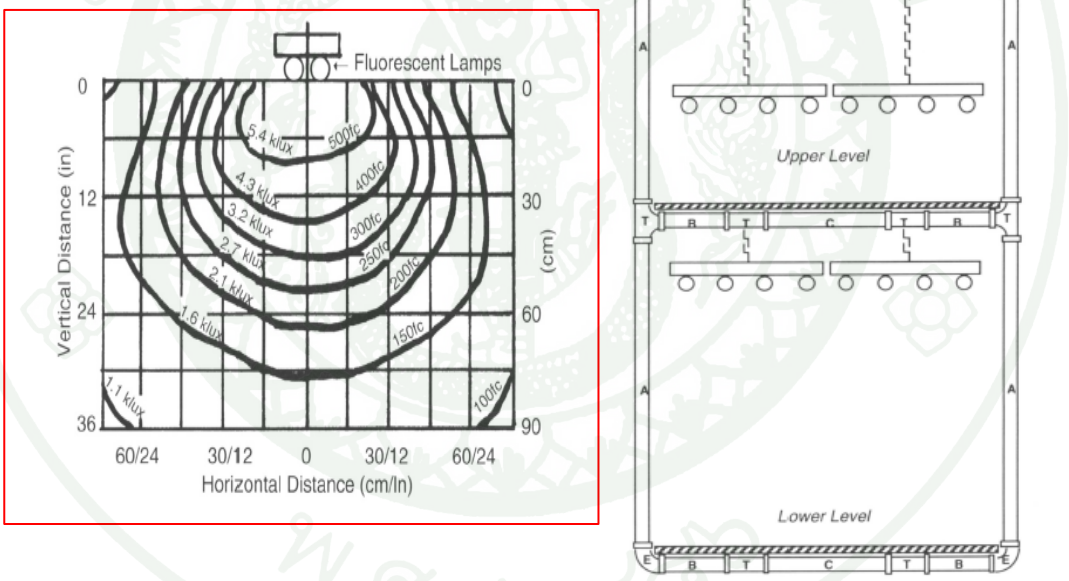
Pasona O_2 Japan

ภาพที่ 13 การปลูกพืชของ Pasona O_2 ที่เมืองโตเกียวประเทศญี่ปุ่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pasona O_2 ใช้วิธีการปลูกพืชภายในอาคารโดยจำลองจากสภาวะจริงของสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศของประเทศญี่ปุ่นทั้ง 4 ฤดู มีการแบ่งพื้นที่เป็นโซนตั้งแต่การเพาะเมล็ด ปลูกพืชสมุนไพร ผัก และ ผลไม้ โดยการให้แสงตามที่พืชแต่ละชนิดต้องการในแต่ละวันและปรับเปลี่ยนไปตามฤดูกาล โดยมีการผสมไฟที่มีความร้อนและเลือกช่วงเปิดให้พืชได้รับความร้อนในระยะเวลาตามสภาวะจริงทุกอย่าง อีกทั้งยังมีการให้ลมเพื่อให้พืชไหวตัวและมีการขยับเหมือนราวกับว่ามีลมจากธรรมชาติพัดมา

Gardening With Kids -Classroom Activities in Horticultural Science Growing Under Lights โดย Douglas C Needham,1996



ภาพที่ 14 งานวิจัยเกี่ยวกับการปลูกพืชของ Douglas C Needham

ที่มา: http://osufacts.okstate.edu

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นการทดลองปลูกพืชโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ ซึ่งคำนึงถึงปริมาณความเข้มแสงและระยะทาง ระหว่างจุดกำเนิดแสงกับต้นไม้ ตลอดจนระยะเวลาที่ให้แสงกับพืชในแต่ละวัน

โดยการทดลองสรุปได้ว่า

1. พืชที่อยู่ในระหว่างการเพาะเมล็ดต้องการแสงจากหลอดประดิษฐ์เป็นระยะเวลา 16 ชม. ต่อวัน

2. พืชประเภทไม้ดอกต้องการแสง 14-16 ชั่วโมงต่อวัน

3. พืชประเภทไม้ใบ ต้องการแสง 10-12 ชั่วโมงต่อวัน

สูตรการคำนวณผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์และสรุปผล

มาตรวัดค่ากลาง (Measurement of Central Tendency)

1. ค่าเฉลี่ย (Average หรือ Mean)

ค่าเฉลี่ยมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก เป็นต้น แต่ค่าเฉลี่ยที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือมัชฌิมเลขคณิต (arithmetic mean) โดยเรียกสั้น ๆ ว่า ค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย คือ ค่ากลาง ซึ่งคำนวณจากผลบวกของข้อมูลและหารด้วยจำนวนของข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้คือ $\overline{X}$ อ่านว่า เอ็กซ์บาร์ โดยผลบวก (sum) ของข้อมูลเขียน $\sum_{i=1}^{n} X_i$ หมายถึง การบวกข้อมูล n จำนวนจาก X_1 ถึง X_n เมื่อ n คือ จำนวนของข้อมูล ดังนั้นสูตรที่คำนวณคือ

$$\text{Mean: } \overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_n}{n}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

standard deviation , SD เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังสองของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย ความหมาย คือ โดยเฉลี่ยแล้วข้อมูลแต่ละตัวแตกต่าง (อยู่ห่าง) จากค่าเฉลี่ยอยู่มากน้อยเพียงใด

3. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error of mean, SEM)หรือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง หมายถึง โดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่าง (อยู่ห่าง) จากค่าเฉลี่ยของประชากรอยู่มากน้อยเพียงใดคำนวณจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วย รากที่สองของขนาดตัวอย่าง (n)

SD จะเป็นการวัดการกระจายของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ยที่ศึกษาในครั้งนั้น (ค่า X บาร์ :Statistic) ส่วนSEM จะเป็นการวัดการกระจายของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ยของประชากร (ค่ามิว : Parameter) ดังนั้น SD จึงใช้คู่กับค่าค่าเฉลี่ย (X บาร์) เพื่อบรรยายอธิบาย μ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ส่วน SE ใช้ในกรณีบรรยายอธิบาย หรือสรุปลักษณะของประชากร สถิติศาสตร์ จะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ สถิติพรรณนา (descriptive statistics) และสถิติอ้างอิง (inferential statistics) SD เป็นค่าสถิติ ใน สถิติพรรณนา ใช้บอกการกระจายของข้อมูล ของกลุ่มตัวอย่าง หรือกลุ่มประชากรที่ศึกษา เพียงกลุ่มเดียว (ถ้าตัวแปรที่สนใจ คือ X ก็แสดงว่า กำลังพิจารณาที่ distribution ของ ตัวแปรสุ่ม X) โดยทั่วไปเวลาบรรยายลักษณะข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาตัวแปร (ลักษณะ) ที่สนใจเป็นตัวแปรประเภทต่อเนื่อง และมีการกระจายแบบปกติ จะนำเสนอด้วยค่า X bar และ SD คู่กันเสมอ

SE (standard error) หรือ SEM (standard error of sample mean) เป็นค่าสถิติในสถิติอ้างอิง ชื่อจริงๆ ก็คือ standard deviation of (many) sample means แต่ที่เรียก standard error เพราะในทางปฏิบัติ จะสุ่มตัวอย่างมาเพื่อศึกษาเพียงหนึ่งตัวอย่าง ค่า SE นี้ใช้บอกการกระจายของ mean ของ หลายกลุ่มตัวอย่าง (distribution ที่กำลังพิจารณาคือ distribution ของตัวแปรสุ่ม X bar) ในทางทฤษฎีจากประชากรแม่ 1 ประชากร ทำการสุ่มตัวอย่าง ขนาด n ที่เป็นไปได้ k ตัวอย่าง ในแต่ละตัวอย่างคำนวณค่า เฉลี่ย (X bar) แล้วนำ X bar ทั้งหมด มา plot กราฟ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของ distribution นี้ distribution นี้ เรียก distribution of sample means ค่าการกระจายของมันเรียกว่า standard error (SE) คุณสมบัติของ distribution นี้ (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ชนิดของการกระจาย เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

normal distribution และค่าการกระจาย) นำไปใช้ประโยชน์ ในวิธีการของสถิติอ้างอิง ทั้งกรณีการประมาณค่า(ใช้เพื่อคำนวณค่า CI) และการทดสอบสมมติฐาน (ใช้เพื่อคำนวณค่า p-value)

สรุปลักษณะของข้อมูลที่ศึกษา จะพบว่า มีการนำเสนอ ค่า X bar แล้ววงเล็บค่า SD แล้วก็ตามด้วยค่า 95% CI บอกได้ว่า ในส่วนแรก เป็นการให้ภาพข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาว่าเป็นอย่างไร (X bar และ SD เป็นส่วนของ descriptive statistics) แล้วส่วนหลัง ให้ภาพลักษณะของประชากรที่ศึกษา (95% CI เป็นส่วนของ inferential statistics)

SD เป็นค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างเดียวในการพรรณนา การกระจายข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

SE เป็นค่าสถิติของสถิติอนุมานในการบอกการกระจายข้อมูลของค่าสถิติหลายกลุ่มตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบการทดลอง

1. สมมติฐานการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ทดลองด้วยข้อสมมุติฐานเบื้องต้นว่า

1.1 ต้นไม้จะเจริญเติบโตได้ดีในแสงที่มีคุณสมบัติต่างกัน กล่าวคือ แสงจากแหล่งกำเนิด(หลอด) ต่างชนิดกัน หากให้ปริมาณความเข้มแสง (Lumen) ที่ใกล้เคียงกันแล้วนั้น จะมีผลให้ต้นไม้ที่มีสิ่งแวดล้อมเดียวกันและพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกันนั้นมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

1.2 การเจริญเติบโตของต้นไม้แปรผันตามช่วงเวลาการรับแสง กล่าวคือ ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันและพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกันนั้น หากมีช่วงเวลาของการรับแสงในแต่ละวันไม่เท่ากันแล้วนั้น จะทำให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

1.3 การเจริญเติบโตของต้นไม้แปรผันตามปริมาณความเข้มของแสง (Lumen) กล่าวคือ ต้นไม้ชนิดเดียวกันมีช่วงเวลาของการรับแสงเท่ากัน หากแต่ปริมาณความส่องสว่างของแสงที่ได้รับต่างกันแล้วนั้นจะทำให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก โดยทำการทดลองเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน ดังนี้

2.1 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

2.2 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความส่องสว่าง(Lumen)กับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

3. รูปแบบการทดลอง

การปลูกพันธุ์ไม้ในกล่องการทดลอง

3.1 กล่องทดลองและการจัดวางพันธุ์ไม้

ภาพที่ 15 รูปแบบของกล่องทดลองที่ทำการออกแบบและจัดทำไว้

- กล่องทดลองซึ่งมีขนาดดังแสดงในภาพที่ 3.1 แบ่งออกเป็น 3 ชั้น

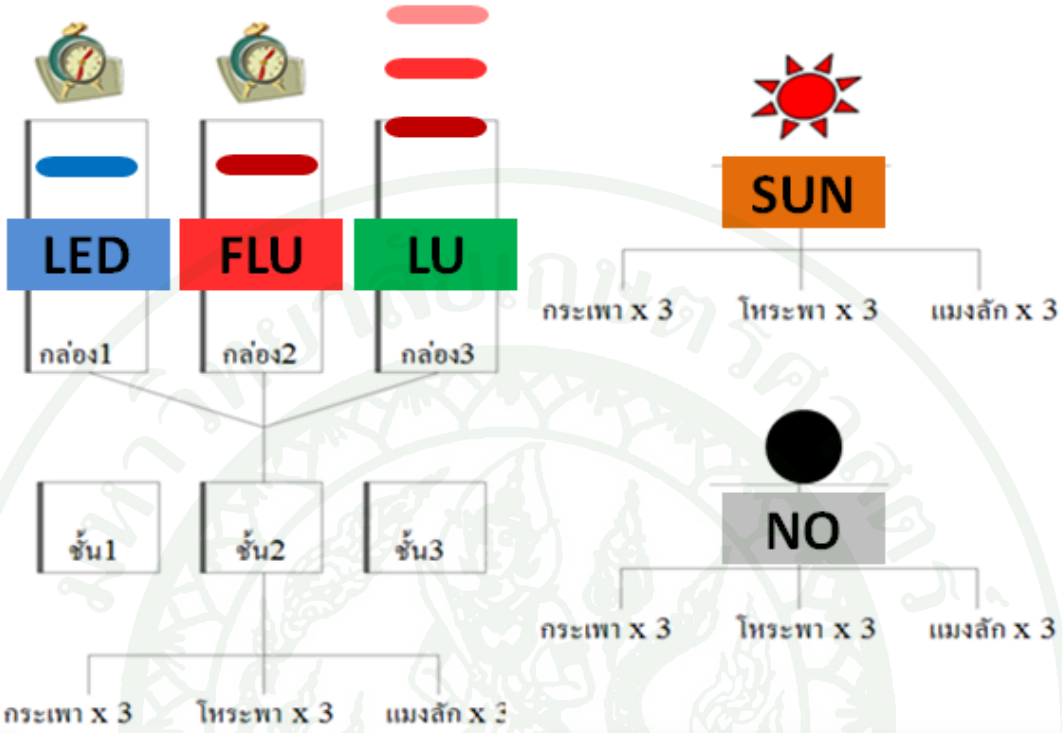
- แต่ละชั้นทำการบรรจุกระถางซึ่งปลูกพันธุ์ไม้ไว้ชั้นละ 3 ชนิด

- พันธุ์ไม้แต่ละชนิดปลูกไว้ในกระถางชนิดละสามกระถาง วางสลับตำแหน่งให้แต่ละแถวไม่ซ้ำกันเพื่อเฉลี่ยความแม่นยำของข้อมูลที่ได้

- หน้าบานของแต่ละกล่องจะเจาะช่องครึ่งหนึ่งและติดตาข่ายพลาสติกสีดำ เพื่อระบายอากาศและปรับให้ภายนอกและภายในกล่องมี CO_2 เท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การแบ่งกลุ่มการทดลองโดยรวม



ภาพที่ 16 การแบ่งกลุ่มการทดลองโดยรวม

1. ปลูกพืชในกล่องทดลอง ที่มีแสงจากหลอด LED ที่มีความเข้มแสงเท่ากันแต่ระยะเวลาการให้แสงต่างกัน

2. ปลูกพืชในกล่องทดลอง ที่มีแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่มีความเข้มแสงเท่ากันแต่ระยะเวลาการให้แสงต่างกัน

3. ปลูกพืชในกล่องทดลอง ที่มีแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่มีความเข้มแสงต่างกันแต่ระยะเวลาเท่ากัน

4. ปลูกพืชในกล่องทดลองเพื่อหาค่าความเจริญเติบโตของต้นไม้เมื่อถูกวางไว้ในสภาพแวดล้อมปกติ(ภายในอาคาร)โดยไม่ให้แสงจากหลอดประดิษฐ์ใดๆเลยเพื่อใช้เปรียบเทียบกับพืชที่ปลูกในสภาวะที่มีแสงประดิษฐ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ปลูกพืชในแปลงการทดลองเพื่อหาค่าความเจริญเติบโตของต้นไม้เมื่อถูกวางไว้ในสภาพแวดล้อมปกติ(ภายนอกอาคาร) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับพืชที่ปลูกในสภาวะต่างๆ ตามตัวแปรที่กำหนด

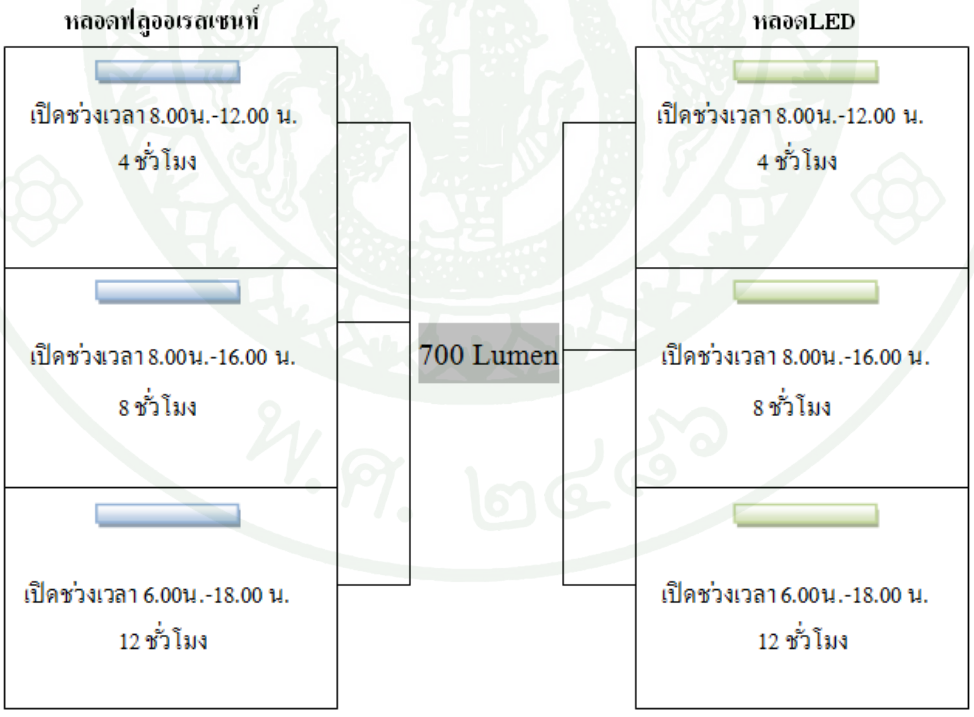
6. ปลูกพืชในกล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง เพื่อใช้เปรียบเทียบกับพืชที่ปลูกในสภาวะต่างๆ ตามตัวแปรที่กำหนด

3.3 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ที่ได้จากการแบ่งกลุ่มการทดลอง

3.3.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับชนิดของหลอดไฟสว่างที่ได้รับ

3.3.2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับระยะเวลาการได้รับแสง

4. การทดลองเพื่อเปรียบเทียบชนิดของหลอดไฟสว่างที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช



ภาพที่ 17 การทดลองเปรียบเทียบชนิดของหลอดไฟสว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

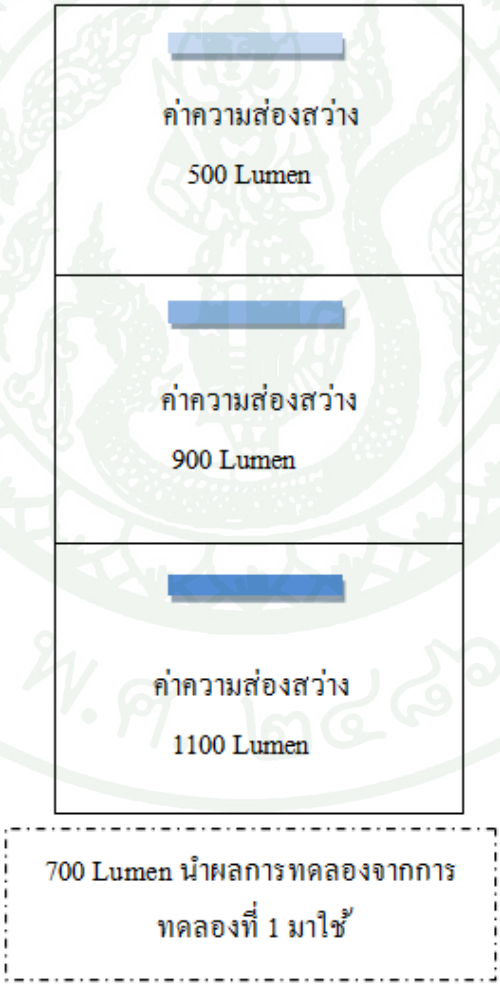
จากการทดลองนี้จะได้ความสัมพันธ์ตามที่ตั้งไว้ในสมมุติฐาน คือ

4.1 พืชเจริญเติบโตได้ดีจากแสงสว่างที่ได้รับจากหลอดประเภทใด

4.2 ช่วงเวลาที่ให้แสงสว่างเพิ่มเติมมีผลอย่างไรกับการเจริญเติบโตของพืช

5. การทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณของความสว่างที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่มีระยะเวลาการเปิดไฟ 8 ชั่วโมง (8.00น.-16.00 น.)



ภาพที่ 18 การควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนท์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และจากการทดลองนี้จะได้ความสัมพันธ์ตามที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้คือ

5.1 ปริมาณความสว่างมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ อย่างไร

ผลที่คาดว่าจะได้จากการทดลอง

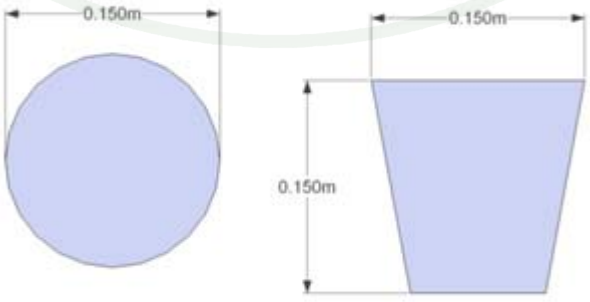
1. ต้นไม้จะเจริญเติบโตได้ดีในแสงที่มีคุณสมบัติต่างกัน กล่าวคือ แสงจากแหล่งกำเนิด (หลอด) ต่างชนิดกัน หากให้ปริมาณความสว่าง (Lumen) ที่ใกล้เคียงกันแล้วนั้น จะมีผลให้ต้นไม้ที่มีสิ่งแวดล้อมเดียวกันและพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกันนั้นมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

2. การเจริญเติบโตของต้นไม้แปรผันตามช่วงเวลาการรับแสง กล่าวคือ ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันและพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกันนั้น หากมีช่วงเวลาของการรับแสงในแต่ละวันไม่เท่ากันแล้วนั้นจะทำให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

3. การเจริญเติบโตของต้นไม้แปรผันตามปริมาณความส่องสว่างของแสง(Lumen) กล่าวคือ ต้นไม้ชนิดเดียวกันมีช่วงเวลาของการรับแสงเท่ากัน หากแต่ปริมาณความส่องสว่างของแสงที่ได้รับต่างกันแล้วนั้นจะทำให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

หมายเหตุ: 1) ไม่ใช้หลอดไส้ (Incandescent) มาทดลอง ด้วยมีปัจจัยด้านอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างจากหลอด 2 ชนิดที่เลือกใช้

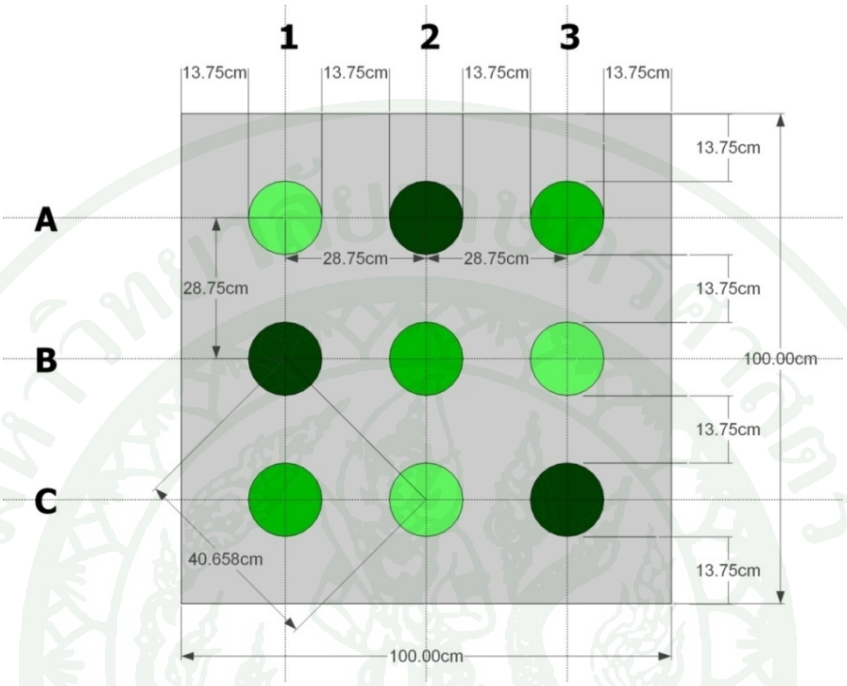
2) ใช้พันธุ์ไม้ 3 ชนิด เนื่องจากใช้พิจารณาให้แน่ใจว่าตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้นมาจะมีผลกับพันธุ์ไม้ในหลายๆชนิด



ภาพที่ 19 ขนาดของกระถางที่นำมาใช้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อลดปัจจัยของระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงต้นไม้ ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้จึงจำเป็นต้องจัดเรียงและวางต้นไม้ดังนี้



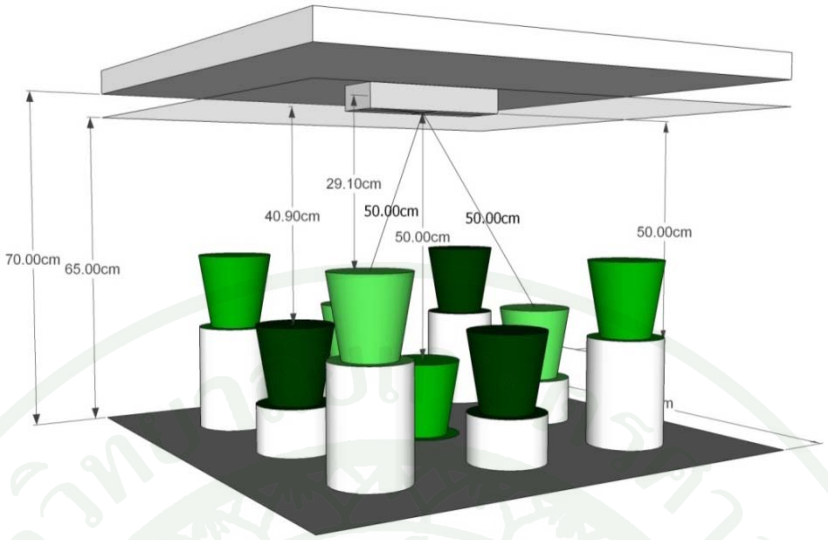
ภาพที่ 20 การออกแบบการเว้นระยะห่างของกระถางในกล่องทดลอง

กระถางตำแหน่ง A1,A3,C1,C3 จะวางที่ระดับความสูงจากขอบกระถางถึงกลางหลอดไฟ 29.10 ซม.

กระถางตำแหน่ง B2 จะวางที่ระดับความสูงจากขอบกระถางถึงกลางหลอดไฟ 50.00 ซม.

กระถางตำแหน่ง A2, B1, B3, C2 จะวางที่ระดับความสูงจากขอบกระถางถึงกลางหลอดไฟ 40.90 ซม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 การออกแบบการเว้นระยะห่างของกลางกระถางกับกลางหลอดไฟในกล่องทดลอง

การให้น้ำและปุ๋ย

พืชทุกต้นมีการรดน้ำและใส่ปุ๋ยเท่ากันทุกครั้ง

ปุ๋ยที่ให้คือปุ๋ยเม็ดละลายช้า สูตร 14-14-14 จะให้ทุกๆ 5 วัน ครั้งละ 5 เม็ด ต่อ 1 กระถาง โดยวิธีการละลายไปกับน้ำที่ใช้รด

ส่วนการให้น้ำ เริ่มโดยวิธีการ นำแก้วตวงใส่น้ำถึงขีดสูงสุดแล้วเทไปในกระถางที่มีดินและต้นไม่อยู่แล้ว เมื่อน้ำหยดแรกหยดออกจากกระถาง จึงทำการหยุด แล้วบันทึกว่าน้ำในแก้ว ลดลงเท่าไร ค่านั้นเป็นค่าที่เราจะต้องตวงและรดทุกๆ กระถางในช่วงเวลาทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 22 การรดน้ำจากถ้วยตวง

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

- เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
- การเก็บข้อมูลเบื้องต้นก่อนการนำต้นไม้เข้ากล่องทดลอง

ภาพที่ 23 เครื่อง Data logger testo 177-H1 V01.10 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องมือ Data logger testo 177-H1 V01.10

- เครื่องบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- ช่วงการวัด 0 ถึง 100 %RH

-20 ºC ถึง +70 ºC

- ค่าความคลาดเคลื่อน +/-3%RH / +/- 0.5º C
- ค่าความละเอียด 0.1%RH / 0.1 ºC

ใช้เครื่อง Data logger testo 177-H1 V01.10 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่อง ทั้งก่อนการเปิดและหลังปิดไฟตามชั่วโมงการทดลองเพื่อแสดงว่าอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่อง ทุกกล่องเป็นไปในทางใกล้เคียงกันจริงเพื่อกันความผิดพลาด (Error) และพิสูจน์ว่าหลอดที่เลือกใช้ไม่ส่งผลกับอุณหภูมิปกติภายในกล่อง

ภาพที่ 24 เครื่อง Illuminance Meter

ใช้เครื่อง Illuminance Meter เพื่อวัดปริมาณความเข้มแสง ตรงส่วนบริเวณที่ต้นไม้ได้รับจริงในแต่ละกล่องทดลอง ว่าได้ค่าความเข้มใกล้ตามที่กำหนดไว้อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 25 การวัดความเข้มแสงโดยใช้เครื่องวัดแสงชนิด Quantum sensor และ data logger LI-1400

ใช้เครื่องวัดความเข้มแสงชนิด Quantum sensor และ data logger LI-1400 สำหรับบันทึกและอ่านค่า เพื่อวัดค่าความเข้มแสงที่ได้จากหลอดไฟ ที่นำใช้ในการทดลอง เพื่อให้ทราบว่า หลอดที่เลือกใช้ แท้จริงแล้วความเข้มแสงที่ให้ พืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงมีค่าเท่ากับ.....

ภาพที่ 26 การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิด้วยเครื่อง Portable Photosynthesis System (LI-6400XT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้เครื่องPortable Photosynthesis System (LI-6400XT) วัดค่าการตอบสนองต่อความเข้มแสง (light response curve) ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (Pn) ที่พืชแต่ละชนิด (กะเพรา โหระพา แมงลัก) ซึ่งจะทำให้ทราบค่าความเข้มแสงที่เพียงพอต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทั้ง 3 ชนิด

การเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

- ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตโดยการถ่ายภาพด้วยกล้อง Digital SLR ทุกๆ 5 วัน เป็นเวลา 8 ครั้ง

- วัดความสูงของต้นและความกว้างของทรงพุ่มโดยใช้ไม้บรรทัดและจดบันทึกไว้ในตารางบันทึกการเจริญเติบโตทุกๆ 5 วัน เป็นเวลา 8 ครั้ง

ภาพที่ 27 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกการทดลอง

จากนั้นจึงทำการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืชกับแสงที่เลือกใช้และนำผลจากการเก็บข้อมูลมาทำการการวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินผลและสรุปผลการทดลองต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย เลขที่23/2 หมู่1 ตำบลคลองหรัง อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา ตรงบริเวณที่จอดรถเนื่องจากเป็นส่วนที่มีอากาศถ่ายเท ไม่ร้อน และเป็นส่วนที่ไม่โดนฝน

ภาพที่ 28 สถานที่ทำการทดลอง

โดยก่อนทำการทดลอง ได้ทำการการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อทดสอบว่ากล่องทดลองที่สร้างขึ้นส่งผลใดกับการปลูกพืชหรือไม่และค่าความเข้มแสงที่ระบุข้างกล่องนั้นเมื่อเปิดหลอดไฟแล้วค่าความเข้มที่ได้รับจริงบริเวณกระถาง มีปริมาณความเข้มเท่าไร

อุณหภูมิและความชื้น

ใช้เครื่อง Data logger testo 177-H1 V01.10 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่อง ทั้งก่อนการเปิดและหลังปิดไฟตามชั่วโมงการทดลองเพื่อแสดงว่าอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่อง ทุกกล่องเป็นไปในทางใกล้เคียงกันจริงเพื่อกันความผิดพลาด(Error) และพิสูจน์ว่าหลอดที่เลือกใช้ไม่ส่งผลกับอุณหภูมิปกติภายในกล่อง คือ อุณหภูมิที่ได้ของทุกกล่องต่างกันเล็กน้อยโดยอยู่ในช่วงระหว่าง 1 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ต่างกันอยู่ในช่วง 4% เท่านั้น โดยค่าเฉลี่ยที่วัดได้ คือ

- อุณหภูมิเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่ายังอยู่ในช่วงที่พืชเขตร้อนสามารถเจริญเติบโตได้(27-35 °C)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 62.5 ซึ่งถือว่ายังอยู่ในช่วงที่พืชเขตร้อนสามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน

ความเข้มแสง

ใช้เครื่อง Illuminant Meter เพื่อวัดปริมาณความเข้มแสงซึ่งมีหน่วยเป็นลูเมน ตรงส่วนบริเวณที่ต้นไม้ได้รับจริงในแต่ละกล่องทดลอง ว่าได้ค่าความเข้มใกล้ตามที่กำหนดไว้อย่างไร ผลที่ได้คือ ได้ค่าความเข้มแสงใกล้เคียงกับที่ข้างกล่องระบุไว้ คือ

หลอดฟลูออเรสเซนต์

- ที่ข้างกล่องระบุ 500 Lm/m^2 วัดได้จริง 507 Lm/m^2
- ที่ข้างกล่องระบุ 700 Lm/m^2 วัดได้จริง 712 Lm/m^2
- \ที่ข้างกล่องระบุ 900 Lm/m^2 วัดได้จริง 909 Lm/m^2
- ที่ข้างกล่องระบุ 1100 Lm/m^2 วัดได้จริง 1114 Lm/m^2

หลอดแอลอีดี (LED)

- ที่ข้างกล่องระบุ 700 Lm/m^2 วัดได้จริง 706 Lm/m^2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. นำแสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์ มาใช้กับพืชสวนครัวในอาคารเพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชสวนครัวภายในและภายนอกอาคารโดยการทดลองจากตัวแปร คือ ระยะเวลา ปริมาณความสว่างและชนิดหลอดไฟที่ไม่ให้ความร้อน

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าว สามารถจำแนกการทดลองออกมาเป็น 3 ชุด การทดลองหลักโดยทำการทดลองเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน ได้ดังนี้

1. ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

2. ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

3. ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสง(Lumen)กับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

จึงแบ่งเป็นกล่องการทดลองเป็น 12 ชุด ดังนี้

กล่องที่ 1 ชื่อ LED1
ใช้หลอด LED
ที่มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน
เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 12ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (6.00-18.00 น.)
ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้
- ใช้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับระยะเวลาการได้รับแสง

กล่องที่ 2 ชื่อ LED2

ใช้หลอด LED

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-16.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้
- ใช้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับระยะเวลาการได้รับแสง

กล่องที่ 3 ชื่อ LED3

ใช้หลอด LED

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-12.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้
- ใช้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับระยะเวลาการได้รับแสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล่องที่ 4 ชื่อ FLU1

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (Fluorescent)

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 12ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (6.00-18.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้
- ใช้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับระยะเวลาการได้รับแสง

กล่องที่ 5 ชื่อ FLU2

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (Fluorescent)

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-16.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้
- ใช้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับระยะเวลาการได้รับแสง
- ใช้เปรียบเทียบปริมาณของความสว่างที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช

กล่องที่ 6 ชื่อ FLU3

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (Fluorescent)

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-12.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้
- ใช้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับระยะเวลาการได้รับแสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล่องที่ 7 ชื่อ LU1

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (Fluorescent)

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 1100 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-16.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบปริมาณของความสว่างที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช

กล่องที่ 8 ชื่อ LU2

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (Fluorescent)

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 900 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-16.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบปริมาณของความสว่างที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช

กล่องที่ 9 ชื่อ LU3

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (Fluorescent)

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-16.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบปริมาณของความสว่างที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช

กล่องที่ 10 ชื่อ LU4

ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (Fluorescent)

ที่มีปริมาณความเข้มแสง 500 ลูเมน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน (8.00-16.00 น.)

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาใช้ดังนี้

- ใช้เปรียบเทียบปริมาณของความสว่างที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช

กล่องที่ 11 ชื่อSUN

ใช้แสงสว่างจากแสงธรรมชาติ ตลอดระยะเวลาการทดลอง

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาเป็นตัวเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ(ดวงอาทิตย์)กับพืชที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์

กล่องที่ 12 ชื่อ NO

ไม่ใช้ความสว่างทั้งจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ตลอดระยะเวลาการทดลอง

ภายในกล่องบรรจุพืช 3 ชนิดคือ กะเพรา โหระพาและแมงลักชนิดละ 3 ต้น วางสลับตำแหน่ง

เป็นกล่องการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการทดลองมาเป็นตัวเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ไม่ได้รับแสงเลยกับพืชที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์

การทดลอง

การทดลองที่ 1 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

คือ เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับชนิดของหลอดไฟสว่างที่ได้รับ ระหว่างพืชในกล่องทดลองที่ใช้หลอดLED และพืชในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดระหว่างLED และ FLU

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่ได้จากการทดลองของกล่องที่1-6 ที่บันทึกในทุกๆ 5 วัน ต่อครั้ง เป็นจำนวน 8 ครั้ง ว่าพืชในกล่องทดลองที่ใช้หลอดชนิดใด มีอัตราการอยู่รอดที่ยาวนานกว่า ระหว่างพืชในกล่องทดลองที่ใช้หลอดLED และพืชในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์

ตารางที่ 5 บันทึกการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED และ FLU

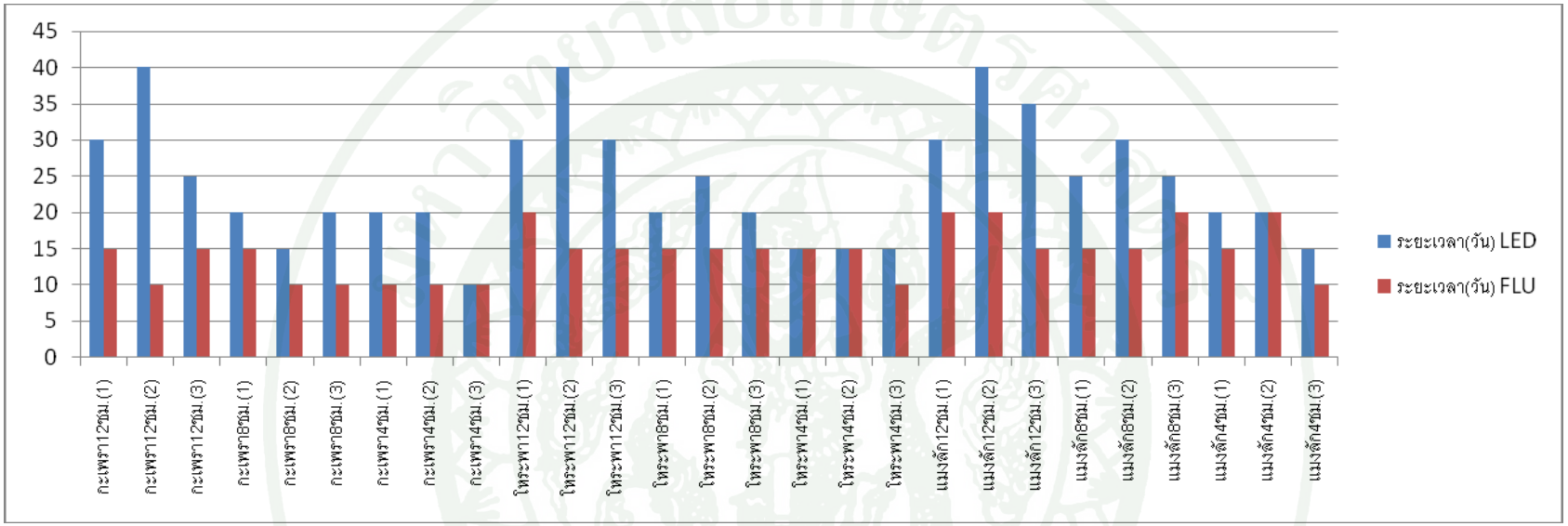
ชนิด	ระยะเวลาการให้แสง (ชั่วโมง)	จำนวนวันที่พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้(จากการเก็บข้อมูล ทุก 5วัน)						สัดส่วนการดำรงชีวิตรอดเปรียบเทียบระหว่าง LED/FLU
		LED			FLU			
		ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	
กะเพรา	12	A1	30	31.67	A1	15	13.33	2.375
		A2	40		A2	10		
		A3	25		A3	15		
	8	A1	20	18.33	A1	15	11.67	1.571
		A2	15		A2	10		
		A3	20		A3	10		
	4	A1	20	16.67	A1	10	10.00	1.667
		A2	20		A2	10		
		A3	10		A3	10		
โหระพา	12	B1	30	33.33	B1	20	16.67	2.000
		B2	40		B2	15		
		B3	30		B3	15		
	8	B1	20	21.67	B1	15	15.00	1.444
		B2	25		B2	15		
		B3	20		B3	15		
	4	B1	15	15.00	B1	15	13.33	1.125
		B2	15		B2	15		
		B3	15		B3	10		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

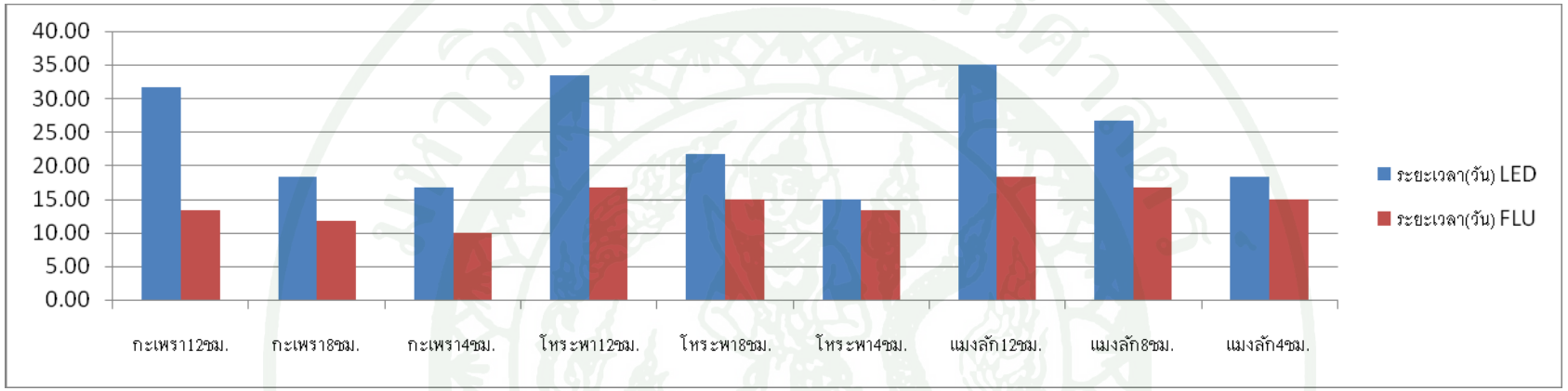
ชนิด	ระยะเวลาการให้แสง (ชั่วโมง)	จำนวนวันที่พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้(จากการเก็บข้อมูล ทุก 5วัน)						สัดส่วนการดำรงชีวิตรอดเปรียบเทียบระหว่าง LED/FLU
		LED			FLU			
		ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	
แมงลัก	12	C1	30	35.00	C1	20	18.33	1.909
		C2	40		C2	20		
		C3	35		C3	15		
	8	C1	25	26.67	C1	15	16.67	1.600
		C2	30		C2	15		
		C3	25		C3	20		
	4	C1	20	18.33	C1	15	15.00	1.222
		C2	20		C2	20		
		C3	15		C3	10		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 29 เปรียบเทียบการอยู่รอดของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี(LED)และหลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 30 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอยู่รอดของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED) และหลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากความสูง

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกผลความสูงที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง แล้วนำความสูงจากพืชชนิดเดียวกันภายในชุดกล่องการทดลองเดียวกัน มาเฉลี่ยหาค่าความสูงของพืชแต่ละชนิดภายในกล่องการทดลอง จะได้ผลออกมาเหลือแต่ 3 ค่า (พืช1 ชนิดต่อ 1 ค่า) จากตัวเลขทั้งหมด 9 ค่า แล้วนำตัวเลขที่ได้จากกล่องการทดลองที่1-3มาเปรียบเทียบกับกล่องการทดลองที่ 4-6 โดยจับคู่ ตามตัวแปรที่กำหนด ดังนี้

- กล่องที่1(LED1) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 4(FLU1)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด12ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

- กล่องที่2(LED2) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 5(FLU2)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด 8 ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

- กล่องที่3(LED3) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 6(FLU3)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด 4 ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

1.2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่ม

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกผลความกว้างและยาว ของทรงพุ่มที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง แล้วนำมาหาความกว้างและยาวเฉลี่ยของทรงพุ่มจากพืชชนิดเดียวกัน ภายในชุดกล่องการทดลองเดียวกัน จะได้ผลออกมาเหลือความกว้างเฉลี่ยแต่ 3 ค่า (พืช 1 ชนิด ต่อ 1 ค่า) จากตัวเลขทั้งหมด 18 ค่า แล้วนำตัวเลขที่ได้จากกล่องการทดลองที่ 1-3 มาเปรียบเทียบกล่องการทดลองที่ 4-6 โดยจับคู่ ตามตัวแปรที่กำหนด ดังนี้

- กล่องที่1(LED1) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 4(FLU1)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด12ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

- กล่องที่2(LED2) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 5(FLU2)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด 8 ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- กล่องที่ 3(LED3) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 6(FLU3)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด 4 ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

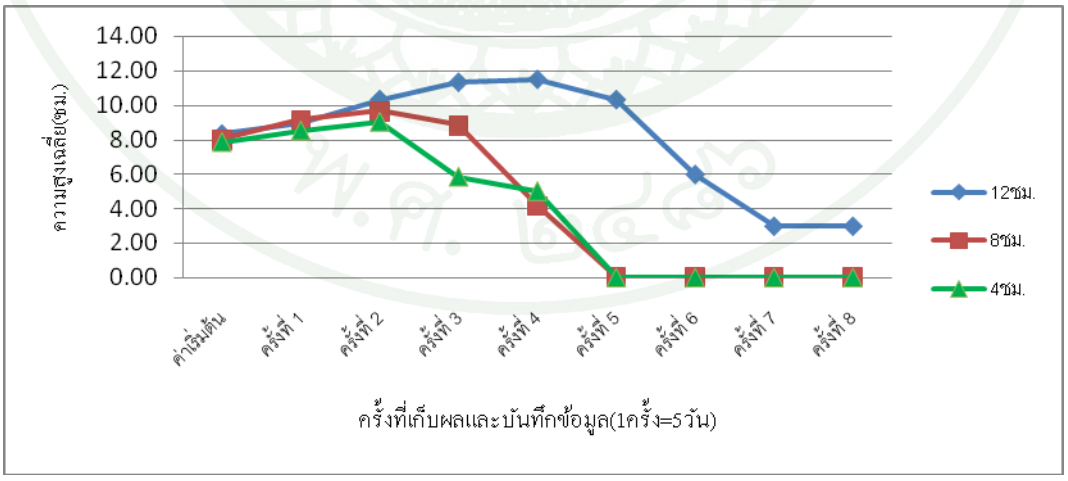
1.3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากการนับจำนวนใบ

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกการนับใบของพืชแต่ละต้น ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลองของแต่ละต้น รวมถึงนับจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดลอง แล้วนำตัวเลขที่ได้จากกล่องการทดลองที่1-3มาเปรียบเทียบกล่องการทดลองที่4-6โดยจับคู่ ตามตัวแปรที่กำหนด ดังนี้

- กล่องที่1(LED1) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 4(FLU1)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด12ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

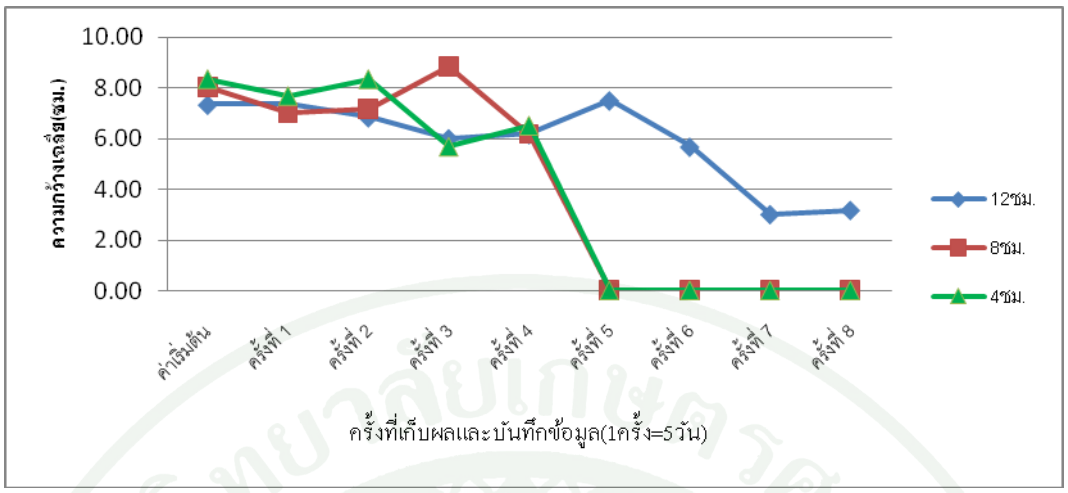
- กล่องที่2(LED2) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 5(FLU2)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด 8 ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

- กล่องที่3(LED3) เปรียบเทียบกับ กล่องที่ 6(FLU3)
ความเข้มแสง700ลูเมน เปิด 4 ชั่วโมงเท่ากันทั้ง 2 กล่อง

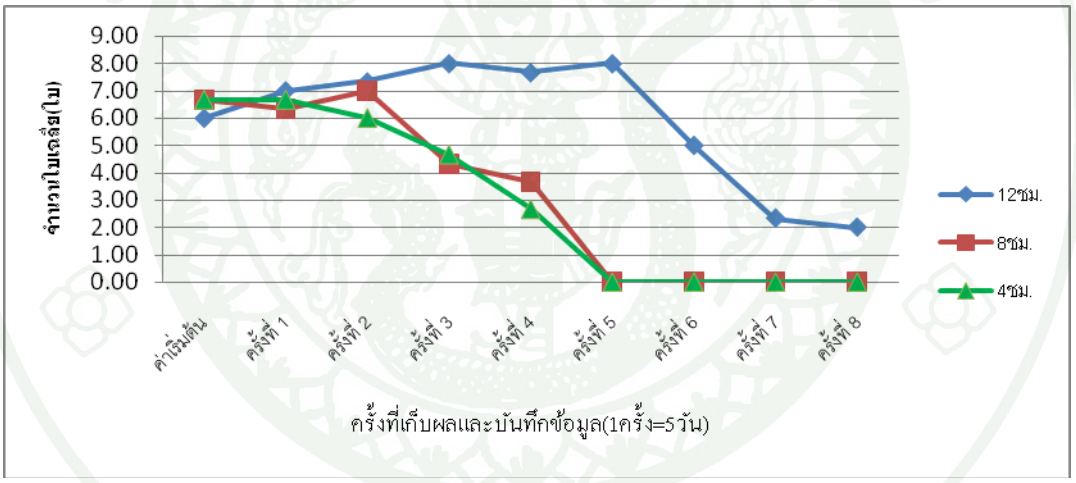


ภาพที่ 31 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

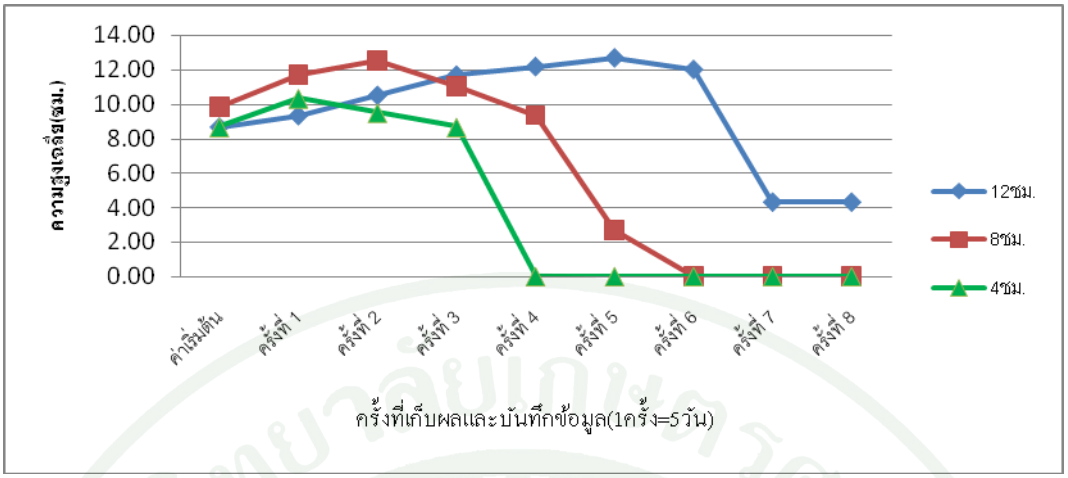


ภาพที่ 32 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

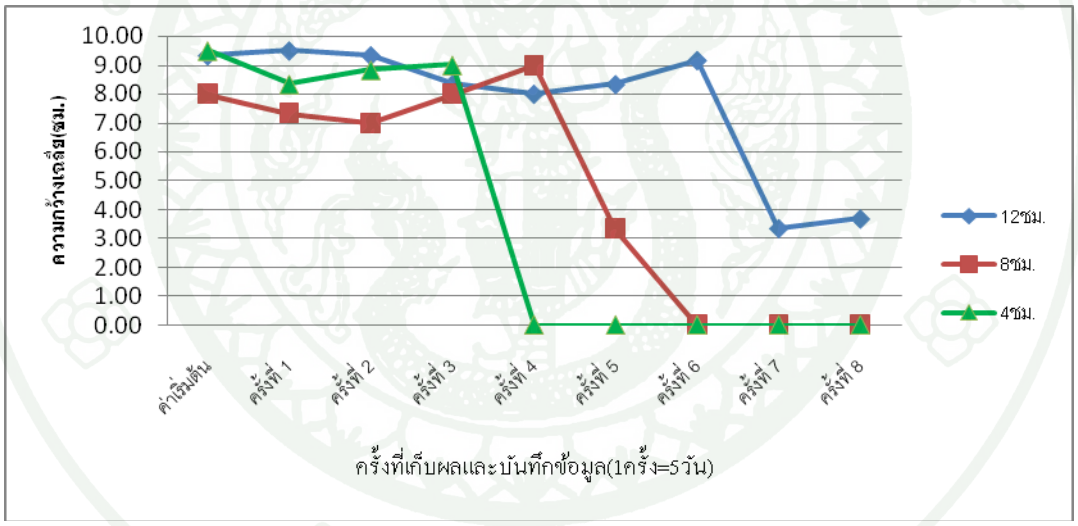


ภาพที่ 33 แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

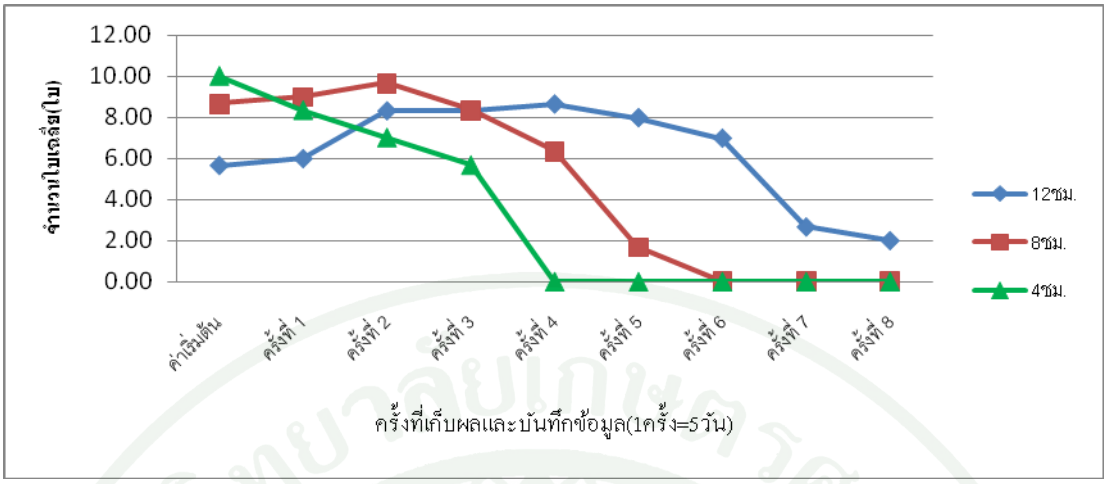


ภาพที่ 34 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

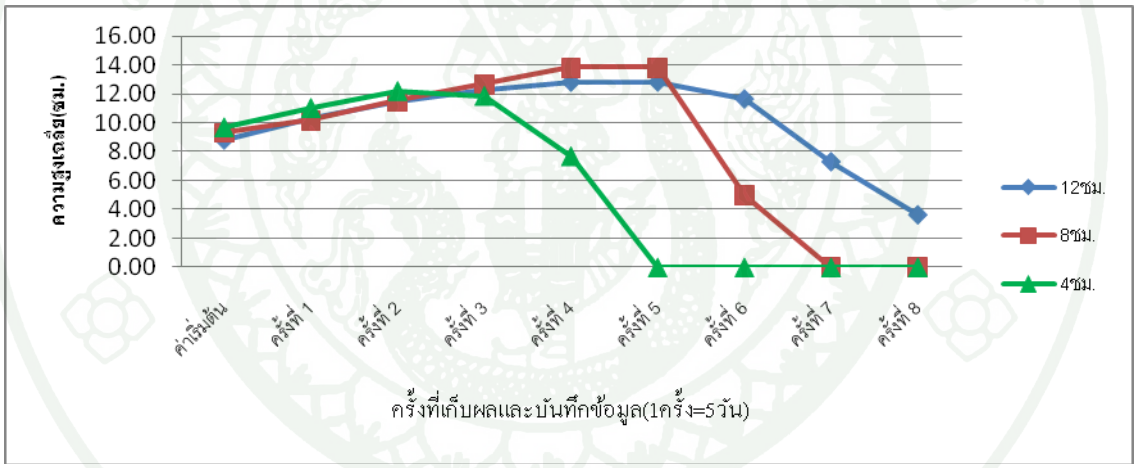


ภาพที่ 35 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

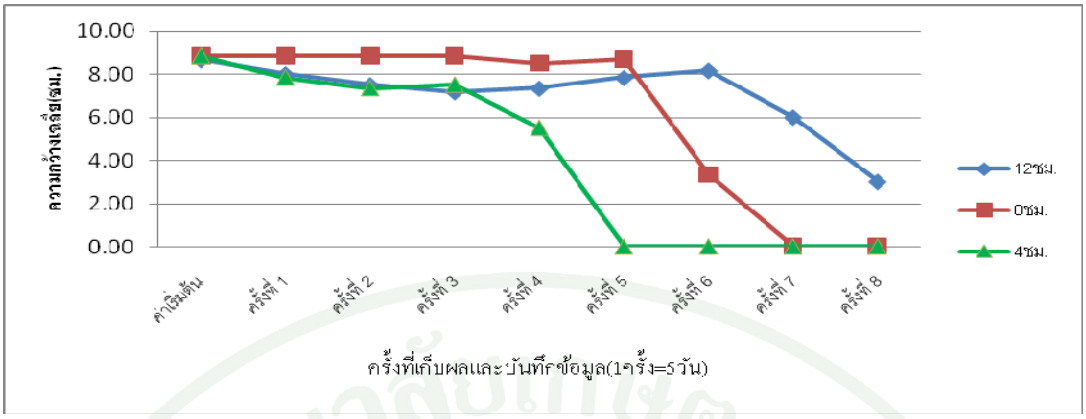


ภาพที่ 36 แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

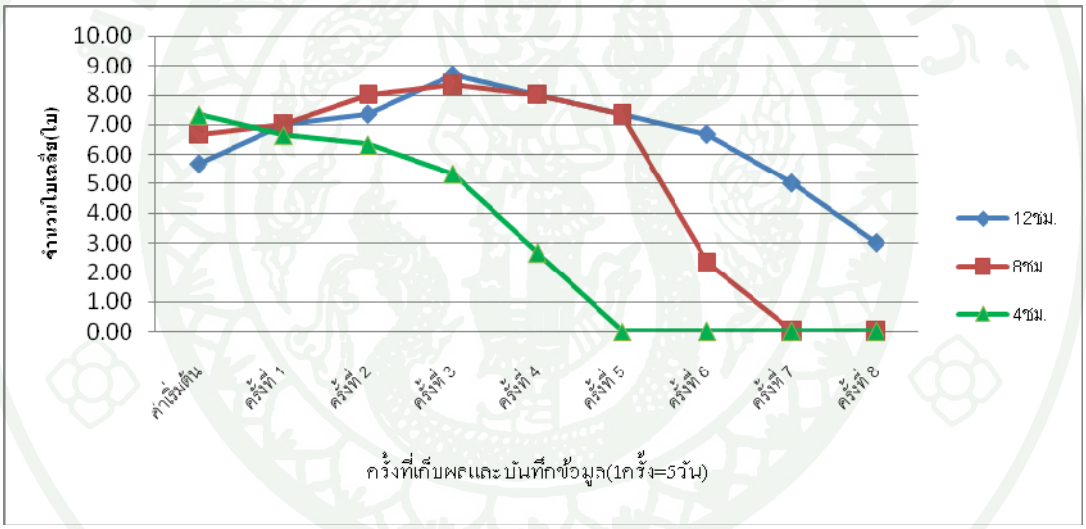


ภาพที่ 37 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

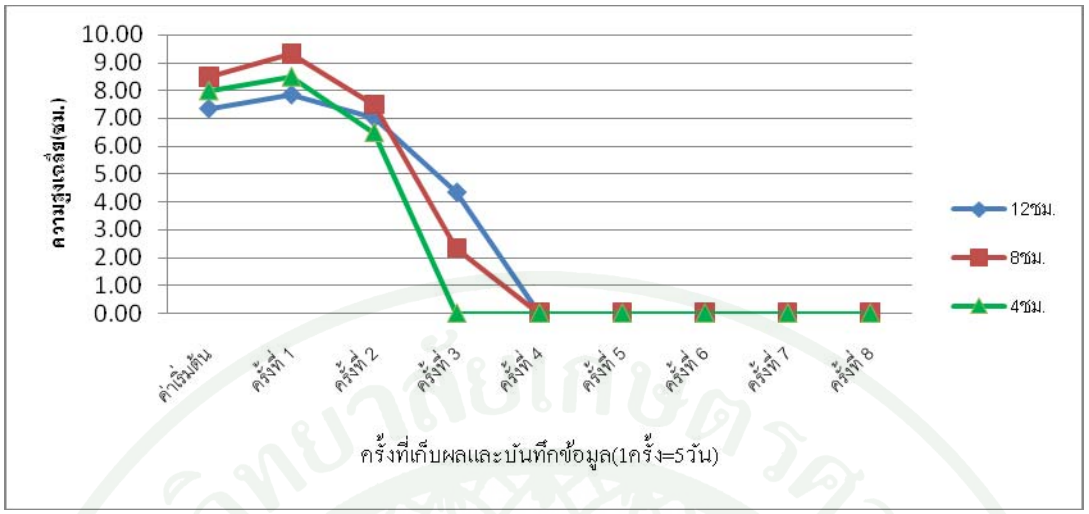


ภาพที่ 38 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

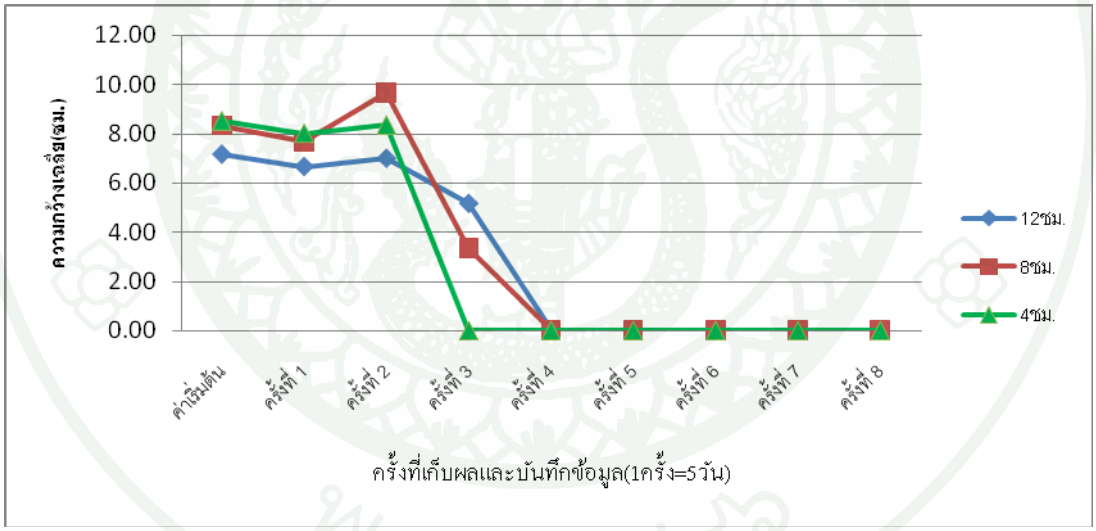


ภาพที่ 39 แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

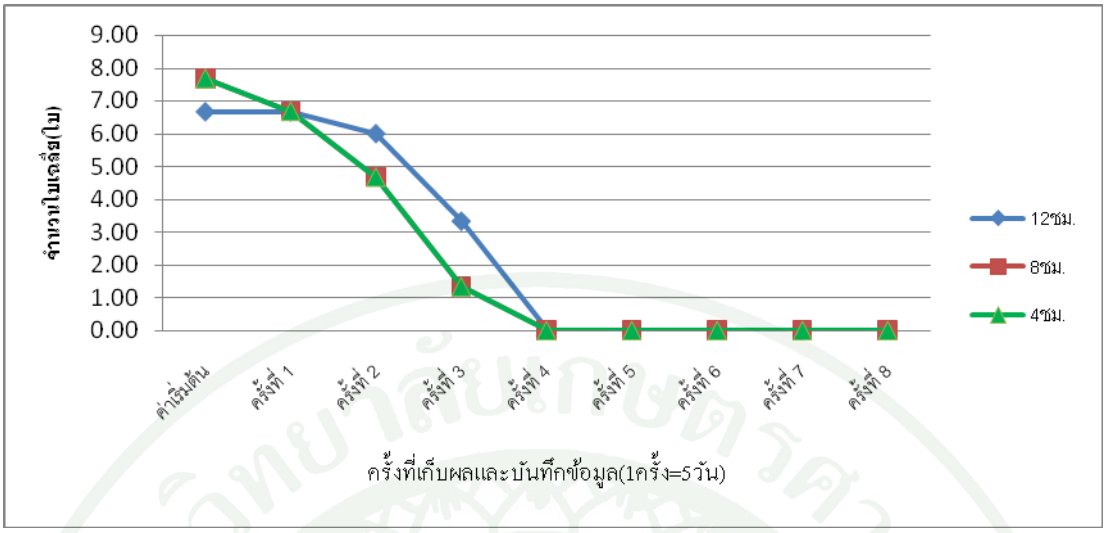


ภาพที่ 40 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

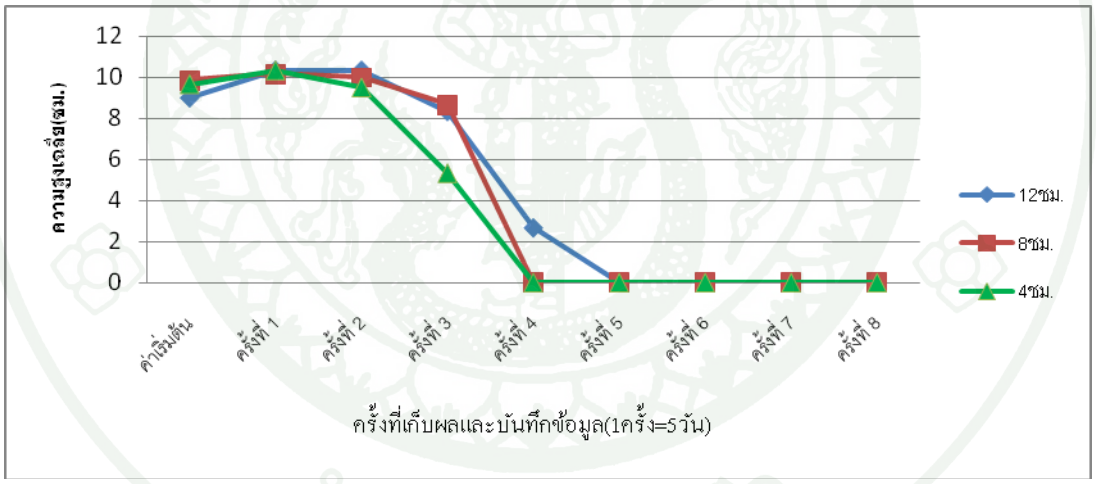


ภาพที่ 41 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

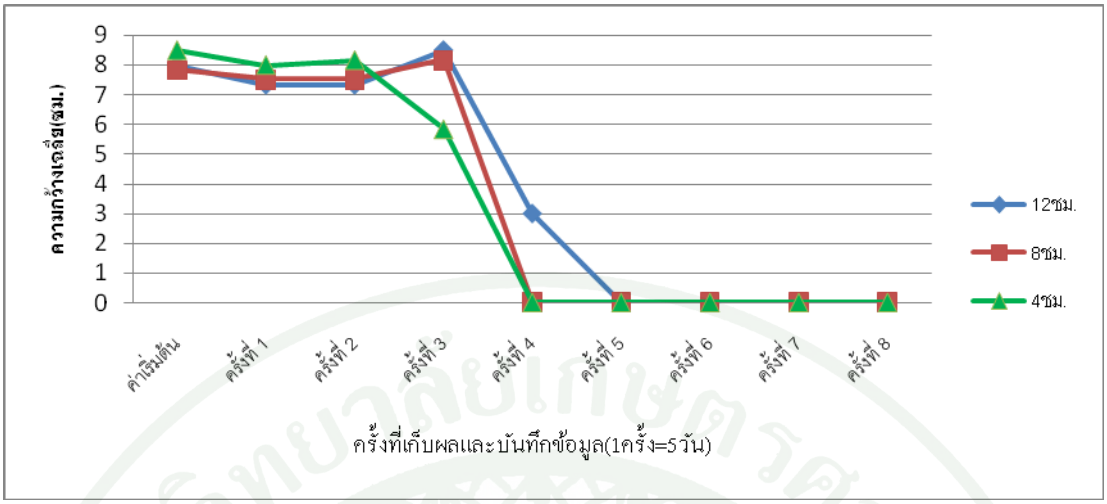


ภาพที่ 42 แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นกะเพราที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

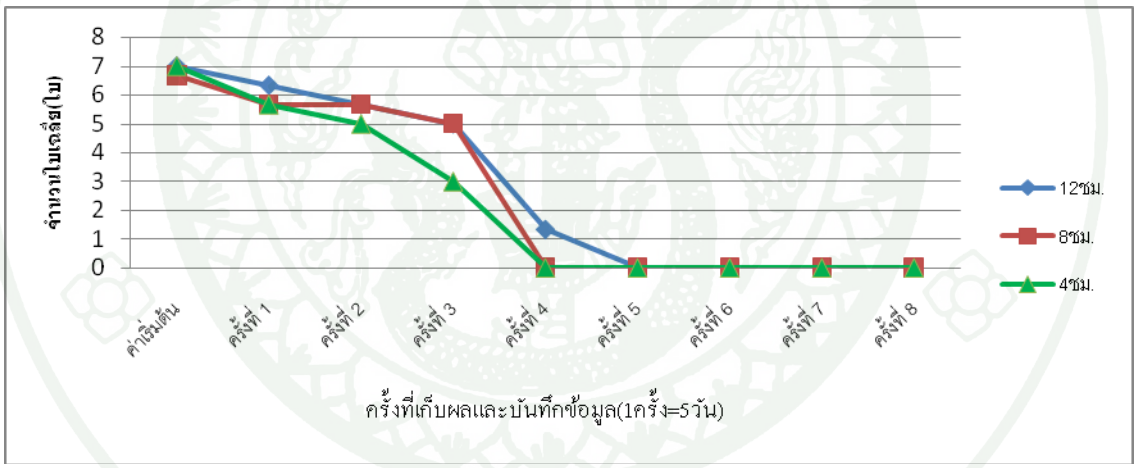


ภาพที่ 43 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

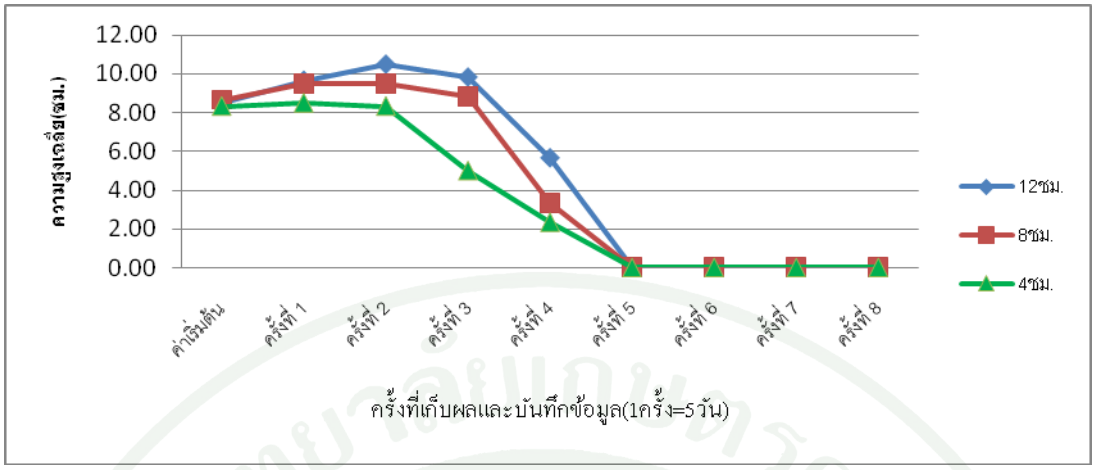


ภาพที่ 44 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

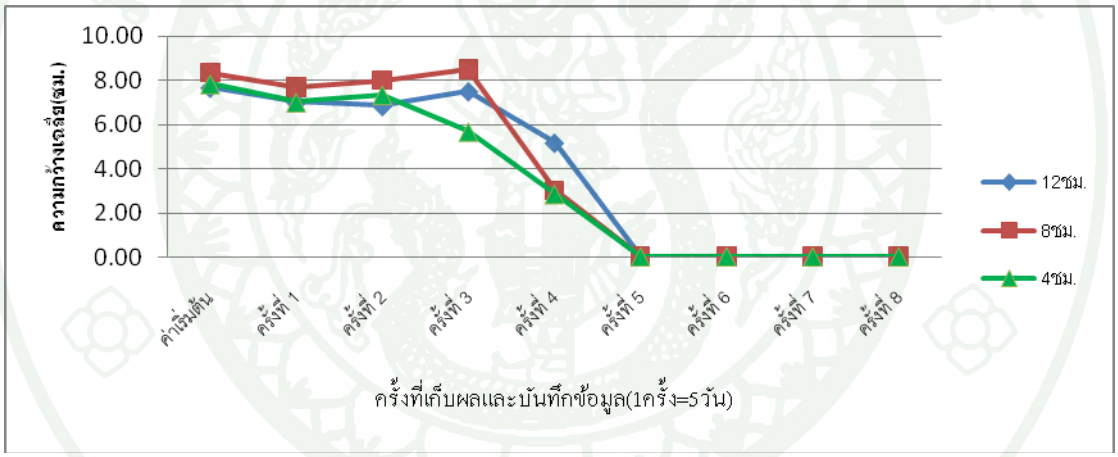


ภาพที่ 45 แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นโหระพาที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

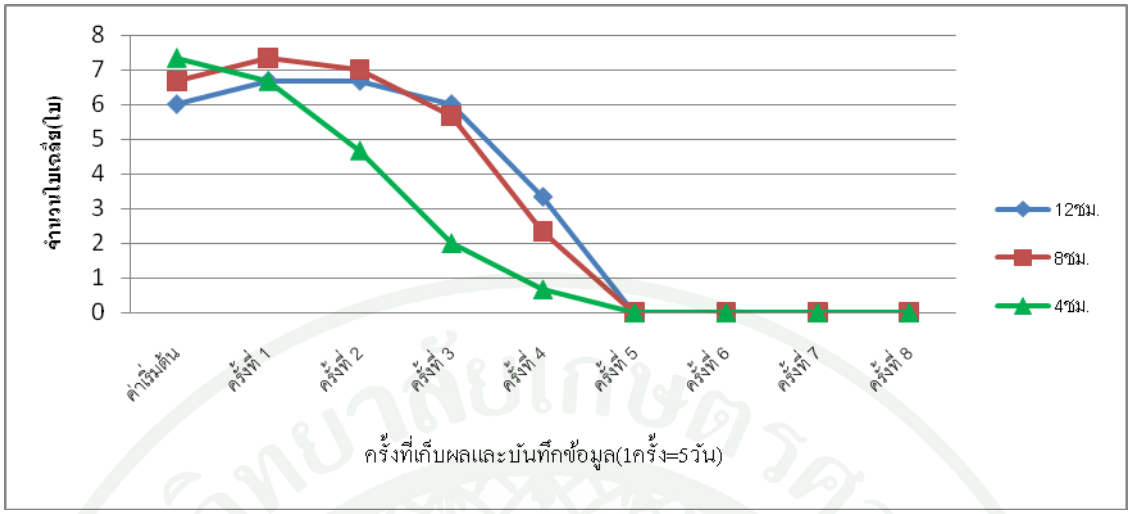


ภาพที่ 46 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED



ภาพที่ 47 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 48 แสดงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบเฉลี่ยของต้นแมงลักที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

ตารางที่ 6 เทียบสัดส่วนความสูงระหว่างพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED)และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์(FLU)

ชนิดและชั่วโมงให้แสง	LED	FLU	สัดส่วนความสูง
กะเพรา 12 ชม.	6.67	2.83	2.35
กะเพรา 8 ชม.	3.33	2.54	1.31
กะเพรา 4 ชม.	3.50	2.17	1.62
โหระพา 12 ชม.	7.08	3.17	2.24
โหระพา 8 ชม.	5.46	2.88	1.90
โหระพา 4 ชม.	3.88	2.58	1.50
แมงลัก 12 ชม.	7.33	3.58	2.05
แมงลัก 8 ชม.	5.96	3.63	1.64
แมงลัก 4 ชม.	3.54	2.67	1.33

หมายเหตุ สัดส่วนได้จากการนำค่าLEDมาหารกับค่าFLU

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ปรับฐานเทียบความสูงเป็นอัตราส่วน

ความสูง	LED	FLU
LED กะเพรา12 ชม.	40.20	6.39
LED กะเพรา8 ชม.	22.23	9.83
LED กะเพรา4 ชม.	23.39	6.53
LED โหระพา12 ชม.	47.64	17.00
LED โหรพา8 ชม.	26.93	3.51
LED โหรพา4 ชม.	21.53	7.43
LED แมงลัก12 ชม.	48.56	23.23
LED แมงลัก8 ชม.	57.95	11.57
LED แมงลัก4 ชม.	30.74	3.98

หมายเหตุ ปรับฐานเทียบความสูงเป็นอัตราส่วนโดยนำค่าความสูงที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าความสูงที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน (%)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 เทียบสัดส่วนความกว้างทรงพุ่มระหว่างพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED) และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)

ชนิดและชั่วโมงให้แสง	LED	FLU	สัดส่วนความกว้าง
กะเพรา 12 ชม.	6.63	3.25	2.04
กะเพรา 8 ชม.	4.65	3.63	1.28
กะเพรา 4 ชม.	4.56	3.10	1.47
โหระพา 12 ชม.	8.63	4.27	2.02
โหระพา 8 ชม.	5.33	3.88	1.38
โหระพา 4 ชม.	4.46	3.81	1.17
แมงลัก 12 ชม.	7.96	4.27	1.86
แมงลัก 8 ชม.	6.98	4.44	1.57
แมงลัก 4 ชม.	4.63	3.83	1.21

หมายเหตุ สัดส่วนได้จากการนำค่าLEDมาหารกับค่าFLU

ตารางที่ 9 ปรับฐานเทียบความกว้างเป็นอัตราส่วน

ความกว้างทรงพุ่ม	LED	FLU
LED กะเพรา12 ชม.	22.92	9.37
LED กะเพรา8 ชม.	18.94	20.10
LED กะเพรา4 ชม.	14.51	0
LED โหระพา12 ชม.	7.50	6.39
LED โหรพา8 ชม.	17.24	4.07
LED โหรพา4 ชม.	3.70	6.25
LED แมงลัก12 ชม.	4.04	2.36
LED แมงลัก8 ชม.	11.11	2.33
LED แมงลัก4 ชม.	0	6.39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

หมายเหตุ: ปรับฐานเทียบความกว้างเป็นอัตราส่วนโดยนำค่าความกว้างที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าความสูงที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน(%)

ตารางที่ 10 เทียบสัดส่วนจำนวนใบระหว่างพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED)และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์(FLU)

ชนิดและชั่วโมงให้แสง	LED	FLU	สัดส่วนจำนวนใบ
กะเพรา 12 ชม.	6.67	2.83	2.35
กะเพรา 8 ชม.	3.33	2.54	1.31
กะเพรา 4 ชม.	3.50	2.17	1.62
โหระพา 12 ชม.	7.08	3.17	2.24
โหระพา 8 ชม.	5.46	2.88	1.90
โหระพา 4 ชม.	3.88	2.58	1.50
แมงลัก 12 ชม.	7.33	3.58	2.05
แมงลัก 8 ชม.	5.96	3.63	1.64
แมงลัก 4 ชม.	3.54	2.67	1.33

หมายเหตุ สัดส่วนได้จากการนำค่าLEDมาหารกับค่าFLU

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพแสดงตัวแทนพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในชุดการทดลองที่ชนิดหลอดไฟต่างกัน

LED โหระพา12 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B2	ความสูง(ซม)	9.5	10	11	11.5	13	14	14	13	13
	ทรงพุ่ม(ซม)	10	10.5	10	9.5	8	8	8.5	10	11
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	10	10	10	8	8	8	6

ภาพที่ 49 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED

FLU แมงลัก12 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	9	11	11.5	11.5	9	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	7	7.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	8	8	5	0	0	0	0

ภาพที่ 50 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU

สรุปการทดลองที่ 4.1

จากข้อมูลในกราฟ หากไม่คำนึงถึงชนิดของพันธุ์ไม้และระยะเวลาการให้แสงที่ต่างกัน สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ได้ว่า

- พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดแอลอีดี (LED) มีความสามารถในการดำรงชีวิตรอดเฉลี่ย 21.66 วัน (จากการทดลอง40วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU) มีความสามารถในการดำรงชีวิตรอดเฉลี่ย 12.77 วัน (จากการทดลอง40วัน)

สรุปได้ว่า พืชสวนครัวที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ประเภท หลอดแอลอีดี (LED) มีความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่าพืชสวนครัวที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ประเภท หลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU)คิดเป็นสัดส่วน 1.657 หรือประมาณ 1.7 เท่า

และจากการวัดการเจริญเติบโตด้านความสูง ความกว้างและการนับจำนวนใบนั้น สรุปไปในทางเดียวกันว่า ไม่ว่าจะให้แสงที่ระยะเวลาเท่าไร พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ก็สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด ฟลูออเรสเซนท์

การทดลองที่ 2 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

แบ่งการทดลองออกเป็น2ชุด

1. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่มี**ระยะเวลา**ให้แสงสว่างที่ต่างกันของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ที่มีความเข้มแสงที่เท่ากัน

2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่มี**ระยะเวลา**ให้แสงสว่างที่ต่างกันของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่มีความเข้มแสงที่เท่ากัน

ว่าระยะเวลาในการให้แสงที่ต่างกันนั้น มีผลในการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร

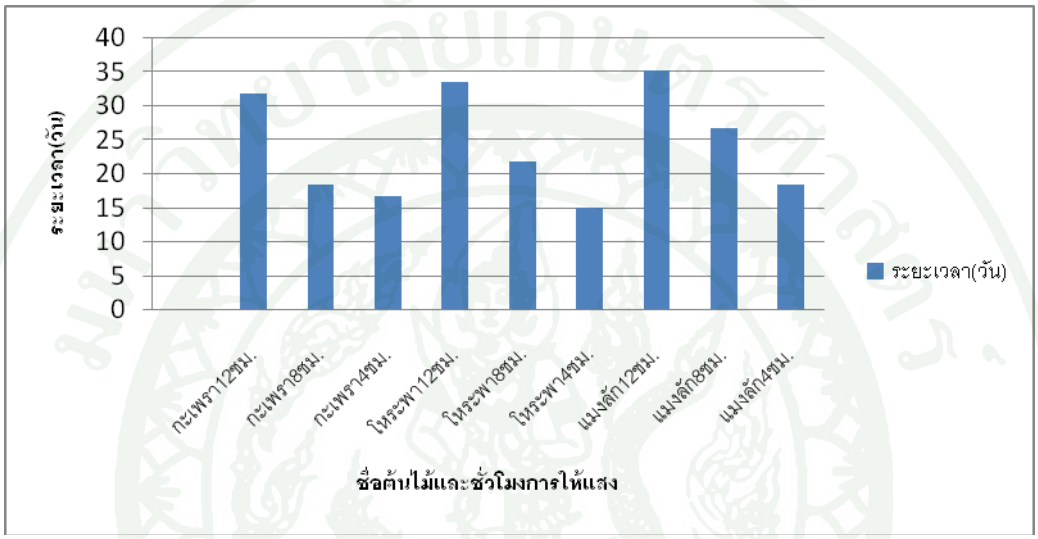
2.1 เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอด (LED)

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่ได้จากการทดลอง ที่บันทึกในทุกๆ 5 วันต่อครั้ง เป็นจำนวน 8 ครั้ง ว่าพืชในกล่องทดลองที่ใช้ระยะเวลาในการเปิดไฟเท่าใด มีอัตราการอยู่รอดที่ยาวนานกว่า (ใช้ภาพที่ 1 และ 2 เพื่อดูข้อมูลเปรียบเทียบ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

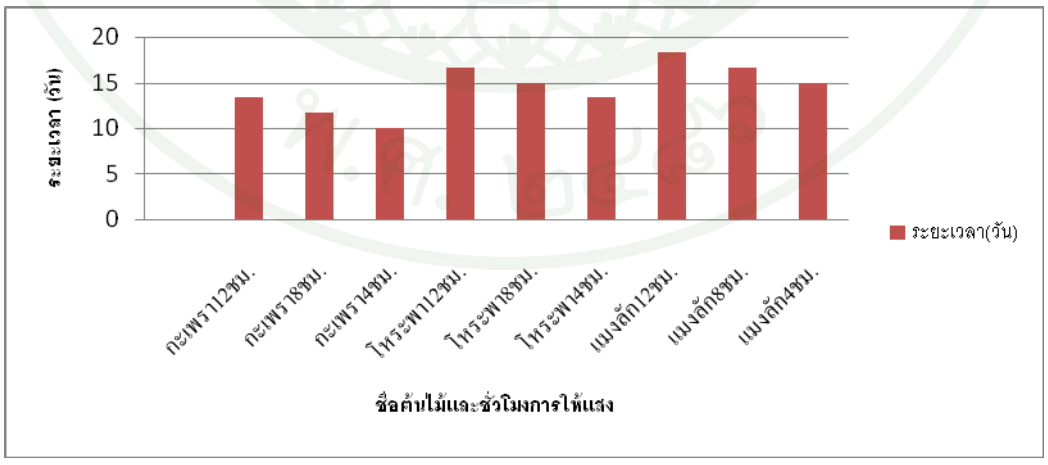
ระหว่างการเปิดที่ 12 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 1
8 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 2
4 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 3

2.1.1 ค่าที่ได้จากกล่องการทดลองที่ 1-3 (LED1-3)



ภาพที่ 51 เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดของพืชที่ใช้หลอด LED ที่เปิดในระยะเวลาต่างกัน

2.1.2 ค่าที่ได้จากกล่องการทดลองที่ 4-6 (FLU1-3)



ภาพที่ 52 เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดของพืชที่ใช้หลอด ฟลูออเรสเซนส์ ที่เปิดในระยะเวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากความสูง (ใช้กราฟความสูงเฉลี่ย ชุดเดียวกันกับการทดลองที่ 4.2)

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกผลความสูงที่วัดได้ในแต่ละครั้งตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง (นำความสูงจากพืชชนิดเดียวกันภายในชุดกล่องการทดลองเดียวกัน มาเฉลี่ยหาค่าความสูงของพืชแต่ละชนิดภายในกล่องการทดลอง จะได้ผลออกมาเหลือแต่ 3 ค่า (พืช1ชนิดต่อ 1 ค่า) จากตัวเลขทั้งหมด 9 ค่า) ที่บันทึกในทุกๆ 5 วัน ต่อครั้ง เป็นจำนวน 8 ครั้ง ว่าพืชในกล่องทดลองที่ใช้ระยะเวลาในการเปิดไฟเท่าใดมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงที่มากกว่า

ระหว่างการเปิดที่ 12 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 1
8 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 2
4 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 3

3. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่ม(ใช้กราฟความกว้างเฉลี่ยชุดเดียวกันกับการทดลองที่ 4.2)

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกผลความกว้างและยาว ที่วัดได้ในแต่ละครั้งตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง (นำค่าที่ได้ของพืชแต่ละชนิด มาเฉลี่ยหาค่าความกว้างโดยเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดภายในกล่องการทดลอง จะได้ผลออกมาเหลือแต่ 3 ค่า (พืช1ชนิดต่อ 1 ค่า) จากตัวเลขทั้งหมด 9 ค่า) ที่บันทึกในทุกๆ 5 วัน ต่อครั้ง เป็นจำนวน 8 ครั้ง ว่าพืชในกล่องทดลองที่ใช้ระยะเวลาในการเปิดไฟเท่าใดมีการเจริญเติบโตในด้านความกว้างหรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มที่มากกว่า

ระหว่างการเปิดที่ 12 ชั่วโมงต่อเนื่องใน 1วัน ในกล่องที่ 1

8 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 2
4 ชั่วโมงต่อเนื่องใน1วัน ในกล่องที่ 3

4. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากการนับจำนวนใบ (ใช้กราฟความกว้างเฉลี่ย ชุดเดียวกันกับการทดลองที่ 4.2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโตของกล่องการทดลองที่ 1-3 (LED1-3) และกล่องการทดลองที่ 4-6(FLU1-3) ที่บันทึกการนับใบของพืชแต่ละต้น ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลองของแต่ละต้น จากนั้นนำมาเทียบเป็นอัตราส่วน(%) ของจำนวนใบที่มีการเพิ่มขึ้น แล้วนำตัวเลขที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อดูว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ให้แสงสว่างที่เท่ากันแต่ระยะเวลาการให้แสงต่างกัน พืชจะมีการเจริญเติบโตอย่างไรและที่เวลาที่ได้รับแสงเท่าใดที่พืชจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า

ภาพแสดงตัวแทนพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในชุดการทดลองที่ระยะเวลาการให้แสงต่างกัน

LED โหระพา12 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B2	ความสูง(ซม)	9.5	10	11	11.5	13	14	14	13	13
	ทรงพุ่ม(ซม)	10	10.5	10	9.5	8	8	8.5	10	11
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	10	10	10	8	8	8	6

ภาพที่ 53 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ใช้ความเข้มแสง 700 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 12 ชั่วโมง

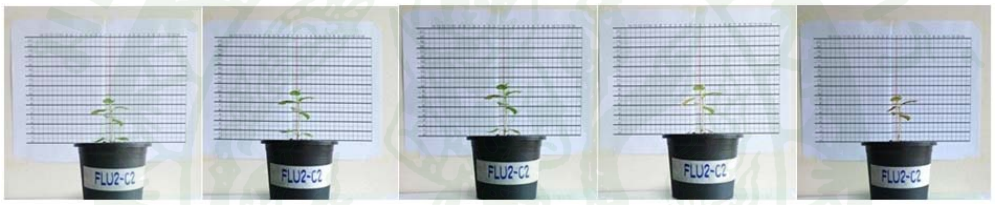
FLU แมงลัก12 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	9	11	11.5	11.5	9	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	7	7.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	8	8	5	0	0	0	0

ภาพที่ 54 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 12 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

LED แมงลัก8 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C2	ความสูง(ซม)	8.5	9	10.5	11.5	13	14.5	15	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	10.5	11.5	12	12	11.5	10	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	9	9	9	7	0	0

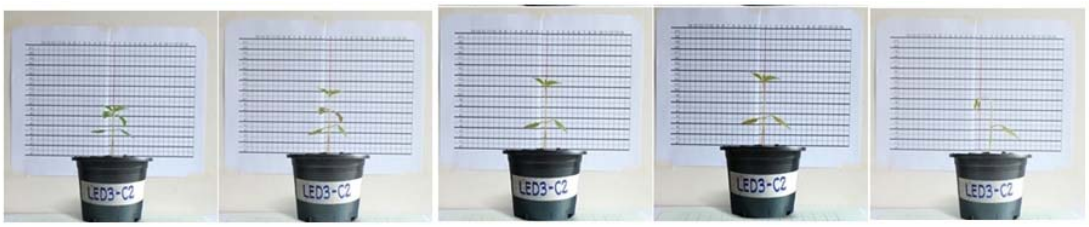
ภาพที่ 55 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง



FLU แมงลัก8 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C2	ความสูง(ซม)	9	10	10.5	10	10	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	9	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	10	10	8	7	0	0	0	0

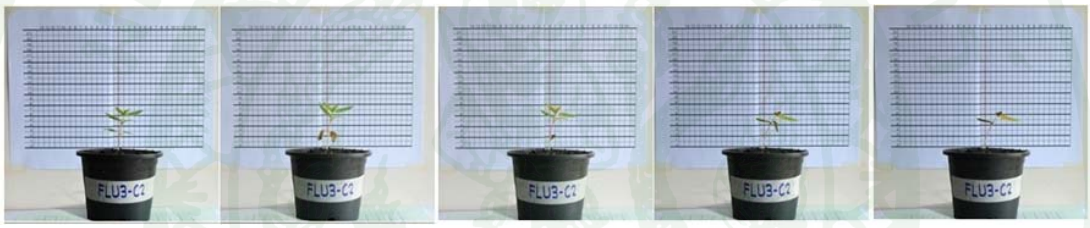
ภาพที่ 56 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



LED แมงลัก4 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C2	ความสูง(ซม)	10	13	14	14	11	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	7.5	7.5	9	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	5	3	0	0	0	0

ภาพที่ 57 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 4 ชั่วโมง



FLU แมงลัก4 ซม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C2	ความสูง(ซม)	7.5	8	8	7	7	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	8.5	8.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	4	2	2	0	0	0	0

ภาพที่ 58 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 4 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปการทดลองที่ 4.2

พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีระยะเวลาการให้แสงที่ยาวนานกว่ามีอัตราการอยู่รอดได้ยาวนานกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีระยะเวลาการให้แสงที่สั้นกว่า คือ พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ให้แสง12ชั่วโมง มีอัตราการรอดชีวิตมากกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ให้แสง 8 ชั่วโมง และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ให้แสง 4 ชั่วโมง มีอัตราการรอดชีวิตที่น้อยที่สุดตามลำดับและเกิดขึ้นกับพืชทั้งสามชนิด

ในด้านความสูง พืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ให้แสงต่อเนื่อง 12 ชม. มีแนวโน้มความสูงที่มากกว่าพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ให้แสงต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงและ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ

ส่วนด้านความกว้างนั้น ไม่สามารถนำค่ามาวิเคราะห์การเจริญเติบโตได้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้ให้ค่าไม่คงที่ และไม่สอดคล้องกับการเจริญเติบโตจริง เช่น ค่าที่เพิ่มขึ้นของความกว้าง เกิดจากการคลายใบออก ก่อนที่พืชจะตายในเวลาต่อมา

และด้านจำนวนใบ จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกล่องการทดลองพบว่า กล่องทดลองที่ให้แสงต่อเนื่อง 12 ชม. จะมีจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากล่องทดลองที่ให้แสงต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงและ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสง(Lumen)กับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

คือ เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับชนิดกับปริมาณความเข้มแสงที่ได้รับ ระหว่างพืชในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ ทั้งหมด ที่มีระยะเวลาการรับแสงต่อเนื่องในแต่ละวันที่เท่ากันคือ 8ชั่วโมงต่อวัน แต่มีปริมาณความเข้มแสงที่ต่างกัน ดังนี้

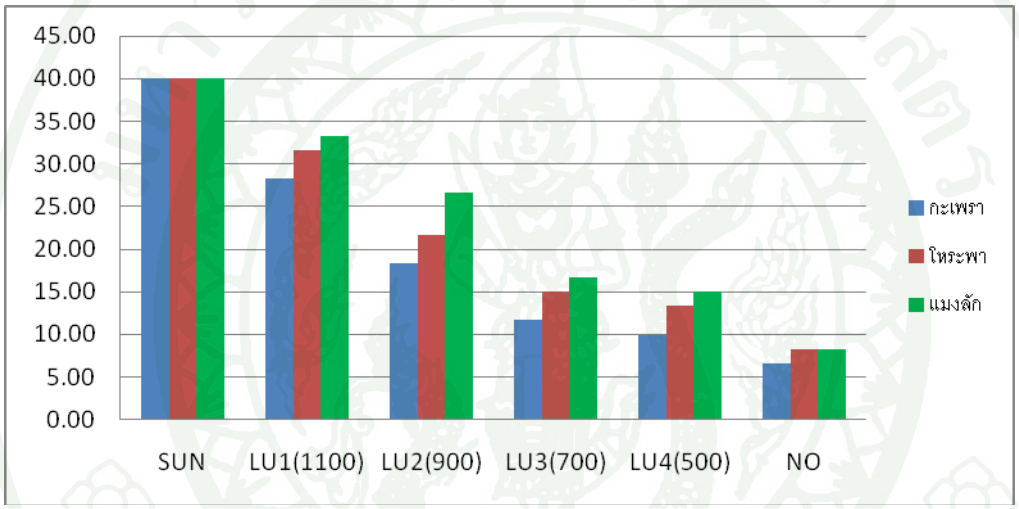
- กล่องที่ 7 (LU1) มีปริมาณความเข้มแสง 1100 ลูเมน
- กล่องที่ 8 (LU2) มีปริมาณความเข้มแสง 900 ลูเมน
- กล่องที่ 9 (LU3) มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน
- กล่องที่10 (LU4) มีปริมาณความเข้มแสง 500 ลูเมน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แล้วนำผลการทดลองของกล่องที่ 11(NO) ที่ไม่ใช้ความสว่างเลย และ ผลการทดลองของกล่องที่ 12(SUN) มาใช้เปรียบเทียบร่วมกันด้วย

1. เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอด ของพืชที่ปลูกในสภาวะความเข้มแสงต่างกัน

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่ได้จากการทดลองของกล่องที่ 7-10 ที่บันทึกในทุกๆ 5 วัน ต่อครั้ง เป็นจำนวน 8 ครั้ง ว่าพืชในกล่องทดลองที่ใช้ปริมาณความเข้มแสงเท่าใดมีอัตราการอยู่รอดที่ยาวนานกว่า



ภาพที่ 59 แสดงการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีสภาวะความเข้มแสงที่ต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 แสดงอัตราการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสงต่างกัน

LUMEN	กะเพรา				โหระพา				แมงลัก				ค่าเฉลี่ยการมีชีวิตรอด(วัน)
	ต้นที่1	ต้นที่2	ต้นที่3	เฉลี่ย	ต้นที่1	ต้นที่2	ต้นที่3	เฉลี่ย	ต้นที่1	ต้นที่2	ต้นที่3	เฉลี่ย	
NO	5	5	10	6.67	10	10	5	8.33	10	5	10	8.33	7.78
LU4(500)	10	10	10	10.00	15	10	15	13.33	15	15	15	15.00	12.78
LU3(700)	15	10	10	11.67	15	15	15	15.00	15	15	20	16.67	14.44
LU2(900)	15	20	20	18.33	20	25	20	21.67	20	30	30	26.67	22.22
LU1(1100)	25	25	35	28.33	30	30	35	31.67	35	30	35	33.33	31.11
SUN	ดำรงชีวิตรอดเกิน 40 วัน				ดำรงชีวิตรอดเกิน 40 วัน				ดำรงชีวิตรอดเกิน 40 วัน				มากกว่า 40 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

จากการทดลอง40วัน พืชที่ได้รับแสงสว่างที่มีปริมาณความเข้มสูงกว่า สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่าพืชที่ได้รับแสงสว่างที่มีปริมาณความเข้มน้อยกว่า โดยสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

- ในสภาวะภายนอกปกติ สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าช่วงระยะการทดลอง

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 1100 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 31.11 วัน

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 900 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 22.22 วัน

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 700 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 14.44 วัน

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 500 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 12.78 วัน

- กล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 7.78 วัน

2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในสภาวะความเข้มแสงต่างกัน จากความสูง

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกผลความสูงที่วัดได้ในแต่ละครั้งตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง แล้วนำความสูงจากพืชชนิดเดียวกันภายในชุดกล่องการทดลองเดียวกันมาเฉลี่ยหาค่าความสูงของพืชแต่ละชนิดภายในกล่องการทดลอง จะได้ผลออกมาเหลือแต่ 3 ค่า (พืช1ชนิดต่อ 1 ค่า) จากตัวเลขทั้งหมด 9 ค่า แล้วนำตัวเลขที่ได้จากกล่องการทดลองที่ 7-12 มาเปรียบเทียบกัน เพื่อดูว่าระหว่างพืชที่ได้รับความเข้มแสงต่างกันนั้น ปริมาณความเข้มแสงที่เท่าใดมีผลทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตด้านความสูงได้มากกว่า และปริมาณความเข้มแสงส่งผลอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บ้างกับการเจริญเติบโตของพืชด้านความสูงภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์และแสงจากธรรมชาติ

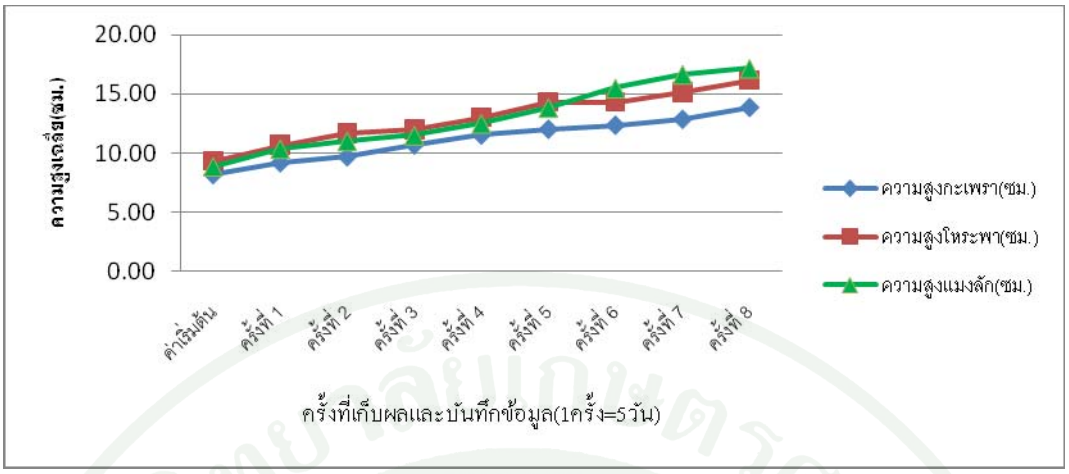
3. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในสภาวะความเข้มแสงต่างกัน จากความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่ม

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกผลความกว้างและยาว ของทรงพุ่มที่วัดได้ในแต่ละครั้ง ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง แล้วนำมาหาความกว้างและยาวเฉลี่ยของทรงพุ่มจากพืชชนิดเดียวกันภายในชุดกล่องการทดลองเดียวกัน จะได้ผลออกมาเหลือความกว้างเฉลี่ยแต่ 3 ค่า (พืช 1ชนิด ต่อ 1 ค่า) จากตัวเลขทั้งหมด 18 ค่า แล้วนำตัวเลขที่ได้จากกล่องการทดลองที่ 7-12 มาเปรียบเทียบกัน เพื่อดูว่าระหว่างพืชที่ได้รับความเข้มแสงต่างกันนั้น ปริมาณความเข้มแสงที่เท่าใด มีผลทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตด้านความกว้างของทรงพุ่มได้มากกว่า และปริมาณความเข้มแสงส่งผลอย่างไรบ้างกับการเจริญเติบโตของพืชด้านความกว้างของทรงพุ่มภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์และแสงจากธรรมชาติ

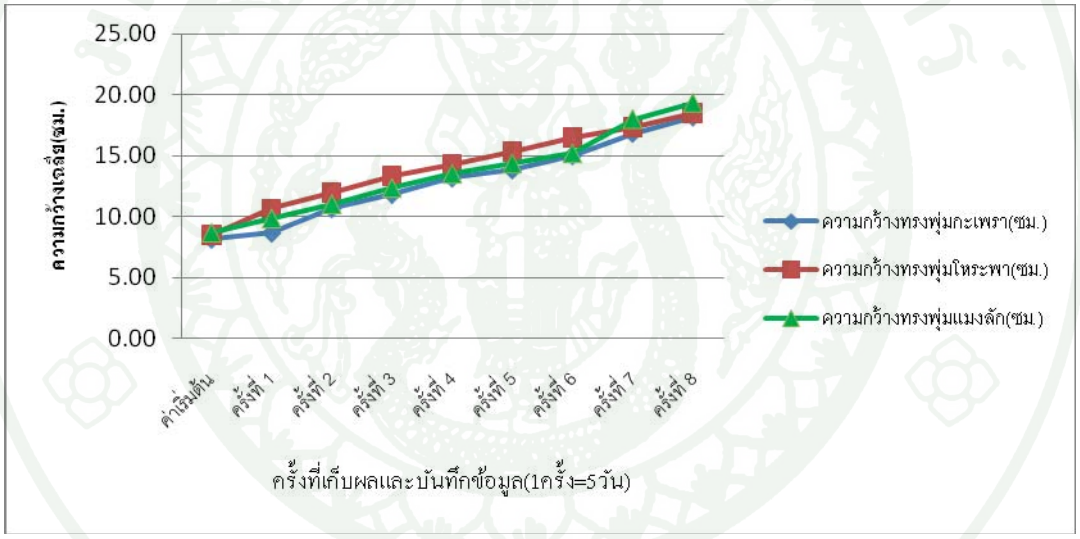
4. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในสภาวะความเข้มแสงต่างกัน จากการนับจำนวนใบ

โดยสร้างกราฟจากบันทึกการเจริญเติบโต ที่บันทึกการนับใบของพืชแต่ละต้น ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลองของแต่ละต้น จากนั้นนำมาเทียบเป็นอัตราส่วน(%) ของจำนวนใบที่มีการเพิ่มขึ้น แล้วนำตัวเลขที่ได้จากกล่องการทดลองที่ 7-12 มาเปรียบเทียบกัน เพื่อดูว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีการให้แสงในระยะเวลาที่เท่ากัน หากมีความเข้มแสงต่างกัน พืชที่ปลูกในภาวะความเข้มแสงเท่าใดจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า พร้อมทั้งนำผลจากพืชที่ปลูกในสภาวะที่ไม่ได้รับแสงเลย และพืชที่ได้รับแสงปกติจากธรรมชาติมาเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นการเจริญเติบโตที่แตกต่างได้อย่างชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

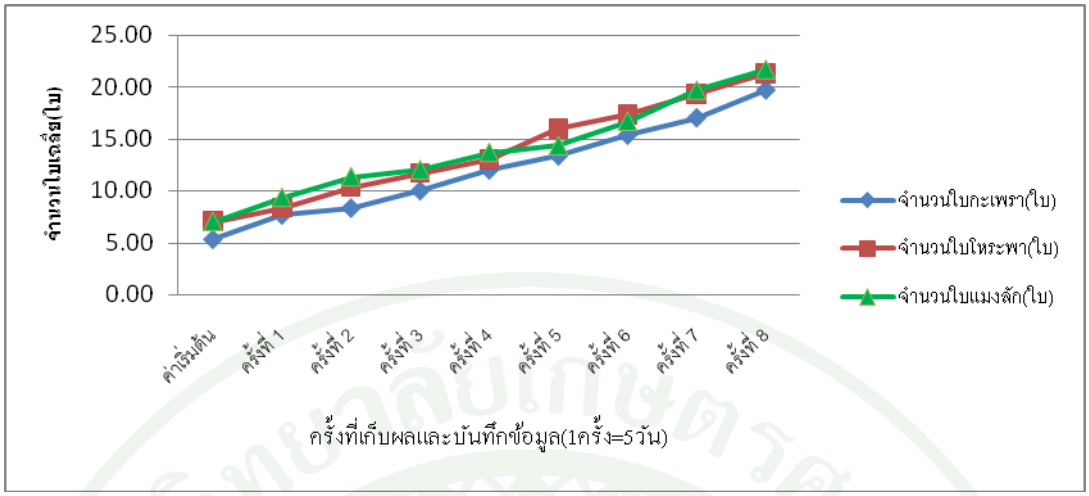


ภาพที่ 60 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในภาวะปกติ

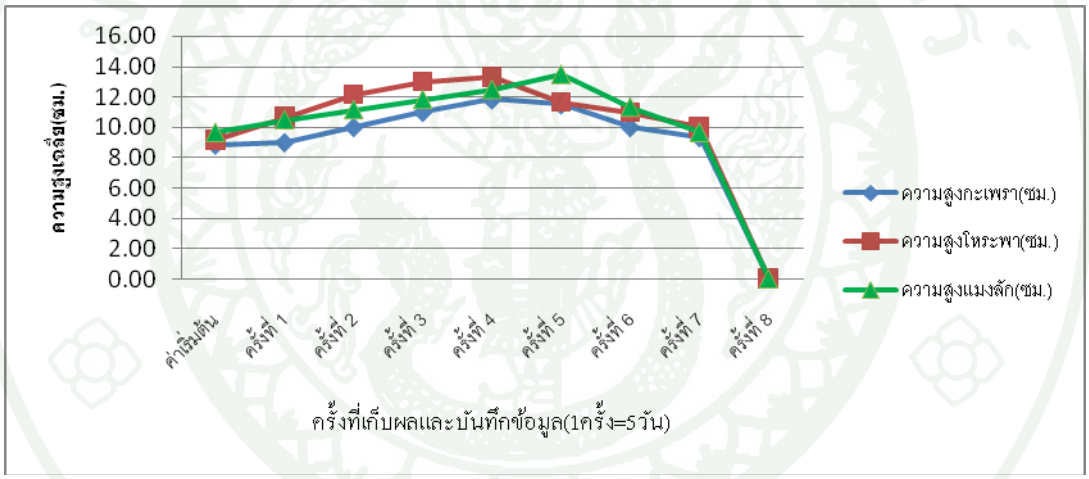


ภาพที่ 61 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในภาวะปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

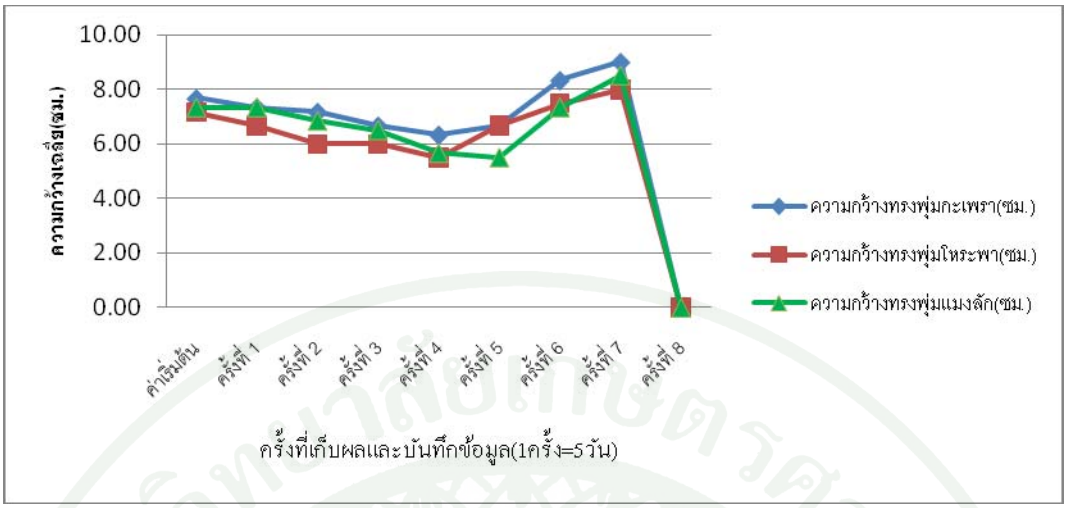


ภาพที่ 62 แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในภาวะปกติ

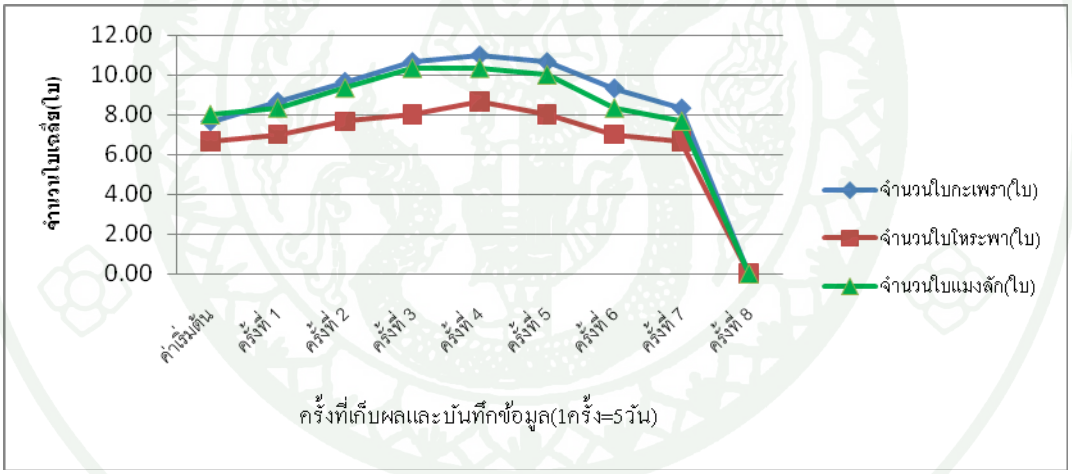


ภาพที่ 63 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 1100 ลูเมน (LU1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

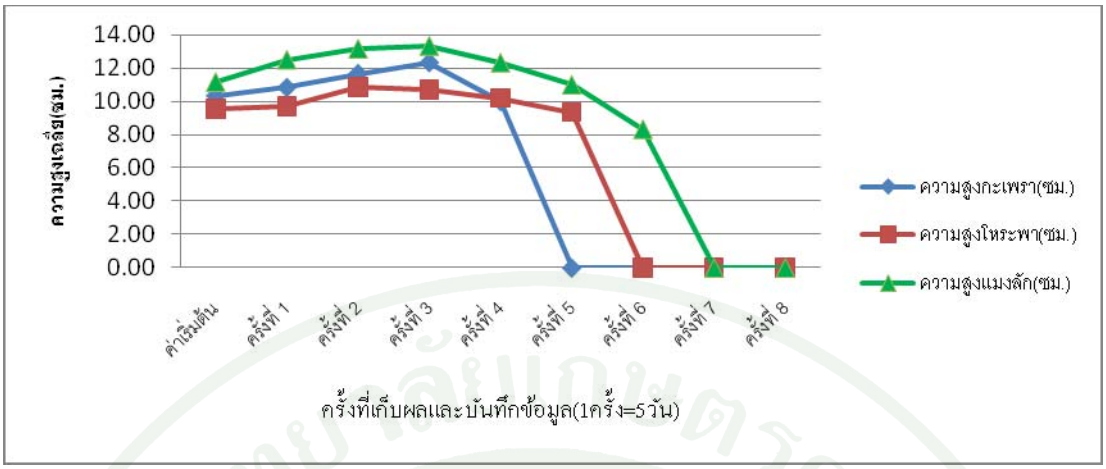


ภาพที่ 64 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง1100ลูเมน (LU1)

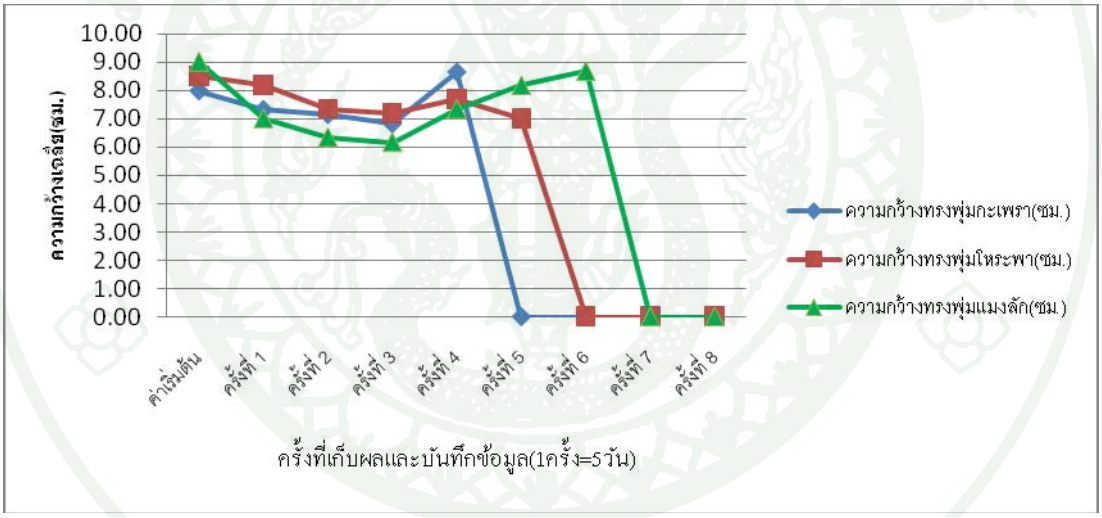


ภาพที่ 65 แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง1100ลูเมน (LU1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

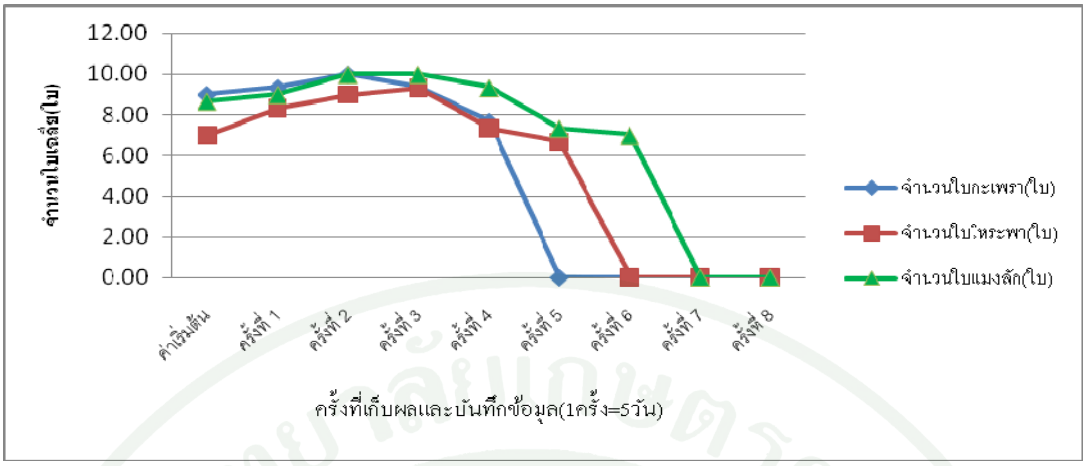


ภาพที่ 66 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 900ลูเมน (LU2)

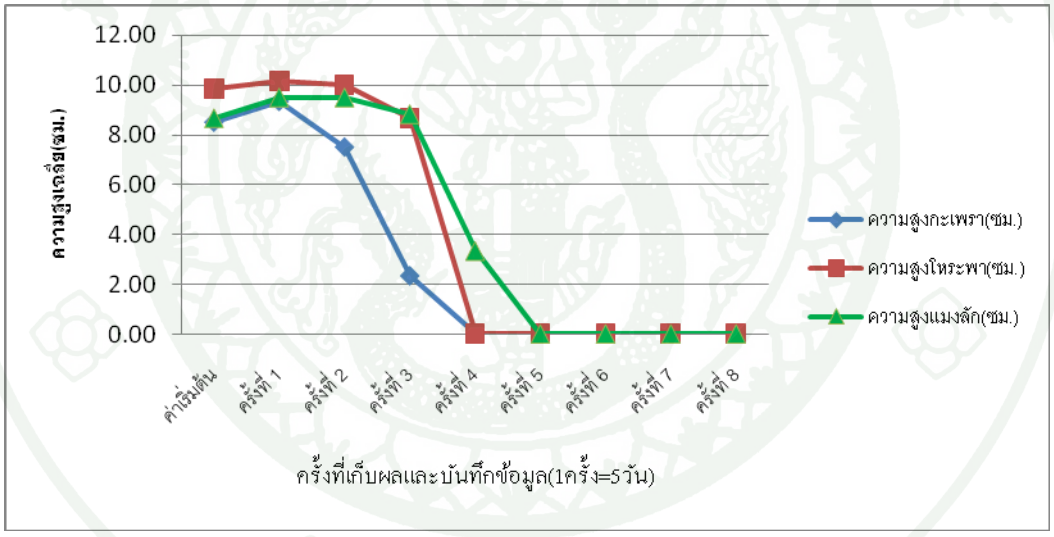


ภาพที่ 67 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 900ลูเมน (LU2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

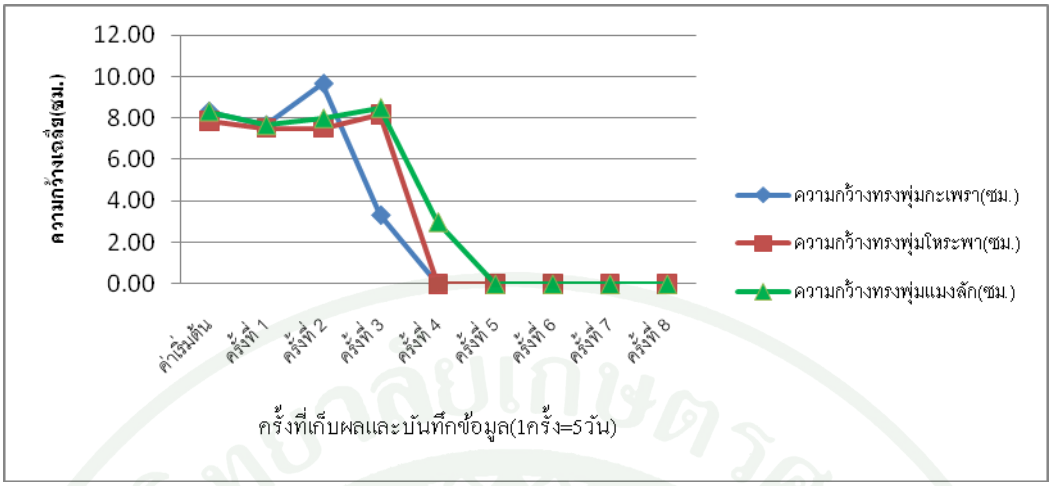


ภาพที่ 68 แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 900ลูเมน (LU2)

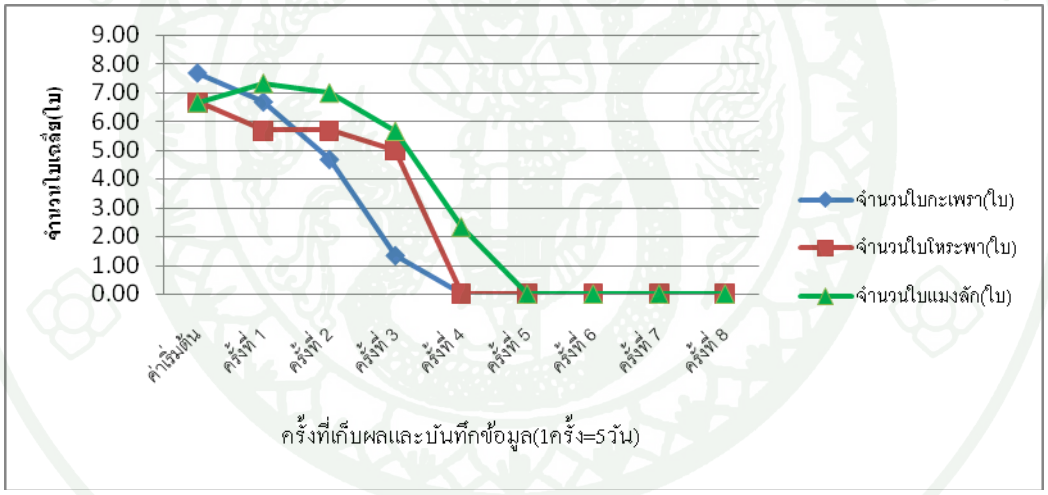


ภาพที่ 69 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 700 ลูเมน (LU3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

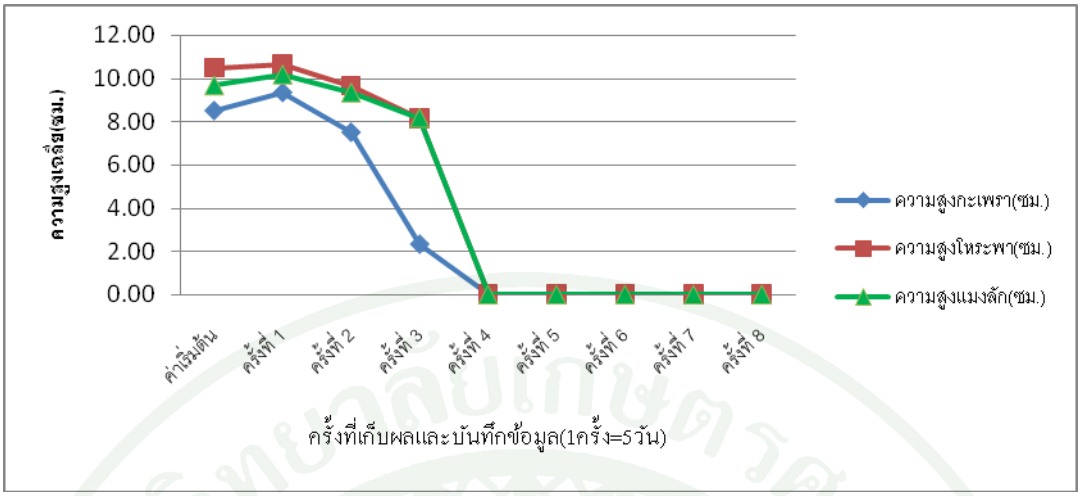


ภาพที่ 70 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 700ลูเมน (LU3)

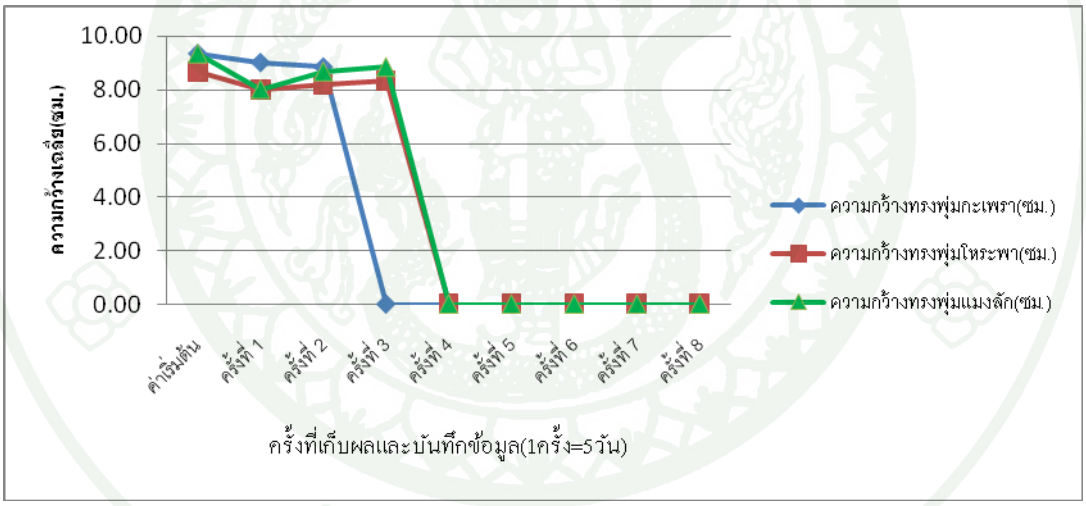


ภาพที่ 71 แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 700ลูเมน (LU3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

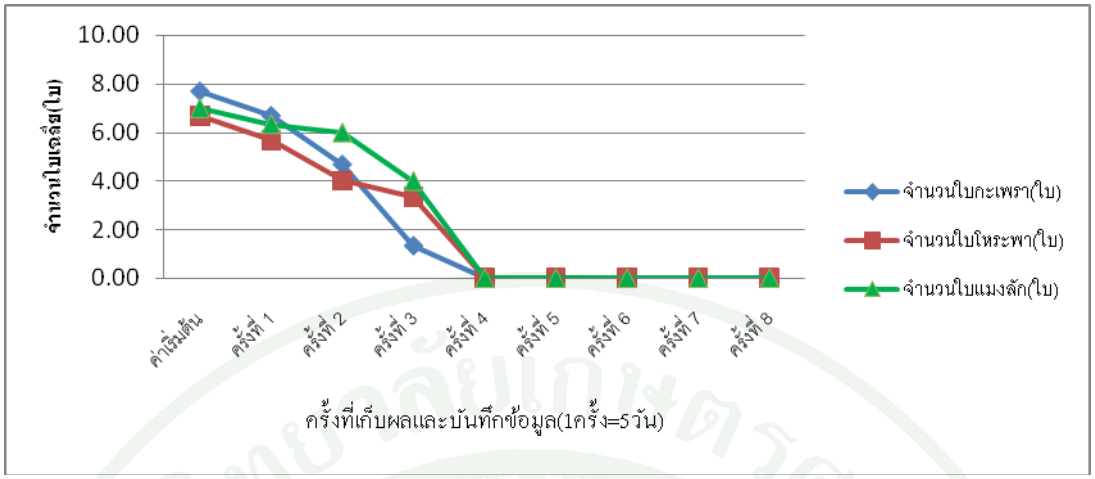


ภาพที่ 72 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 500ลูเมน (LU4)

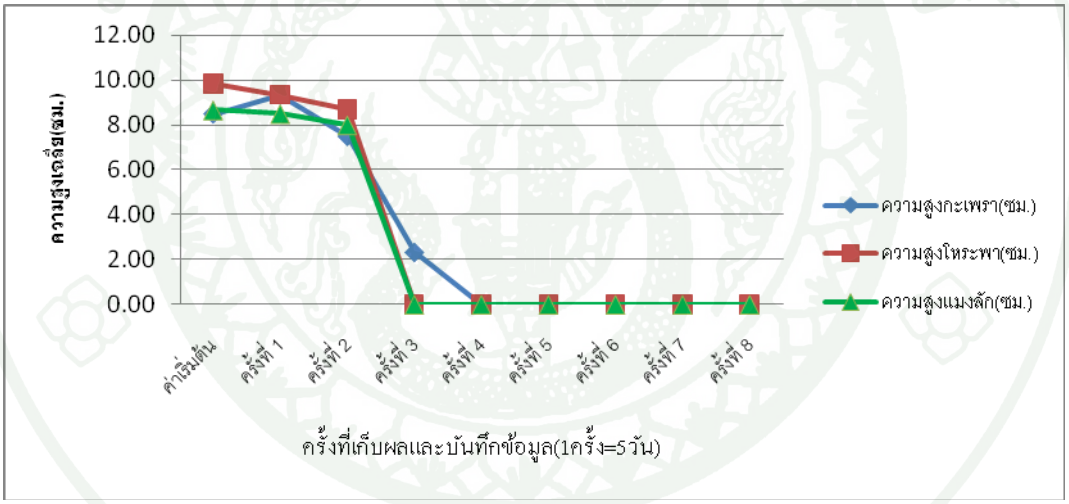


ภาพที่ 73 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 500 ลูเมน (LU4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

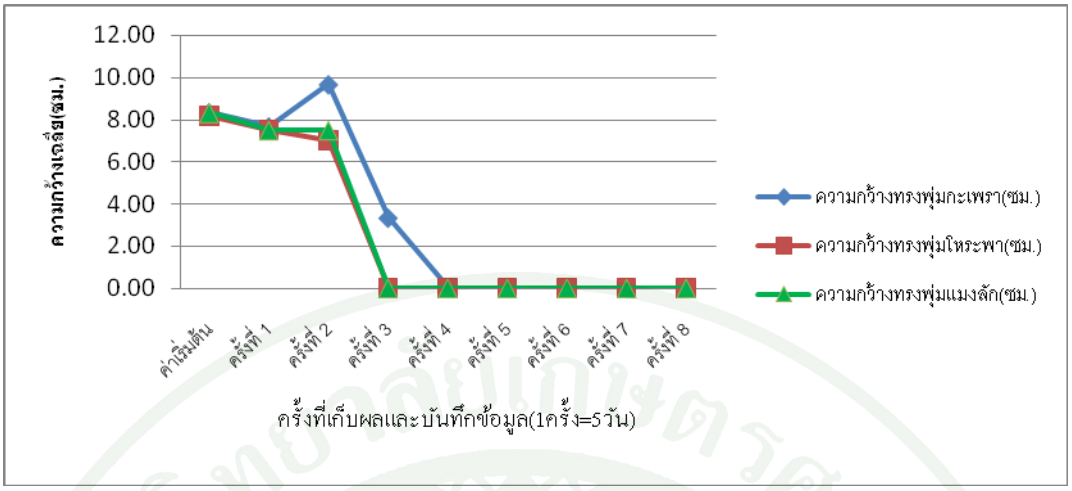


ภาพที่ 74 แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสง 500ลูเมน (LU4)

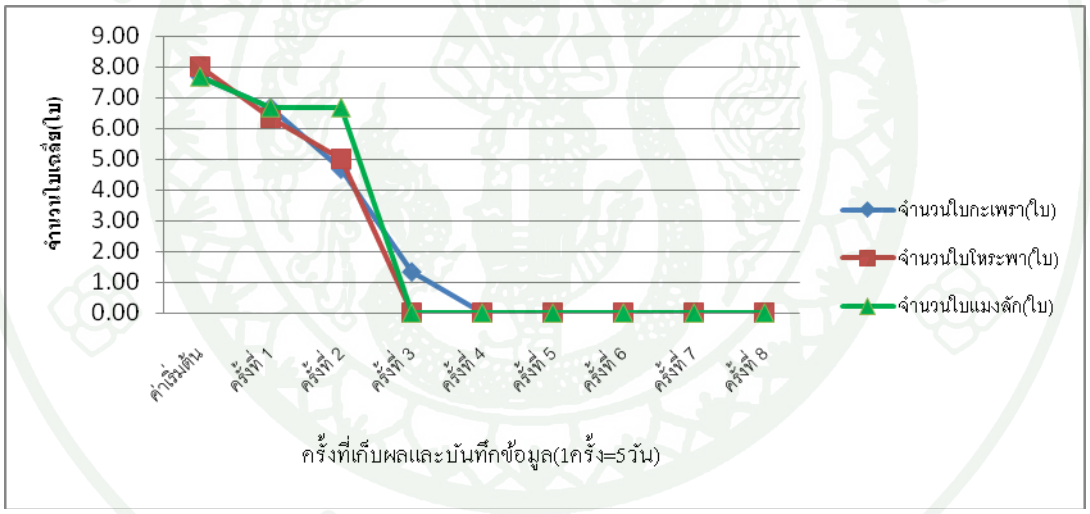


ภาพที่ 75 แสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

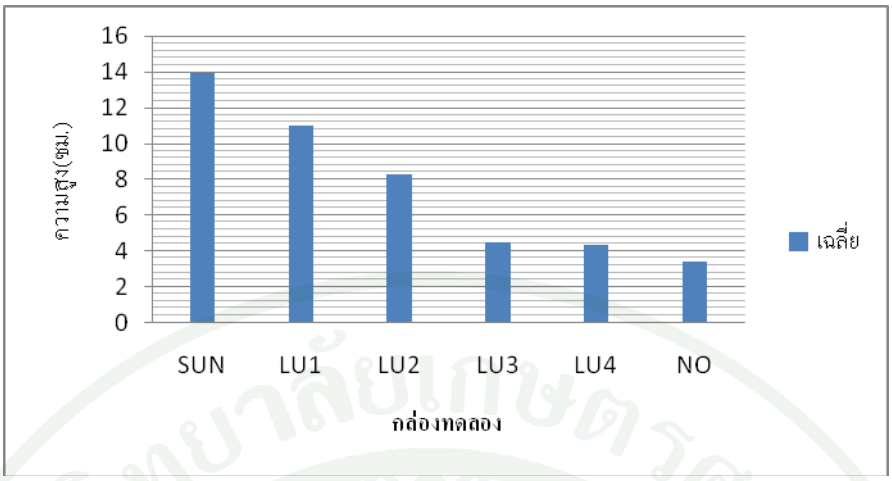


ภาพที่ 76 แสดงการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง

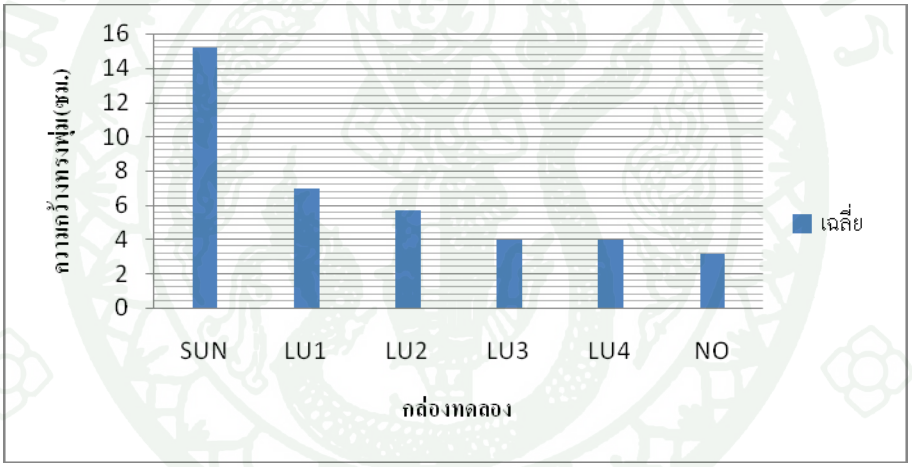


ภาพที่ 77 แสดงการเจริญเติบโตด้านการนับจำนวนใบของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

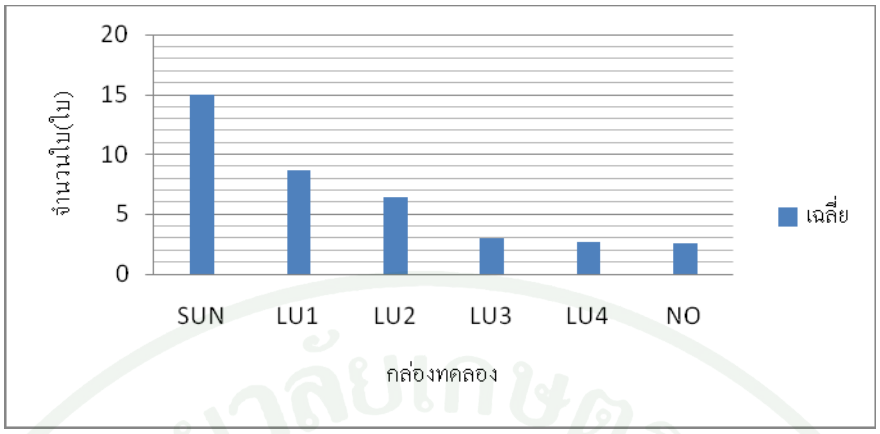


ภาพที่ 78 เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยจากการปลูกพืชที่สภาวะแสงต่างกัน

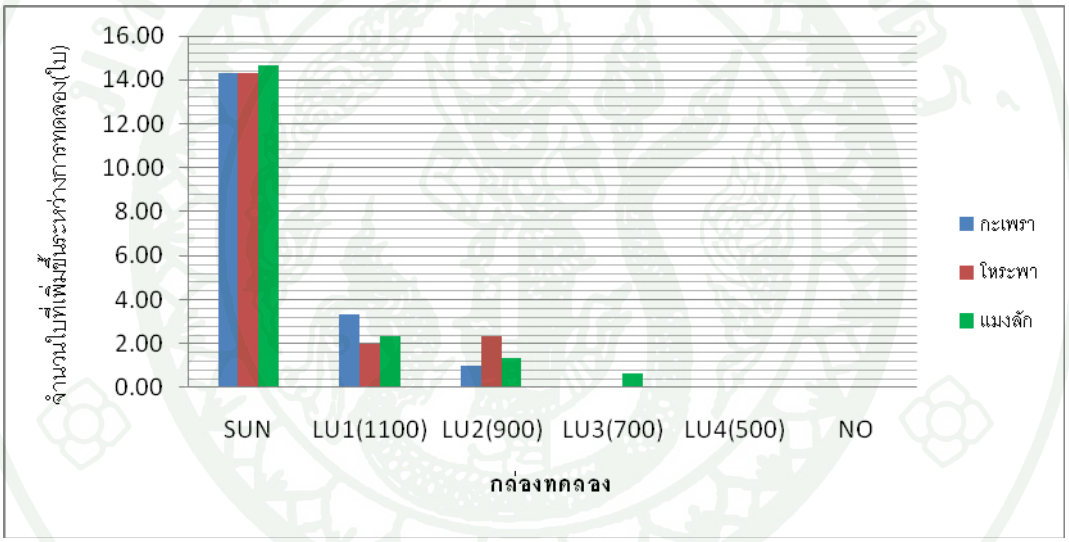


ภาพที่ 79 เปรียบเทียบความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยจากการปลูกพืชที่สภาวะแสงต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 80 เปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยจากการปลูกพืชที่สภาวะแสงต่างกัน



ภาพที่ 81 เปรียบเทียบจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นระหว่างการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 เทียบความสูงโดยนำค่าความสูงที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าความสูงที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน(%)

ความสูง	อัตราส่วน
SUN	71.06
LU1	38.13
LU2	21.20
LU3	9.83
LU4	0.23
NO	1.67

ความสูง	อัตราส่วน
SUN	76.39
LU1	47.56
LU2	16.72
LU3	3.51
LU4	1.79
NO	0

ความสูง	อัตราส่วน
SUN	94.53
LU1	38.95
LU2	20.91
LU3	11.57
LU4	7.07
NO	0

เฉลี่ย	อัตราส่วน
SUN	**80.66**
LU1	**41.55**
LU2	**19.61**
LU3	**8.30**
LU4	**3.03**
NO	**0**

ตารางที่ 13 เทียบความกว้างโดยนำค่าความกว้างที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าความกว้างที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน(%)

ความกว้าง	อัตราส่วน
SUN	122.61
LU1	17.02
LU2	7.49
LU3	20.10
LU4	0
NO	0

ความกว้าง	อัตราส่วน
SUN	117.57
LU1	12.06
LU2	0.29
LU3	4.07
LU4	0.00
NO	0

ความกว้าง	อัตราส่วน
SUN	124.44
LU1	16.37
LU2	0
LU3	2.33
LU4	0
NO แมงลัก	0

เฉลี่ย	อัตราส่วน
SUN	**121.54**
LU1	**15.15**
LU2	**1.35**
LU3	**8.83**
LU4	**0**
NO	**0**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 เทียบจำนวนใบโดยนำค่าจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมาปรับฐานให้มีค่าเริ่มต้นที่เท่ากันโดยการเทียบตามบัญญัติไตรยางค์ คือ นำค่าจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นหารด้วยค่าเริ่มต้นคูณด้วย100 จะได้ค่าเป็น อัตราส่วน(%)

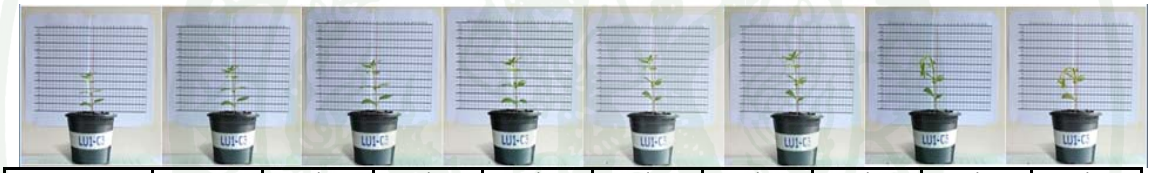
จำนวนใบ	อัตราส่วน
SUN	276.43
LU1	52.06
LU2	14.54
LU3	0
LU4	0
NO	0

จำนวนใบ	อัตราส่วน
SUN	207.41
LU1	31.94
LU2	34.52
LU3	0
LU4	0
NO	0

จำนวน	อัตราส่วน
SUN	208.13
LU1	33.60
LU2	16.13
LU3	8.33
LU4	0
NO	0

เฉลี่ย	**อัตราส่วน**
SUN	230.66
LU1	39.20
LU2	21.73
LU3	0
LU4	0
NO	0

ภาพแสดงตัวแทนพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในชุดการทดลองที่สภาพแสงต่างกัน



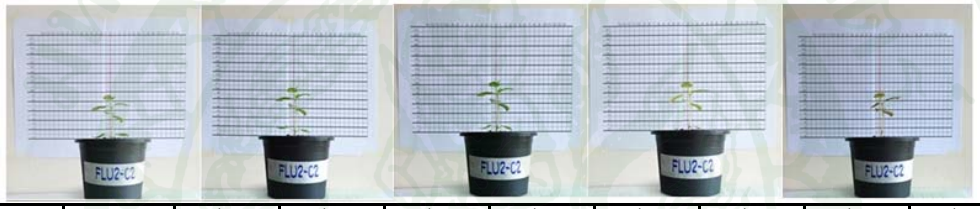
LU1	ค่า	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่
ความสง	10	12	13	13.5	15	16	14	11	0
ทรงพ่ม	8	8	7	7	5	5.5	7	8.5	0
จำนวนใบ	9	9	10	11	11	11	9	8	0

ภาพที่ 82 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 1100 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

LU1 แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10	12	13	13.5	15	16	14	11	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	7	7	5	5.5	7	8.5	0
จำนวนใบ	9	9	10	11	11	11	9	8	0

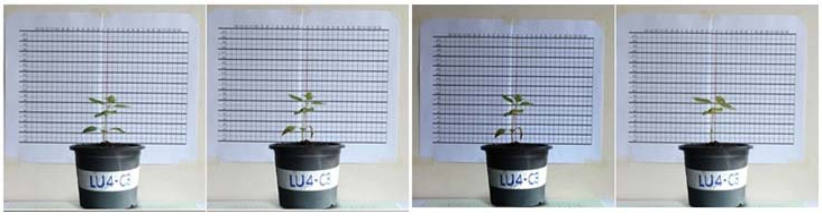
ภาพที่ 83 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 900 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง



LU3 แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง	9	10	10.5	10	10	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	8	9	9	0	0	0	0
จำนวนใบ	8	10	10	8	7	0	0	0	0

ภาพที่ 84 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 700 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



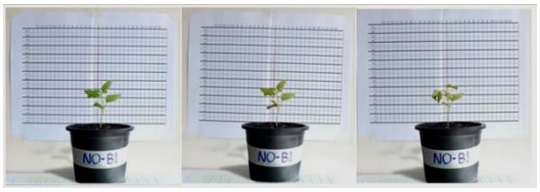
LU4 แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง	9	9.5	10	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	10	8	9	9.5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ	8	7	7	5	0	0	0	0	0

ภาพที่ 85 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอด FLU ใช้ความเข้มแสง 500 ลูเมน ที่เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง

SUN แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	10	11	11	12.5	14	16	17.5	18
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	8	8	9.5	11	12	13	18	18
จำนวนใบ	7	10	12	12	15	16	18	21	23

ภาพที่ 86 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกในสภาวะปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



NO โหระพา	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	9	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6	6	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0

ภาพที่ 87 แสดงภาพชุดการทดลองที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ของการปลูกในสภาวะไม่ให้แสง

สรุปการทดลองที่ 4.3 พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีการให้แสงที่มีความเข้มแสงมากกว่ามีอัตราการอยู่รอดได้ยาวนานกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีการให้แสงที่มีความเข้มแสงน้อยกว่าคือ พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีการให้แสงที่มีความเข้มแส 1100 ลูเมน มีอัตราการรอดชีวิตมากกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีการให้แสงที่มีความเข้มแสง 900 ลูเมน 700 ลูเมน และ 500 ลูเมน ตามลำดับและเกิดขึ้นกับพืชทั้งสามชนิด ด้านความสูงพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ให้ปริมาณความเข้มแสงที่มากกว่า มีแนวโน้มความสูงที่มากกว่าพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ให้ปริมาณความเข้มแสงที่น้อยกว่าตามลำดับ คือ

SUN >1100Lm >900Lm >700Lm >500Lm>NO

ส่วนด้านความกว้างนั้น ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์การเจริญเติบโตได้ โดยข้อมูลที่ได้ให้ค่าไม่คงที่ และไม่สอดคล้องกับการเจริญเติบโตจริง เช่น ค่าที่เพิ่มขึ้นของความกว้าง เกิดจากการคลายใบออก ก่อนที่จะตายในเวลาต่อมา

และในด้านการนับจำนวนใบที่มีผลการบันทึกจากจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกล่องการทดลองพบว่ากล่องทดลองที่ให้ปริมาณความเข้มแสงที่มากกว่า จะมีจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นมากกว่าตามลำดับ และเกิดขึ้นกับพันธุ์พืชตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองเพิ่มเติม

การทดลองที่ 4 การทดลองเพื่อหาค่าความเข้มแสงที่พืชนำไปใช้จริงในการสังเคราะห์ด้วยแสง จากหลอดที่เลือกใช้

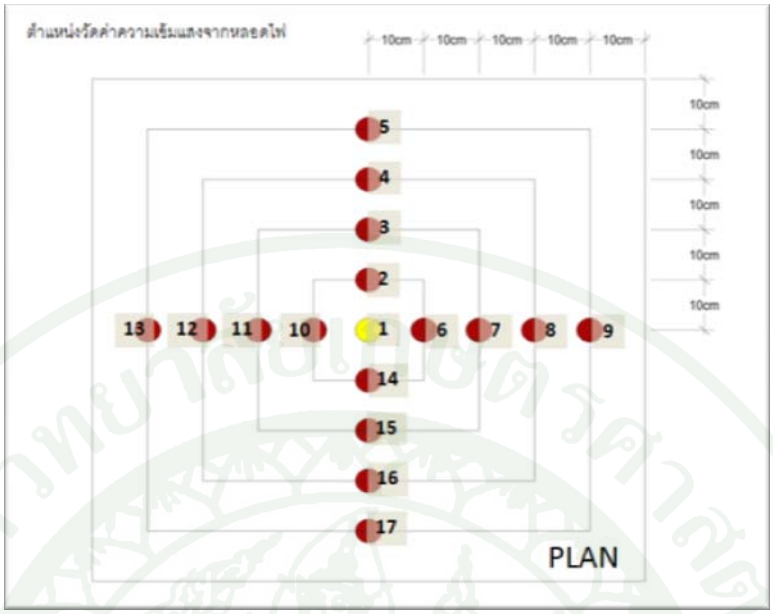
เพื่อพิสูจน์ผลว่า เป็นเพราะความเข้มแสงที่เลือกไม่เพียงพอจึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ล่าช้าและตายในที่สุด เนื่องจากการทดลองในส่วนของการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต โดยการวัดความสูง วัดความกว้างของทรงพุ่ม และการนับจำนวนใบนั้น สามารถนำเอาข้อมูลมาเปรียบเทียบในเรื่องของระยะเวลาการให้แสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น

หากแต่ข้อมูลเหล่านี้ ไม่อาจชี้ชัดถึงพัฒนาการในด้านดังกล่าวของพืชที่นำมาทำการทดลองได้ เนื่องจากผลของข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้กล่าวได้ว่า ปริมาณความเข้มแสงที่ใช้ในการทดลองนั้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการในกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งส่งผลให้พืชส่วนใหญ่มีช่วงชีวิตที่สั้น จึงทำให้เกิดการทดลองเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งการทดลอง เพื่อพิสูจน์ว่าความเข้มแสงที่เลือกใช้ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช(ที่เลือกใช้จริง)

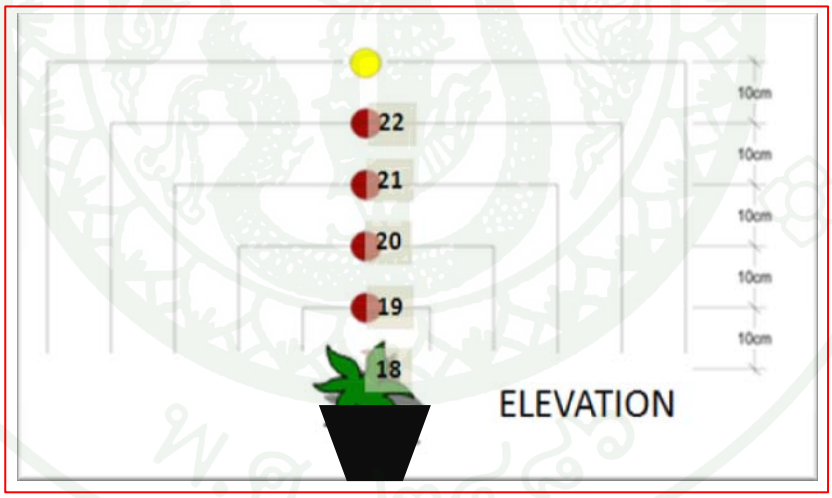
ดังนั้นเพื่อพิสูจน์ว่าค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากหลอดโดยเครื่องมือวัดความสว่าง (Illuminance Meter) และความเข้มแสงที่ระบุข้างกล่องถึงลูเมนหรือความเข้มแสงที่หลอดแต่ละชนิดให้ ว่าแท้จริงแล้ว ให้ความเข้มแสงที่พืชนำไปใช้เป็นจำนวนเท่าใด (ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที)

1. วัดค่าความเข้มแสงจริงที่พืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง จากหลอดที่เลือกใช้โดยใช้ตำแหน่งการวัดดังภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 88 แสดงตำแหน่งบริเวณที่ใช้เก็บข้อมูลการวัดความเข้มแสง (มองจากด้านบน)



ภาพที่ 89 แสดงตำแหน่งบริเวณที่ใช้เก็บข้อมูลการวัดความเข้มแสง(มองจากด้านข้าง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ค่าความเข้มแสงที่พืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง(ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที)

ตำแหน่งที่	**FLU 1100 Lumen**	**FLU 900 Lumen**	**FLU 700 Lumen**	**FLU 500 Lumen**	**LED 700 Lumen**
1	4.45	1.92	1.56	1.2	7.84
2	4.21	2.14	1.69	1.31	5.75
3	4.17	2.34	1.73	1.39	4.36
4	3.75	2.23	1.69	1.25	3.17
5	3.08	1.9	1.48	1.01	2.75
6	4.42	1.99	1.78	1.31	7.23
7	3.92	2.23	1.98	1.34	6.4
8	3.46	2.14	1.94	1.26	5.51
9	2.92	1.81	1.72	1.1	4.16
10	4.97	2.19	1.83	1.35	7.11
11	4.76	2.36	1.9	1.41	6.36
12	4.2	2.27	1.7	1.3	5.15
13	4.12	2.00	1.52	1.14	4.19
14	4.84	1.98	1.92	1.38	7.14
15	4.78	2.33	2.08	1.49	6.04
16	4.32	2.24	2.03	1.42	5.13
17	3.67	2.04	1.86	1.29	3.85
18	8.64	3.08	2.95	2.16	9.52
19	13.41	4.32	4.06	2.98	13.29
20	26.04	9.8	7.51	5.88	19.82
21	65.12	42.56	18.22	14.34	28.75
22	265.71	233.72	211.57	64.81	58.65

เลือกตำแหน่งที่อยู่ช่วงของกระถางและต้นไม้มาเฉลี่ยหาค่าความเข้มแสง(ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 แสดงความเข้มแสงส่วนที่เลือกนำมาเฉลี่ย และความเข้มแสงที่พืชได้รับจริง

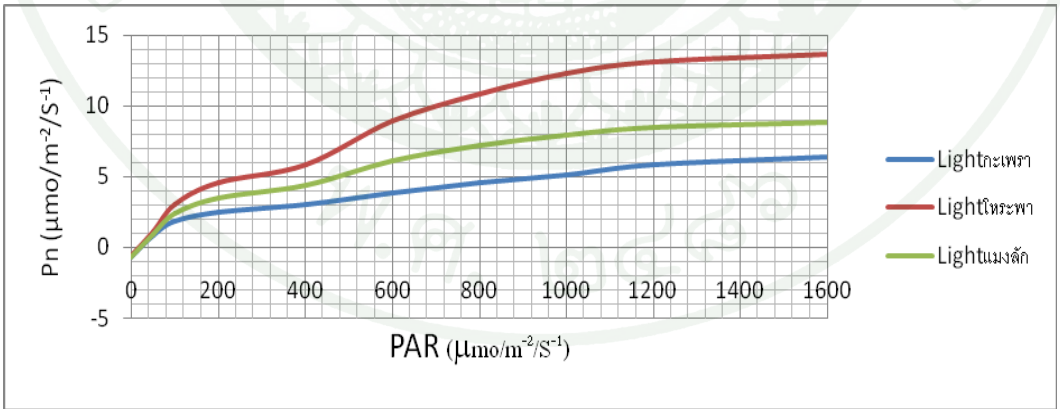
ตำแหน่งที่เลือก	FLU 1100 Lumen	FLU 900 Lumen	FLU 700 Lumen	FLU 500 Lumen	LED 700 Lumen
ตำแหน่งที่ 2	4.21	2.14	1.69	1.31	5.75
ตำแหน่งที่ 6	4.42	1.99	1.78	1.31	7.23
ตำแหน่งที่ 10	4.97	2.19	1.83	1.35	7.11
ตำแหน่งที่ 14	4.84	1.98	1.92	1.38	7.14
ตำแหน่งที่ 18	8.64	3.08	2.95	2.16	9.52
ตำแหน่งที่ 19	13.41	4.32	4.06	2.98	13.29
ค่าความเข้มเฉลี่ยที่พืชได้รับจริง (ไมโครโมลต่อตารางเมตร ต่อวินาที)	**6.75**	**2.62**	**2.37**	**1.75**	**8.34**

1. การศึกษาผลของความเข้มแสงต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพืชสามชนิด (กะเพรา โหระพา แมงลัก) โดยนำพืชทั้ง3 ชนิดๆละ 3 ต้น มาวัดอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ(Pn) ที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ เพื่อหาความเข้มแสงที่ทำให้ Pn เท่ากับ 0 หรือความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับการหายใจ หรือ การใช้อาหารเท่ากับการสร้างอาหาร หรือที่เรียกว่าจุด light compensation point ซึ่งเป็นจุดที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการที่จะชี้ให้เห็นว่าพืชแต่ละชนิดต้องการแสงเพื่อการอยู่รอดแตกต่างกัน ถ้าพืชได้รับความเข้มแสงมากกว่าจุดนี้ พืชจะมีการสร้างอาหารมากกว่าการใช้อาหาร หรือจุดที่มีค่า Pn มากกว่า 0 นั่นเอง ในขณะที่ ถ้า Pn มีค่าน้อยกว่า 0 หรือค่าติดลบ บ่งบอกถึง ความเข้มแสงบริเวณดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งจะทำให้พืชตายในที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าแสงที่ให้ ไมโครโมล/ตร.ม./ วินาที	ค่าเฉลี่ย Light (Pn)		
	Lightกะเพรา	Lightโหระพา	Lightแมงลัก
0	-0.73	-0.64	-0.66
25	0.87	1.08	0.96
50	1.84	3.04	2.35
75	2.48	4.61	3.51
100	3.07	5.84	4.4
200	3.88	8.9	6.09
400	4.57	10.85	7.16
800	5.12	12.27	7.93
1200	5.81	13.1	8.45
1600	6.41	13.63	8.8

จากข้อมูลตัวเลขที่ได้ นำมาสร้างกราฟเพื่อหาค่า light compensation point (จุดที่ทำให้พืชมีการสร้างอาหารเท่ากับการใช้อาหาร)



ภาพที่ 90 ปริมาณแสงที่พืชทั้งสามชนิดต้องการเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

หมายเหตุ PAR (Photosynthecally Active Radiation) ความเข้มแสงของความยาวคลื่นที่พืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pn (Net Photosynthetic Rate) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ

สรุปผลการทดลองที่ 4.4

เมื่อกล่าวถึงการปลูกพืชภายในอาคาร เรามักคำนึงถึงค่า light compensation point เนื่องจากภายในอาคาร ถูกจำกัดด้วยความเข้มแสง จากกราฟจะเห็นว่ากะเพรามีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงกว่า โหระพาและแมงลัก

การทดลองหาค่าความเข้มแสงที่พืชสวนครัว(กะเพรา โหระพา แมงลัก)สามารถอยู่รอดได้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ประเภทLEDและฟลูออเรสเซนท์

ทำการออกแบบการทดลองเพื่อทำให้ความเข้มแสงที่ให้จากหลอดเท่ากับที่พืชต้องการ โดยการปรับระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับพืช ให้ได้ความเข้มแสงเพียงพอกับที่พืชต้องการ เพื่อพิสูจน์ว่าหากให้ความเข้มแสงตามที่พืชต้องการแล้วนั้น พืชสวนครัวที่เลือกใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ สามารถเจริญเติบโตร่วมกับแสงประดิษฐ์ได้หรือไม่

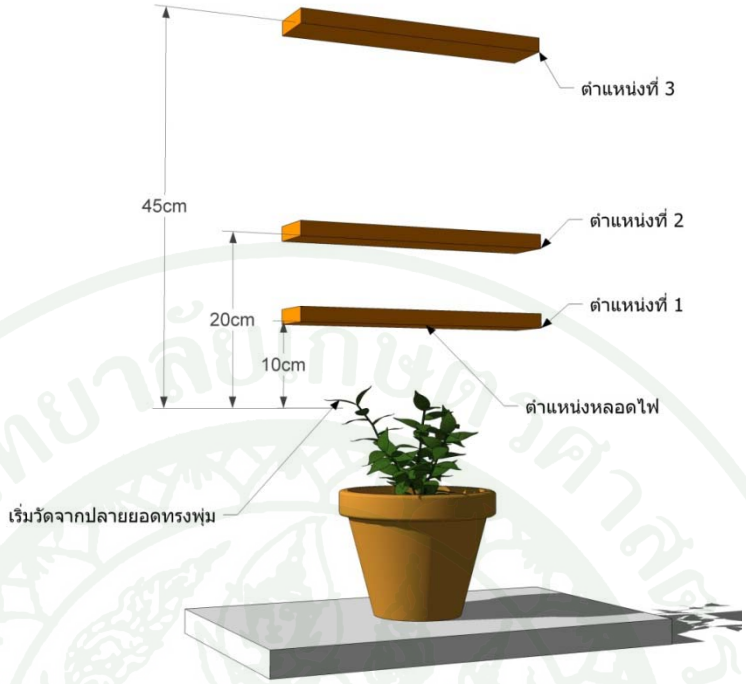
โดยเริ่มจากการกำหนดระยะห่าง

- ตำแหน่งที่ 1 ห่างจากปลายพุ่ม 10 ซม. เนื่องจากผลการทดลองที่ 4.4 ระยะนี้พืชสามารถรับความเข้มแสงได้ดีที่สุด

- ตำแหน่งที่ 2 ห่างจากปลายพุ่ม 20 ซม. เป็นระยะถัดมา 1 ช่วง จากตำแหน่งแรก

- ตำแหน่งที่ 3 ห่างจากปลายพุ่ม 45 ซม. เป็นระยะความห่างจากปลายพุ่มถึงหลอดที่ใช้ในการทดลองจริง ภายในกล่องทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 91 การจัดวางระยะระหว่างต้นไม้กับหลอดไฟ

โดยทดลองกับพืชทั้ง 3 ชนิดๆละ 3 ต้น (กะเพรา โหระพาและแมงลัก)

4.5.1 ทดลองโดยใช้หลอด LED ที่ความเข้มแสงจากหลอด700 Lumen

4.5.2 ทดลองโดยเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนส์ ที่ความเข้มแสงจากหลอด700 Lumen

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองที่ 4.5.1

หลอด LED	ระยะห่างปลายพุ่มกับหลอด (ซม.)	ความเข้มแสง ($\mu mo/m^{-2}/S^{-1}$)	ค่าเฉลี่ยPn ($\mu mo/m^{-2}/S^{-1}$)
กะเพรา	45	5	-0.21
	20	15	0.07
	10	37	0.36
โหระพา	45	8	0.05
	20	27	0.11
หลอด LED	ระยะห่างปลายพุ่มกับหลอด (ซม.)	ความเข้มแสง ($\mu mo/m^{-2}/S^{-1}$)	ค่าเฉลี่ยPn ($\mu mo/m^{-2}/S^{-1}$)
	10	53	0.78
แมงลัก	45	8	-0.34
	20	20	0.15
	10	42	0.56

ในการปลูกพืชด้วยแสงประดิษฐ์ประเภทหลอดLEDนั้น พืชที่เลือกใช้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ดังนี้

1. กะเพรา สามารถอยู่รอดได้ในแสงLED(700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 15 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 20 ซม.

2. โหระพา สามารถอยู่รอดได้ในแสงLED(700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 8.33ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 45 ซม.

3. แมงลัก สามารถอยู่รอดได้ในแสงLED(700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 20ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 20 ซม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองที่ 4.5.2

หลอด FLU	ระยะห่างปลายพุ่มกับหลอด (ซม.)	ความเข้มแสง ($\mu mo/m^{-2}/S^{-1}$)	ค่าเฉลี่ย ($\mu mo/m^{-2}/S^{-1}$)
กะเพรา	45	3	-0.52
	20	11	-0.30
	10	45	0.30
โหระพา	45	3	-0.54
	20	9	-0.40
	10	31	0.31
แมงลัก	45	3	-0.62
	20	13	-0.41
	10	27	-0.03

ในการปลูกพืชด้วยแสงประดิษฐ์ประเภทหลอดFLU นั้น พืชที่เลือกใช้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ดังนี้

1. กะเพรา สามารถอยู่รอดได้ในแสงFLU (700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 45โครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 10 ซม.

2. โหระพา สามารถอยู่รอดได้ในแสงFLU (700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 31ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 10 ซม.

3. แมงลัก ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในระยะที่ทำการทดลอง

สรุปการทดลองที่ 4.5

พืชประเภทพืชสวนครัวที่เลือกใช้ในการทดลอง คือ กะเพรา โหระพาและแมงลัก สามารถนำมาปลูกภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์เป็นตัวช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้หากมีการกำหนดระยะและความเข้มแสงที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากวัตถุประสงค์การวิจัย ว่าด้วยการนำแสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์มาช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชสวนครัวที่ปลูกในอาคาร และเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของพืชสวนครัวภายในและภายนอกอาคาร โดยการทดลองจากตัวแปร คือ ระยะเวลา , ปริมาณความสว่าง และชนิดของหลอดไฟที่ไม่ให้ความร้อน

จึงได้จำแนกการทดลองออกมาเป็น 3 ส่วน และได้ทำการทดลองเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ตามสมมติฐานไว้ ดังนี้

1. การทดลองที่ 1 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

2. การทดลองที่ 2 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

3. การทดลองที่ 3 ทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสง(Lumen) กับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

สรุปผลการวิจัย

1. จากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหลอดไฟกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

พบว่า พืชทั้ง3ชนิด ที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี(LED) มีการเจริญเติบโตทั้งการมีชีวิตรอดและการเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบได้ดีกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU) ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดแอลอีดี (LED) และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์

ชนิด	ระยะเวลาการให้แสง (ชั่วโมง)	จำนวนวันที่พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (จากการเก็บข้อมูล ทุก 5วัน)						สัดส่วนการดำรงชีวิตรอดเปรียบเทียบระหว่าง LED/FLU
		LED			FLU			
		ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	
กะเพรา	12	A1	30	31.67	A1	15	13.33	2.375
		A2	40		A2	10		
		A3	25		A3	15		
	8	A1	20	18.33	A1	15	11.67	1.571
		A2	15		A2	10		
		A3	20		A3	10		
	4	A1	20	16.67	A1	10	10.00	1.667
		A2	20		A2	10		
		A3	10		A3	10		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ชนิด	ระยะเวลาการให้แสง (ชั่วโมง)	จำนวนวันที่พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (จากการเก็บข้อมูล ทุก 5วัน)						สัดส่วนการดำรงชีวิตรอดเปรียบเทียบระหว่าง LED/FLU
		LED			FLU			
		ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	
โหระพา	12	B1	30	33.33	B1	20	16.67	2.000
		B2	40		B2	15		
		B3	30		B3	15		
	8	B1	20	21.67	B1	15	15.00	1.444
		B2	25		B2	15		
		B3	20		B3	15		
	4	B1	15	15.00	B1	15	13.33	1.125
		B2	15		B2	15		
		B3	15		B3	10		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ชนิด	ระยะเวลาการให้แสง (ชั่วโมง)	จำนวนวันที่พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้(จากการเก็บข้อมูล ทุก 5วัน)						สัดส่วนการดำรงชีวิตรอดเปรียบเทียบระหว่าง LED/FLU
		LED			FLU			
		ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	ตัวอย่างการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	เฉลี่ย (วัน)	
แมงลัก	12	C1	30	35.00	C1	20	18.33	1.909
		C2	40		C2	20		
		C3	35		C3	15		
	8	C1	25	26.67	C1	15	16.67	1.600
		C2	30		C2	15		
		C3	25		C3	20		
	4	C1	20	18.33	C1	15	15.00	1.222
		C2	20		C2	20		
		C3	15		C3	10		
	ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการดำรงชีวิตรอดระหว่างกลุ่มการทดลอง LED/FLU							**1.657**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากข้อมูลในตาราง หากไม่คำนึงถึงชนิดของพันธุ์ไม้และระยะเวลาการให้แสงที่ต่างกัน สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ได้ว่า

- พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดแอลอีดี (LED) มีความสามารถในการดำรงชีวิตรอดเฉลี่ย 21.66 วัน (จากการทดลอง40วัน)

- พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ (FLU) มีความสามารถในการดำรงชีวิตรอดเฉลี่ย 12.77 วัน (จากการทดลอง40วัน)

สรุปได้ว่า พืชสวนครัวที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ประเภท หลอดแอลอีดี (LED) มีความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่าพืชสวนครัวที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ประเภท หลอดฟลูออเรสเซนท์ (LED) คิดเป็นสัดส่วน 1.657 หรือประมาณ 1.7 เท่า

2. การทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ โดย

1. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่มีระยะเวลาให้แสงสว่างที่ต่างกัน ของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอด LED ที่มีความเข้มแสงที่เท่ากัน

2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่มี**ระยะเวลา**ให้แสงสว่างที่ต่างกัน ของพืชที่ปลูกในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่มีความเข้มแสงที่เท่ากัน

จากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้แสงสว่างกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ พบว่า พืชทั้ง3ชนิด ที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีระยะเวลาการให้แสงที่ยาวนานกว่ามีการเจริญเติบโตทั้งการมีชีวิตรอดและการเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบ ได้ดีกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีระยะเวลาการให้แสงที่ยาวสั้นกว่า ดังนี้ จากข้อมูลในตาราง 5.1 สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ได้ว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่ได้รับแสงสว่าง 8 ชม./วัน และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ที่ได้รับแสงสว่าง 4 ชม./วันนั้นมีระยะเวลาการดำรงชีวิตที่สั้นที่สุด

หากไม่คำนึงถึงชนิดของพันธุ์ไม้สามารถจัดลำดับการมีชีวิตอยู่(วัน) ได้ดังนี้

- พืชที่ได้รับแสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ต่อเนื่องต่อวันที่ 12 ชม. มีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 33.33วัน

- พืชที่ได้รับแสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ต่อเนื่องต่อวันที่ 8 ชม. มีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 22.22 วัน

- พืชที่ได้รับแสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนท์ ต่อเนื่องต่อวันที่ 4 ชม. มีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 16.66 วัน

2. พืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดแอลอีดี ที่ได้รับแสงสว่าง 12 ชม./วัน สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดหลอดแอลอีดี ที่ได้รับแสงสว่าง 8 ชม./วัน และพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดหลอดแอลอีดี ที่ได้รับแสงสว่าง 4 ชม./วันนั้นมีระยะเวลาการดำรงชีวิตที่สั้นที่สุด

หากไม่คำนึงถึงชนิดของพันธุ์ไม้สามารถจัดลำดับการมีชีวิตอยู่(วัน) ได้ดังนี้

- พืชที่ได้รับแสงประดิษฐ์จากหลอดหลอดแอลอีดี ต่อเนื่องต่อวันที่ 12 ชม. มีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 16.11 วัน

- พืชที่ได้รับแสงประดิษฐ์จากหลอดหลอดแอลอีดี ต่อเนื่องต่อวันที่ 8 ชม. มีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 14.44 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- พืชที่ได้รับแสงประดิษฐ์จากหลอดหลอดแอลอีดี ต่อเนื่องต่อวันที่ 4 ชม. มีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 12.77 วัน

และจากข้อมูลการทดลองปลูกพืชภายในกล่องทดลองที่ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดประดิษฐ์ทั้ง 2 ชนิดนั้น ทั้ง2ชุดการทดลองให้ผลสรุปไปในทิศทางเดียวกัน คือ ที่ระยะเวลาการให้แสงที่ยาวนานกว่า สามารถทำให้พืชดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่า

3. การทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสง กับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชกับชนิดกับปริมาณความเข้มแสงที่ได้รับระหว่างพืชในกล่องทดลองที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ ทั้งหมด ที่มีระยะเวลาการรับแสงต่อเนื่องในแต่ละวันที่เท่ากันคือ 8ชั่วโมงต่อวัน แต่มีปริมาณความเข้มแสงที่ต่างกัน ดังนี้

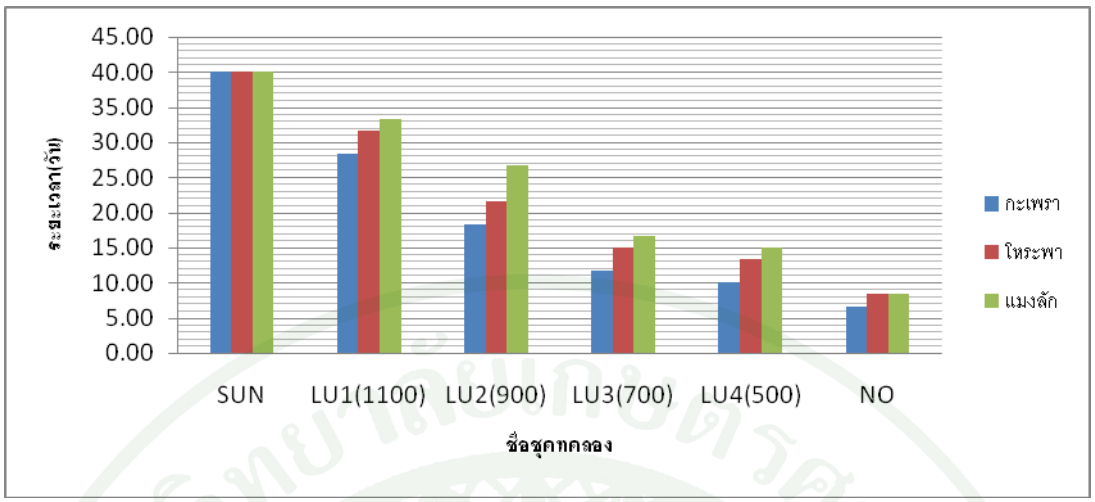
- กล่องที่ 7 (LU1) มีปริมาณความเข้มแสง 1100 ลูเมน
- กล่องที่ 8 (LU2) มีปริมาณความเข้มแสง 900 ลูเมน
- กล่องที่ 9 (LU3) มีปริมาณความเข้มแสง 700 ลูเมน
- กล่องที่10 (LU4) มีปริมาณความเข้มแสง 500 ลูเมน

แล้วนำผลการทดลองของกล่องที่ 11 (NO) ที่ไม่ใช้ความสว่างเลย และ ผลการทดลองของกล่องที่ 12 (SUN) มาใช้เปรียบเทียบร่วมกันด้วย

จากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสง(Lumen) กับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้

พบว่าพืชทั้ง3ชนิด ที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสงที่มากกว่ามีการเจริญเติบโตทั้งการมีชีวิตรอดและการเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนใบ ได้ดีกว่าพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสงที่น้อยกว่า ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 92 เปรียบเทียบอัตราการอยู่รอด ในความเข้มแสงที่ต่างกัน
(หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสงต่างกัน,แสงธรรมชาติและไม่มีแสง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 แสดงอัตราการรอดชีวิตของพืชที่ปลูกภายในกล่องทดลองที่มีความเข้มแสงต่างกัน

LUMEN	**กะเพรา**				**โหระพา**				**แมงลัก**				**ค่าเฉลี่ย**
	ต้นที่1	ต้นที่2	ต้นที่3	เฉลี่ย	ต้นที่1	ต้นที่2	ต้นที่3	เฉลี่ย	ต้นที่1	ต้นที่2	ต้นที่3	เฉลี่ย	**(วัน)**
NO	5	5	10	6.67	10	10	5	8.33	10	5	10	8.33	7.78
LU4(500)	10	10	10	10.00	15	10	15	13.33	15	15	15	15.00	12.78
LU3(700)	15	10	10	11.67	15	15	15	15.00	15	15	20	16.67	14.44
LU2(900)	15	20	20	18.33	20	25	20	21.67	20	30	30	26.67	22.22
LU1(1100)	25	25	35	28.33	30	30	35	31.67	35	30	35	33.33	31.11
SUN	ดำรงชีวิตรอดเกิน 40 วัน				ดำรงชีวิตรอดเกิน 40 วัน				ดำรงชีวิตรอดเกิน 40 วัน				มากกว่า 40 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

จากการทดลอง40วัน พืชที่ได้รับแสงสว่างที่มีปริมาณความเข้มสูงกว่า สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่าพืชที่ได้รับแสงสว่างที่มีปริมาณความเข้มน้อยกว่า โดยสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

- ในสภาวะภายนอกปกติ สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าช่วงระยะการทดลอง

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 1100 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 31.11 วัน

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 900 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 22.22 วัน

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 700 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 14.44 วัน

- กล่องทดลองที่ได้รับแสงจากหลอดประดิษฐ์ 500 ลูเมน สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 12.78 วัน

- กล่องทดลองที่ไม่ให้แสงสว่าง สามารถมีชีวิตอยู่ได้เฉลี่ย 7.78 วัน

จากการทดลองที่ 4.4 การทดลองเพื่อหาค่าความเข้มแสงที่พืชนำไปใช้จริงในการสังเคราะห์ด้วยแสง จากหลอดที่เลือกใช้

เพื่อพิสูจน์ผลว่า เป็นเพราะความเข้มแสงที่เลือกไม่เพียงพอจึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ล่าช้าและตายในที่สุด จึงได้ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าค่าความเข้มแสงที่วัดได้จากหลอดโดยเครื่องมือวัดความสว่าง (Illuminance Meter) และความเข้มแสงที่ระบุข้างกล่องถึงลูเมนหรือความเข้มแสงที่หลอดแต่ละชนิดให้ ว่าแท้จริงแล้ว ให้ความเข้มแสงที่พืชเลือกใช้เป็นจำนวนเท่าใด (ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. วัดค่าความเข้มแสงจริงที่พืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง จากหลอดที่เลือกใช้

ชนิดหลอดและความเข้ม	FLU 1100	FLU 900	FLU 700	FLU 500	LED 700
ค่าความเข้มเฉลี่ยที่พืช (ไมโครโมลต่อตารางเมตร	**6.75**	**2.62**	**2.37**	**1.75**	**8.34**

2. นำพืชตัวอย่าง ชนิดละ3ต้น (กะเพรา โหระพาแมงลัก) มาทำการทดลองเพื่อหาค่าความเข้มแสงที่พืชทั้ง3ชนิดต้องการใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

จากนั้นนำข้อมูลตัวเลขที่ได้ มาสร้างกราฟเพื่อหาค่า light saturation point (จุดอิ่มแสง) หรือจุดที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้สูงสุด (หากมีแสงที่มากว่านี้พืชก็จะสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ แต่จะไม่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด)

จากการทดลองพบว่าค่าความอิ่มแสง หรือความต้องการความเข้มแสงสูงสุดที่พืชจะสามารถสังเคราะห์แสงได้ คือ

- กะเพรา ต้องการความเข้มแสง 300 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที โดยประมาณ
- โหระพา ต้องการความเข้มแสง 300 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที โดยประมาณ
- แมงลัก ต้องการความเข้มแสง 400 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที โดยประมาณ

จากการทดลองเพื่อหาค่าความเข้มแสงที่พืชสวนครัว(กะเพรา โหระพา แมงลัก)สามารถอยู่รอดได้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ประเภทLEDและฟลูออเรสเซนท์

ทำการออกแบบการทดลองเพื่อทำให้ความเข้มแสงที่ให้จากหลอดเพียงพอกับที่พืชต้องการ โดยการปรับระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับพืช ให้ได้ความเข้มแสงที่พืชต้องการ เพื่อพิสูจน์ว่าหากให้ความเข้มแสงตามที่พืชต้องการแล้วนั้น พืชสวนครัวที่เลือกใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ สามารถเจริญเติบโตร่วมกับแสงประดิษฐ์ได้หรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกำหนดระยะห่าง

- ตำแหน่งที่ 1 ห่างจากปลายพุ่ม 10 ซม. เนื่องจากผลการทดลองที่ 4.4 ระยะนี้พืชสามารถรับความเข้มแสงได้ดีที่สุด

- ตำแหน่งที่ 2 ห่างจากปลายพุ่ม 20 ซม. เป็นระยะถัดมา 1 ช่วง จากตำแหน่งแรก

- ตำแหน่งที่ 3 ห่างจากปลายพุ่ม 45 ซม. เป็นระยะความห่างจากปลายพุ่มถึงหลอดที่ใช้ในการทดลองจริง ภายในกล่องทดลอง

ทดลองกับพืชทั้ง 3 ชนิดๆละ 3 ต้น (กะเพรา โหระพาและแมงลัก) และทดลองโดยใช้หลอด LED และ FLU ที่ความเข้มแสงจากหลอด700 Lumen ผลการทดลองพบว่า

ในการปลูกพืชด้วยแสงประดิษฐ์ประเภทหลอดLEDนั้น พืชที่เลือกใช้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ดังนี้

1. กะเพรา สามารถอยู่รอดได้ในแสงLED(700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ15 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 20 ซม.

2. โหระพา สามารถอยู่รอดได้ในแสงLED(700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 8.33ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 45 ซม.

3. แมงลัก สามารถอยู่รอดได้ในแสงLED(700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 20 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 20 ซม.

และในการปลูกพืชด้วยแสงประดิษฐ์ประเภทหลอดFLU นั้น พืชที่เลือกใช้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ดังนี้

1. กะเพรา สามารถอยู่รอดได้ในแสงFLU (700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 45.33ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 10 ซม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. โหระพา สามารถอยู่รอดได้ในแสงFLU (700ลูเมน) ที่มีความเข้มแสงที่พืชต้องการ คือ 31.33ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที หรือที่ระยะห่างจากหลอดถึงปลายพุ่ม อย่างน้อย 10 ซม.

3. แมงลัก ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในระยะที่ทำการทดลอง

สรุป

ในความเข้มแสง(Lumen)ที่ได้จากหลอดที่เท่ากันนั้น พืชประเภทพืชสวนครัวที่เลือกใช้ในการทดลอง คือ กะเพรา โหระพาและแมงลัก สามารถมีการเจริญเติบโตและอยู่รอดด้วยแสงประดิษฐ์ประเภทหลอด LED ได้ดีกว่าหลอดฟลูออเรสเซนท์

และพืชประเภทพืชสวนครัวที่เลือกใช้ในการทดลอง คือ กะเพรา โหระพาและแมงลัก สามารถนำมาปลูกภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์เป็นตัวช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้

ข้อเสนอแนะ

หากจะมีการต่อยอดงานวิจัยนี้ผู้วิจัยแนะนำให้ทำการทดลองกับหลอดแอลอีดี (LED) เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชภายในอาคาร และจากผลการทดลองพบว่าเป็นหลอดประดิษฐ์ที่สามารถใช้แสงที่ได้มาช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและสามารถทำให้พืชดำรงชีวิตอยู่รอดและเจริญเติบโตได้ยาวนานกว่าหลอดฟลูออเรสเซนท์

ส่วนความสว่างที่นำมาใช้ในการวิจัยต่อยอดนั้น ควรเริ่มความสว่างในระดับการใช้งานปกติก่อน แล้วเพิ่มปริมาณความเข้มแสงเข้าไป (ในงานวิจัยนี้เริ่มต้นที่ไม่มีแสงใดใดเลยเพื่อทดลองว่าพืชสามารถเจริญเติบโตได้หรือไม่) เนื่องจากว่าระดับค่าความเข้มแสงของพื้นที่ใช้งานทั่วไป (500ลูเมน) ที่ผู้วิจัยเลือกใช้เป็นค่าเริ่มต้นนั้นยังเป็นปริมาณความเข้มแสงที่ไม่เพียงพอ คือพืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะแสงปกติ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองอาจจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ หรือลักษณะของกล่องทดลอง ที่จะสามารถควบคุมระยะห่างระหว่างหลอดกับต้นไม้ได้ เพื่อให้พืชที่เลือกนำมาใช้ปลูกภายในอาคารสามารถมีการเจริญเติบโตและอยู่รอดได้ยาวนาน

เรื่องของระยะเวลา ในการทดลองที่เหมาะสมนั้น อาจสามารถกำหนดใหม่ตามการใช้งานจริงของสถานที่ๆจะทำการทดลองได้เลยโดยการความคุม ปริมาณแสงแทน

และสุดท้ายเรื่องการเลือกพืชสวนครัวมาใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยคิดว่าพืชสวนครัวสามารถนำมาปลูกภายในอาคารได้โดยใช้แสงประดิษฐ์ได้ หากมีปริมาณความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสงที่เหมาะสม และผู้วิจัยแนะนำว่าให้ทดลองกับพืชสวนครัวที่มีลักษณะใบที่ต่างออกไป เพื่อพิสูจน์ว่าลักษณะใบมีผลอย่างไรบ้างกับการเจริญเติบโตของพืชสวนครัวภายในอาคารด้วยแสงประดิษฐ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติ สุขุตมตันติ. 2543. **คุณลักษณะเฉพาะของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์.** : พพ.-21003, กรุงเทพฯ.

พันทวี มาไพโรจน์. 2529. **การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ.** เอกสารวิชาการภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2523. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ภาควิชาปฐพีวิทยามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง**. 2553. สถิติเบื้องต้น(ELEMENTARY STATISTICS)**. ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. (9/2553)

ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย. 2545. **รวมบทความจากวารสารเทคนิคระบบปรับอากาศ ชุดที่ 1.** บริษัท เอ็มแอนด์อี จำกัด. เอกสารเผยแพร่เรื่อง แสงสว่าง, ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานนนทบุรี : พพ. , [2544]

วิรัช มณีสาร, เรือโท. **ลักษณะภูมิประเทศและลักษณะอากาศตามฤดูกาลของภาคต่างๆ ในประเทศไทย**. เอกสารวิชาการเลขที่ 551.582-02-2538, ISBN : 974-7567-25-3, กันยายน 2538

Charles, C. F. and F. S. Errest. 1981. **Home Grounds Garden.** Dept. of Floriculture and Ornamental Horticulture, Cornell University, New York [P.500 5-1981]

James, H. P. 2003. **Care and Selection of Indoor Plants**. Extension Service of Mississippi State University, cooperating with U.S. Department of Agriculture. Published in furtherance of Acts of Congress, Mississippi 2003.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ตารางบันทึกการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางผนวกที่ ก1 กล่องทดลองที่ใช้หลอด LED เปิดไฟต่อเนื่อง 12 ชม. (LED1)

กะเพรา

LED กะเพรา 12 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
A1	ความสูง(ซม)	8.5	9	11	11.5	11.5	11	9	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7	7	7	6	6	7	9	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	4	6	6	8	8	10	8	0	0
A2	ความสูง(ซม)	8	9	9	11	12	11	9	9	9
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	8	7.5	6	6	7	8	9	9.5
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	8	10	10	7	7	6
A3	ความสูง(ซม)	8.5	9	11	11.5	11	9	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7	7	6	6	6.5	8.5	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	7	8	8	5	4	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.33	9.00	10.33	11.33	11.50	10.33	6.00	3.00	3.00
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.33	7.33	6.83	6.00	6.17	7.50	5.67	3.00	3.17
	จำนวนใบ(ใบ)	6.00	7.00	7.33	8.00	7.67	8.00	5.00	2.33	2.00

โหระพา

LED โหระพา 12 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B1	ความสูง(ซม)	9	10	11.5	13	13.5	14	14	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	8	8.5	7.5	7.5	8	9	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	5	5	7	7	6	6	6	0	0
B2	ความสูง(ซม)	9.5	10	11	11.5	13	14	14	13	13
	ทรงพุ่ม(ซม)	10	10.5	10	9.5	8	8	8.5	10	11
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	10	10	10	8	8	8	6
B3	ความสูง(ซม)	7.5	8	9	10.5	10	10	8	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	10	10	9.5	8	8.5	9	10	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	7	8	8	10	10	7	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

โหระพา (ต่อ)

LED โหระพา 12 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.67	9.33	10.50	11.67	12.17	12.67	12.00	4.33	4.33
	ทรงพุ่ม(ซม)	9.33	9.50	9.33	8.33	8.00	8.33	9.17	3.33	3.67
	จำนวนใบ(ใบ)	5.67	6.00	8.33	8.33	8.67	8.00	7.00	2.67	2.00

แมงลัก

LED แมงลัก 12 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	8	9	9.5	11	11	10	9.5	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	8	7.5	7	7	8	8.5	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	4	6	6	8	7	7	5	0	0
C2	ความสูง(ซม)	9	11	12	12.5	13	14	12	11	11
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	7	7	6.5	6.5	7	8	9	9
	จำนวนใบ(ใบ)	6	7	7	9	9	8	8	8	9
C3	ความสูง(ซม)	9.5	11	13	13.5	14.5	14.5	13.5	11	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9.5	9	8	8	8.5	8.5	8	9	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	8	9	9	8	7	7	7	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.83	10.33	11.50	12.33	12.83	12.83	11.67	7.33	3.67
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.67	8.00	7.50	7.17	7.33	7.83	8.17	6.00	3.00
	จำนวนใบ(ใบ)	5.67	7.00	7.33	8.67	8.00	7.33	6.67	5.00	3.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 กล่องทดลองที่ใช้หลอด LED เปิดไฟต่อเนื่อง 8 ชม. (LED2)

กะเพรา

LED กะเพรา 8 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
A1	ความสูง(ซม)	6.5	7	7.5	7	5	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	6.5	8	9.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	5	0	0	0	0
A2	ความสูง(ซม)	9.5	10.5	12	11	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	10	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	10	8	5	0	0	0	0	0
A3	ความสูง(ซม)	8	10	9.5	8.5	7.5	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	6	7	8.5	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	4	4	4	3	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.00	9.17	9.67	8.83	4.17	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.00	7.00	7.17	8.83	6.17	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6.67	6.67	6.00	4.67	2.67	0	0	0	0

โหระพา

LED โหรพา 8 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B1	ความสูง(ซม)	11	13	14	13	10	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	7.5	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	9	9	7	0	0	0	0
B2	ความสูง(ซม)	10	13	13	10	10	8	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	9	9	10	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	9	10	10	8	6	5	0	0	0
B3	ความสูง(ซม)	8.5	9	10.5	10	8	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	7	7.5	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	9	9	10	8	6	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	9.83	11.67	12.50	11.00	9.33	2.67	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.00	7.33	7.00	8.00	9.00	3.33	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8.67	9.00	9.67	8.33	6.33	1.67	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

แมงลัก

LED แมงลัก 8 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	9.5	10	11	11.5	13.5	14	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	8.5	8	7.5	7	8	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	5	6	8	8	7	7	0	0	0
C2	ความสูง(ซม)	8.5	9	10.5	11.5	13	14.5	15	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	10.5	11.5	12	12	11.5	10	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	9	9	9	7	0	0
C3	ความสูง(ซม)	10	11.5	13	15	15	13	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	7.5	7	7	6.5	6.5	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	7	8	8	8	6	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	9.33	10.17	11.50	12.67	13.83	13.83	5.00	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.83	8.83	8.83	8.83	8.50	8.67	3.33	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6.67	7.00	8.00	8.33	8.00	7.33	2.33	0	0

ตารางผนวกที่ ก3 กล่องทดลองที่ใช้หลอด LED เปิดไฟต่อเนื่อง 4 ชม. (LED3)

กะเพรา

LED กะเพรา 4 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
A1	ความสูง(ซม)	7	9	11.5	10	8	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	8	8	7	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	5	6	6	6	4	0	0	0	0
A2	ความสูง(ซม)	8.5	8.5	9	7.5	7	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	10	10.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	10	7	7	0	0	0	0
A3	ความสูง(ซม)	8	8	6.5	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	9	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	7.83	8.50	9.00	5.83	5.00	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.33	7.67	8.33	5.67	6.50	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6.67	6.33	7.00	4.33	3.67	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

โหระพา

LED โหรพา 4 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B1	ความสูง(ซม)	8	10	10.5	9	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	8	7.5	9	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	9	8	8	6	0	0	0	0	0
B2	ความสูง(ซม)	9	10	8	7	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	7	9	10	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	11	10	7	5	0	0	0	0	0
B3	ความสูง(ซม)	9	11	10	10	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	10.5	10	10	8	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	10	7	6	6	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.67	10.33	9.50	8.67	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9.50	8.33	8.83	9.00	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	10.00	8.33	7.00	5.67	0	0	0	0	0

แมงลัก

LED แมงลัก 4 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	10	11	11.5	13	12	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	8	7	7	7.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	9	9	10	7	5	0	0	0	0
C2	ความสูง(ซม)	10	13	14	14	11	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	7.5	7.5	9	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	5	3	0	0	0	0
C3	ความสูง(ซม)	9	9	11	8.5	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9.5	8	7.5	6.5	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	4	4	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	9.67	11.00	12.17	11.83	7.67	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.83	7.83	7.33	7.50	5.50	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7.33	6.67	6.33	5.33	2.67	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 12 ชม.(FLU1)

กะเพรา

FLU กะเพรา 12 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
A1	ความสูง(ซม)	8	9	9	7	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7	6	6	7.5	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	5	5	0	0	0	0	0
A2	ความสูง(ซม)	7.5	8	6	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	8	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	7	0	0	0	0	0	0
A3	ความสูง(ซม)	6.5	6.5	6	6	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7	7	7	8	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	7.33	7.83	7	4.33	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.17	6.67	7	5.17	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6.67	6.67	6	3.33	0	0	0	0	0

โหระพา

FLU โหระพา 12 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B1	ความสูง(ซม)	9	11	10.5	8	8	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	9	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	4	4	4	0	0	0	0
B2	ความสูง(ซม)	8.5	10	10.5	9	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	7	7	7	0	0	0	0	0
B3	ความสูง(ซม)	9.5	10	10	8	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	8.5	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	6	6	4	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	9	10.33	10.33	8.33	2.67	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7.33	7.33	8.50	3	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	6.33	5.67	5	1.33	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

แมงลัก

FLU แมงลัก 12 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	9	11	11.5	11.5	9	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	7	7.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	8	8	5	0	0	0	0
C2	ความสูง(ซม)	8	9	9	9	8	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	6.5	7.5	8	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	8	6	6	5	0	0	0	0
C3	ความสูง(ซม)	8.5	9	11	9	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	4	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.50	9.67	10.50	9.83	5.67	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.67	7	6.83	7.50	5.17	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6.67	6.67	6.00	3.33	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก5 กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.(FLU2)

กะเพรา

FLU กะเพรา 8 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
A1	ความสูง(ซม)	8	9	7	7	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	9	10	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	5	4	0	0	0	0	0
A2	ความสูง(ซม)	9	10	8	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	10	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	7	4	0	0	0	0	0	0
A3	ความสูง(ซม)	8.5	9	7.5	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	10	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.50	9.33	7.50	2.33	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.33	7.67	9.67	3.33	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7.67	6.67	4.67	1.33	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

โหระพา

FLU โหรพา 8 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B1	ความสูง(ซม)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	8.5	8.5	9.5	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	0	0	0	0	0
B2	ความสูง(ซม)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	6	6	6	0	0	0	0	0
B3	ความสูง(ซม)	9.5	10.5	10	10	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7	7	7	7	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	4	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	9.83	10.17	10	8.67	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.83	7.50	7.50	8.17	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6.67	5.67	5.67	5	0	0	0	0	0

แมงลัก

FLU แมงลัก8 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	8	9	9	9	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	8	8	8.5	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	4	0	0	0	0	0
C2	ความสูง(ซม)	9	10	10.5	10	10	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	9	9	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	10	10	8	7	0	0	0	0
C3	ความสูง(ซม)	9	9.5	9	7.5	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	8	8	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	7	7	5	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.67	9.50	9.50	8.83	3.33	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.33	7.67	8	8.50	3	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6.67	7.33	7	5.67	2.33	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 4 ชม.(FLU3)

กะเพรา

FLU กะเพรา 4 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
A1	ความสูง(ซม)	7.5	8.5	5	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	8	8	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0
A2	ความสูง(ซม)	8.5	8.5	8	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9	8	8	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	5	2	0	0	0	0	0	0
A3	ความสูง(ซม)	8	8.5	6.5	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	9	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	6	6	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8	8.50	6.50	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.50	8	8.33	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7.67	5.33	4.33	0	0	0	0	0	0

โหระพา

FLU โหรพา 4 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
B1	ความสูง(ซม)	8.5	9.5	9.5	8	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	8.5	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	7	7	7	0	0	0	0	0
B2	ความสูง(ซม)	9.5	10.5	9	8	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7.5	8	9	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	6	5	3	2	0	0	0	0	0
B3	ความสูง(ซม)	11	11	10	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	9.5	9.5	9.5	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	5	5	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	9.67	10.33	9.50	5.33	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8.50	8	8.17	5.83	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5.67	5	3	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

แมงลัก

FLU แมงลัก 4 ชม.		ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
C1	ความสูง(ซม)	9.5	9.5	10	8	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	8.5	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	7	5	4	0	0	0	0	0
C2	ความสูง(ซม)	7.5	8	8	7	7	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	8.5	8.5	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7	5	4	2	2	0	0	0	0
C3	ความสูง(ซม)	8	8	7	0	0	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	8	0	0	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	8	8	5	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย	ความสูง(ซม)	8.33	8.50	8.33	5	2.33	0	0	0	0
	ทรงพุ่ม(ซม)	7.83	7	7.33	5.67	2.83	0	0	0	0
	จำนวนใบ(ใบ)	7.33	6.67	4.67	2.00	0.67	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก7 กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 1100 ลูเมน (LU1)

กะเพรา

LU1 กะเพรา (A1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	11	12.5	13	13.5	12	11	10	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	7.5	7	7	8	10	11	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	8	9	9	10	7	7	0

LU1 กะเพรา (A2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	8	8.5	9	10	10	9	9	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	8	7.5	7.5	7	8	9	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	8	10	11	11	9	9	8	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

LU1 กะเพรา	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	7.5	8	9	11	12	12.5	10	9	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	6.5	6	6	5.5	4.5	5	7	7	0
จำนวนใบ(ใบ)	10	11	11	12	13	13	12	10	0

โหระพา

LU1 โหระพา (B1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	11	12	13	13.5	10.5	9	9	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6.5	6	6	5.5	7	8	9	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	9	9	9	7	7	7	0

LU1 โหระพา (B2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	10	11.5	12	12	12.5	12	10	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	6	6	6	6	6.5	7	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	6	8	8	8	7	0

LU1 โหระพา (B3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	11	13	14	14.5	12	12	11	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6.5	6	6	5	7	8	8	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	9	9	9	6	6	0

แมงลัก

LU1 แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	9	9.5	10	10	10.5	9	8	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	6.5	6.5	6	6	7	8.5	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	9	10	12	11	11	9	8	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

LU1 แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10.5	10.5	11	12	12.5	14	11	10	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	7	6	6	5	8	8.5	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	8	8	9	8	7	7	0

LU1 แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10	12	13	13.5	15	16	14	11	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	7	7	5	5.5	7	8.5	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	9	10	11	11	11	9	8	0

ตารางผนวกที่ ก8 กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 900 ลูเมน (LU2)

กะเพรา

LU2 กะเพรา(A1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	8.5	10	11	9	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6	6.5	6	7	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	10	10	12	11	9	0	0	0	0

LU2 กะเพรา(A2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11.5	12	13	13	10	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	9	8	8	11	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	9	7	0	0	0	0

LU2 กะเพรา(A3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11.5	12	12	13	11	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	7	6.5	8	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	10	10	8	7	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

โหระพา

LU2 โหระพา (B1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9	10	9.5	9.5	8	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	10	9.5	8.5	8	8	7	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	9	9	10	8	7	0	0	0

LU2 โหระพา (B2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	12	14	13	12	12	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	7	7.5	9	9	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	8	9	9	7	7	0	0	0

LU2 โหระพา (B3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	8	8.5	9.5	9	8	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	6.5	6	6	5	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	8	9	9	7	6	0	0	0

แมงลัก

LU2 แมงลัก (C1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	11.5	13	13	11.5	11	8	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	6	6.5	8	8.5	9	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	8	8	8	7	5	5	0	0

LU2 แมงลัก (C2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	13	13	13.5	15	14	12	10	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	8	8	6	7.5	9	9	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	10	10	9	7	6	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

LU2 แมงลัก (C3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	13	13	12	11.5	10	7	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	5	5	6	6.5	7	8	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	11	11	12	12	12	10	10	0	0

ตารางผนวกที่ ก9 กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 700 ลูเมน (LU3)

กะเพรา

LU3 กะเพรา (A1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	9	7	7	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	9	10	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	5	4	0	0	0	0	0

LU3 กะเพรา (A2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	10	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	10	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	4	0	0	0	0	0	0

LU3 กะเพรา (A3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	9	7.5	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	7	10	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

โหระพา

LU3 โหระพา (B1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8.5	8.5	9.5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	0	0	0	0	0

LU3 โหระพา (B2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	6	6	6	0	0	0	0	0

LU3 โหระพา (B3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	10.5	10	10	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	7	7	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	4	0	0	0	0	0

แมงลัก

LU3 แมงลัก (C1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	9	9	9	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	8.5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	4	0	0	0	0	0

LU3 แมงลัก (C2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9.5	9	7.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	8	8	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	7	5	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

LU3 แมงลัก (C3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	10	10.5	10	10	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	8	9	9	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	10	10	8	7	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก10 กล่องที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ เปิดต่อเนื่อง 8 ชม.ที่ความเข้มแสง 500 ลูเมน (LU4)

กะเพรา

LU4 กะเพรา (A1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	8.5	6	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	9	9	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	0	0	0	0	0	0

LU4 กะเพรา (A2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	8.5	6	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	4	0	0	0	0	0	0

LU4 กะเพรา (A3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	12	12	12	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	10.5	10	9.5	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	4	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

โหระพา

LU4 โหระพา (B1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	10.5	10	10	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	7.5	7.5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	5	5	3	0	0	0	0	0

LU4 โหระพา (B2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9.5	8	6.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	7.5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	5	5	0	0	0	0	0

LU4 โหระพา (B3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11.5	12	11	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	9	10	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	2	2	0	0	0	0	0

แมงลัก

LU4 แมงลัก (C1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9.5	7	6.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	9	8	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	7	5	0	0	0	0	0

LU4 แมงลัก (C2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	11.5	11	10	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	9	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	2	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

LU4 แมงลัก (C3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9.5	10	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	10	8	9	9.5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	7	5	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ ก11 กล่องที่ปลูกในสภาวะแสงธรรมชาติ

กะเพรา

SUN กะเพรา (A1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	10	11	11	11.5	11	12	11.5	13
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	8	10	10	12	12.5	14	16	17
จำนวนใบ(ใบ)	4	6	6	7	9	9	12	13	15

SUN กะเพรา (A2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	9	9	10.5	11	12	12	13.5	13.5
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	9	12	14	15.5	17	17	18.5	19
จำนวนใบ(ใบ)	7	10	11	12	14	16	18	19	22

SUN กะเพรา (A3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	7.5	8.5	9	10.5	12	13	13	13.5	15
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	9	10	11.5	12	12	14	16	18.5
จำนวนใบ(ใบ)	5	7	8	11	13	15	16	19	22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

โหระพา

SUN โหระพา (B1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	12	13	13.5	15	16	16	16.5	16.5
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	10	11.5	13	15	17	17	18	19
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	7	8	9	12	12	13	15

SUN โหระพา (B2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	10	11	11	12.5	14	14	15.5	17
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	12	13.5	15	15	16	17.5	18	19.5
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	9	11	11	15	16	19	23

SUN โหระพา (B3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	10	11	11.5	11.5	13	13	13.5	15
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	10	11	12	13	13	15	16	17
จำนวนใบ(ใบ)	9	11	15	16	19	21	24	26	26

แมงลัก

SUN แมงลัก (C1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	9	9	9.5	11	12	13.5	15	15.5
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	10.5	12	14	15.5	17	17	19	21
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	8	9	9	9	12	15	17

SUN แมงลัก (C2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	12	13	14	14	15.5	17	17.5	18
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	11	13	13.5	14	14	15.5	17	19
จำนวนใบ(ใบ)	8	11	14	15	17	18	20	23	25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

SUN แมงลัก (C3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	10	11	11	12.5	14	16	17.5	18
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	8	8	9.5	11	12	13	18	18
จำนวนใบ(ใบ)	7	10	12	12	15	16	18	21	23

ตารางผนวกที่ ก12 กล่องที่ไม่ให้ความสว่าง

กะเพรา

NO กะเพรา (A1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	8	7.5	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	6	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	5	4	0	0	0	0	0	0

NO กะเพรา (A2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10	10.5	10	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	7	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	8	0	0	0	0	0	0

NO กะเพรา (A3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	8	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	8	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

โหระพา

NO โหระพา (B1)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	9	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6	6	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0

NO โหระพา (B2)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10.5	10	9	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	9.5	9	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	5	0	0	0	0	0	0

NO โหระพา (B3)	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	9	9	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	7	6	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	7	5	0	0	0	0	0	0

แมงลัก

NO แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9	9	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	7.5	7.5	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	4	4	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

NO แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	8.5	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	8	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	0	0	0	0	0	0

NO แมงลัก	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	8	7	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	7	7	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	8	0	0	0	0	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ค่า STANDARD ERROR

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่า STANDARD ERROR

ตารางผนวกที่ ข1 LED

LED กะเพรา 12 ชม.

LED กะเพรา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)1	8.5	9	11	11.5	11.5	11	9	0	0
ความสูง(ซม)2	8	9	9	11	12	11	9	9	9
ความสูง(ซม)3	8.5	9	11	11.5	11	9	0	0	0
MEAN	8.33	9.00	10.33	11.33	11.50	10.33	6.00	3.00	3.00
SE	0.17	0.00	0.67	0.17	0.29	0.67	3.00	3.00	3.00

LED กะเพรา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)1	7	7	7	6	6	7	9	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)2	8	8	7.5	6	6	7	8	9	9.5
ทรงพุ่ม(ซม)3	7	7	6	6	6.5	8.5	0	0	0
MEAN	7.33	7.33	6.83	6.00	6.17	7.50	5.67	3.00	3.17
SE	0.33	0.33	0.44	0.00	0.17	0.50	2.85	3.00	3.17

LED กะเพรา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)1	4	6	6	8	8	10	8	0	0
จำนวนใบ(ใบ)2	8	8	8	8	10	10	7	7	6
จำนวนใบ(ใบ)3	6	7	8	8	5	4	0	0	0
MEAN	6.00	7.00	7.33	8.00	7.67	8.00	5.00	2.33	2.00
SE	1.15	0.58	0.67	0.00	1.45	2.00	2.52	2.33	2.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

LED โหระพา 12 ชม.

LED โหระพา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)1	9	10	11.5	13	13.5	14	14	0	0
ความสูง(ซม)2	9.5	10	11	11.5	13	14	14	13	13
ความสูง(ซม)3	7.5	8	9	10.5	10	10	8	0	0
MEAN	8.67	9.33	10.50	11.67	12.17	12.67	12.00	4.33	4.33
SE	0.60	0.67	0.76	0.73	1.09	1.33	2.00	4.33	4.33

LED โหระพา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)1	8	8	8.5	7.5	7.5	8	9	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)2	10	10.5	10	9.5	8	8	8.5	10	11
ทรงพุ่ม(ซม)3	10	10	9.5	8	8.5	9	10	0	0
MEAN	9.33	9.50	9.33	8.33	8.00	8.33	9.17	3.33	3.67
SE	0.67	0.76	0.44	0.60	0.29	0.33	0.44	3.33	3.67

LED โหระพา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)1	5	5	7	7	6	6	6	0	0
จำนวนใบ(ใบ)2	6	6	10	10	10	8	8	8	6
จำนวนใบ(ใบ)3	6	7	8	8	10	10	7	0	0
MEAN	5.67	6.00	8.33	8.33	8.67	8.00	7.00	2.67	2.00
SE	0.33	0.58	0.88	0.88	1.33	1.15	0.58	2.67	2.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

LED แมงลัก 12 ชม.

LED แมงลัก 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)1	8	9	9.5	11	11	10	9.5	0	0
ความสูง(ซม)2	9	11	12	12.5	13	14	12	11	11
ความสูง(ซม)3	9.5	11	13	13.5	14.5	14.5	13.5	11	0
MEAN	8.83	10.33	11.50	12.33	12.83	12.83	11.67	7.33	3.67
SE	0.44	0.67	1.04	0.73	1.01	1.42	1.17	3.67	3.67

LED แมงลัก 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)1	8	8	7.5	7	7	8	8.5	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)2	8.5	7	7	6.5	6.5	7	8	9	9
ทรงพุ่ม(ซม)3	9.5	9	8	8	8.5	8.5	8	9	0
MEAN	8.67	8.00	7.50	7.17	7.33	7.83	8.17	6.00	3.00
SE	0.44	0.58	0.29	0.44	0.60	0.44	0.17	3.00	3.00

LED แมงลัก 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)1	4	6	6	8	7	7	5	0	0
จำนวนใบ(ใบ)2	6	7	7	9	9	8	8	8	9
จำนวนใบ(ใบ)3	7	8	9	9	8	7	7	7	0
MEAN	5.67	7.00	7.33	8.67	8.00	7.33	6.67	5.00	3.00
SE	0.88	0.58	0.88	0.33	0.58	0.33	0.88	2.52	3.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

LED กะเพรา 8 ชม.

LED กะเพรา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	6.5	7	7.5	7	5	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9.5	10.5	12	11	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8	10	9.5	8.5	7.5	0	0	0	0
MEAN	8.00	9.17	9.67	8.83	4.17	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.87	1.09	1.30	1.17	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00

LED กะเพรา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	6.5	8	9.5	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	10	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8	6	7	8.5	9	0	0	0	0
MEAN	8.00	7.00	7.17	8.83	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.58	0.44	0.60	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00

LED กะเพรา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	5	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	10	8	5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6.67	6.67	6	4.67	2.67	0	0	0	0
MEAN	6.89	7.56	6.67	4.89	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.59	1.24	0.67	0.11	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

LED โหรพา 8 ชม.

LED โหรพา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	11	13	14	13	10	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	10	13	13	10	10	8	0	0	0
ความสูง(ซม)	8.5	9	10.5	10	8	0	0	0	0
MEAN	9.83	11.67	12.50	11.00	9.33	2.67	0.00	0.00	0.00
SE	0.73	1.33	1.04	1.00	0.67	2.67	0.00	0.00	0.00

LED โหรพา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	7.5	9	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	9	9	10	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7.33	7	8	9	3.33	0	0	0
MEAN	7.83	7.11	7.00	8.17	9.00	4.44	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.11	0.00	0.44	0.00	2.94	0.00	0.00	0.00

LED โหรพา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	9	9	7	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	10	10	8	6	5	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	9	10	8	6	0	0	0	0
MEAN	8.67	9.00	9.67	8.33	6.33	1.67	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.58	0.33	0.33	0.33	1.67	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

LED แมงลัก 8 ชม.

LED แมงลัก 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	9.5	10	11	11.5	13.5	14	0	0	0
ความสูง(ซม)	8.5	9	10.5	11.5	13	14.5	15	0	0
ความสูง(ซม)	10	11.5	13	15	15	13	0	0	0
MEAN	9.33	10.17	11.50	12.67	13.83	13.83	5.00	0.00	0.00
SE	0.44	0.73	0.76	1.17	0.60	0.44	5.00	0.00	0.00

LED แมงลัก 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	9	8.5	8	7.5	7	8	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	9	10.5	11.5	12	12	11.5	10	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8.83	8.83	8.83	8.83	8.5	8.67	3.33	0	0
MEAN	8.94	9.28	9.44	9.44	9.17	9.39	4.44	0.00	0.00
SE	0.06	0.62	1.06	1.33	1.48	1.07	2.94	0.00	0.00

LED แมงลัก 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	5	6	8	8	7	7	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	9	9	9	7	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	8	8	8	6	0	0	0
MEAN	6.67	7.00	8.00	8.33	8.00	7.33	2.33	0.00	0.00
SE	0.88	0.58	0.00	0.33	0.58	0.88	2.33	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

LED แมงลัก 4 ชม.

LED แมงลัก 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	10	11	11.5	13	12	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	10	13	14	14	11	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9	9	11	8.5	0	0	0	0	0
MEAN	9.67	11.00	12.17	11.83	7.67	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	1.15	0.93	1.69	3.84	0.00	0.00	0.00	0.00

LED แมงลัก 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8	8	7	7	7.5	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	9	7.5	7.5	9	9	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	9.5	8	7.5	6.5	0	0	0	0	0
MEAN	8.83	7.83	7.33	7.50	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.44	0.17	0.17	0.76	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00

LED แมงลัก 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	9	9	10	7	5	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	5	3	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	4	4	0	0	0	0	0
MEAN	7.33	6.67	6.33	5.33	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.88	1.20	1.86	0.88	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 FLU

FLU กะเพรา 12 ชม.

FLU กะเพรา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	8	9	9	7	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	7.5	8	6	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	6.5	6.5	6	6	0	0	0	0	0
MEAN	7.33	7.83	7.00	4.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.44	0.73	1.00	2.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU กะเพรา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	7	6	6	7.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7	7	7	8	0	0	0	0	0
MEAN	7.17	6.67	7.00	5.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.33	0.58	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU กะเพรา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	5	5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	7	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	0	0	0	0	0
MEAN	6.67	6.67	6.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.67	0.67	0.58	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU โหระพา 12 ชม.

FLU โหระพา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	9	11	10.5	8	8	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8.5	10	10.5	9	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9.5	10	10	8	0	0	0	0	0
MEAN	9.00	10.33	10.33	8.33	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.33	0.17	0.33	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU โหระพา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	9	9	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	8.5	0	0	0	0	0
MEAN	8.00	7.33	7.33	8.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.33	0.33	0.29	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU โหระพา 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	4	4	4	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	7	7	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	6	6	4	0	0	0	0	0
MEAN	7.00	6.33	5.67	5.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.58	0.33	0.88	1.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU แมงลัก 12 ชม.

FLU แมงลัก 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	9	11	11.5	11.5	9	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8	9	9	9	8	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8.5	9	11	9	0	0	0	0	0
MEAN	8.50	9.67	10.50	9.83	5.67	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.67	0.76	0.83	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU แมงลัก 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	7	7.5	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	6.5	7.5	8	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
MEAN	7.67	7.00	6.83	7.50	5.17	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.00	0.17	0.29	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU แมงลัก 12 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	8	8	5	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	8	6	6	5	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	4	0	0	0	0	0
MEAN	6.00	6.67	6.67	6.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.00	0.67	0.67	1.15	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU กะเพรา 8 ชม.

FLU กะเพรา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	8	9	7	7	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9	10	8	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8.5	9	7.5	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.50	9.33	7.50	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.33	0.29	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU กะเพรา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	9	10	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	10	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	10	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.33	7.67	9.67	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.33	0.33	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU กะเพรา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	5	4	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	4	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0
MEAN	7.67	6.67	4.67	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.88	0.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU โหรพา 8 ชม.

FLU โหรพา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9.5	10.5	10	10	0	0	0	0	0
MEAN	9.83	10.17	10.00	8.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.17	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU โหรพา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	9	8.5	8.5	9.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7	7	7	7	0	0	0	0	0
MEAN	7.83	7.50	7.50	8.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.60	0.50	0.50	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU โหรพา 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	6	6	6	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	4	0	0	0	0	0
MEAN	6.67	5.67	5.67	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.33	0.33	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU แมงลัก 8 ชม.

FLU แมงลัก 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	8	9	9	9	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9	10	10.5	10	10	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9	9.5	9	7.5	0	0	0	0	0
MEAN	8.67	9.50	9.50	8.83	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.29	0.50	0.73	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU แมงลัก 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	9	8	8	8.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	8	9	9	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	8	8	0	0	0	0	0
MEAN	8.33	7.67	8.00	8.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.44	0.33	0.00	0.29	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU แมงลัก 8 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	4	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	10	10	8	7	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	7	5	0	0	0	0	0
MEAN	6.67	7.33	7.00	5.67	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.88	1.45	1.73	1.20	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU กะเพรา 4 ชม.

FLU กะเพรา 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	7.5	8.5	5	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8.5	8.5	8	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8	8.5	6.5	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.00	8.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU กะเพรา 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8	8	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	9	8	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8.5	8	9	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.50	8.00	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU กะเพรา 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	5	2	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	6	6	0	0	0	0	0	0
MEAN	7.67	5.33	4.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.33	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU โหรพา 4 ชม.

FLU โหรพา 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	8.5	9.5	9.5	8	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	9.5	10.5	9	8	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	11	11	10	0	0	0	0	0	0
MEAN	9.67	10.33	9.50	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.73	0.44	0.29	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU โหรพา 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	8.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7.5	8	9	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	9.5	9.5	9.5	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.50	8.00	8.17	5.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.50	0.76	0.73	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU โหรพา 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	7	7	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	5	3	2	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	5	5	0	0	0	0	0	0
MEAN	7.00	5.67	5.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.58	0.67	1.15	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

FLU แมงลัก 4 ชม.

FLU แมงลัก 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม)	9.5	9.5	10	8	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	7.5	8	8	7	7	0	0	0	0
ความสูง(ซม)	8	8	7	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.33	8.50	8.33	5.00	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.60	0.50	0.88	2.52	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU แมงลัก 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	8.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	8	7	7	8.5	8.5	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม)	7.5	7	8	0	0	0	0	0	0
MEAN	7.83	7.00	7.33	5.67	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.00	0.33	2.83	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00

FLU แมงลัก 4 ชม.	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	5	4	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	4	2	2	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	5	0	0	0	0	0	0
MEAN	7.33	6.67	4.67	2.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.88	0.33	1.15	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 LU

LU1 กะเพรา

LU1 กะเพรา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	11	12.5	13	13.5	12	11	10	0
ความสูง(ซม.)	8	8	8.5	9	10	10	9	9	0
ความสูง(ซม.)	7.5	8	9	11	12	12.5	10	9	0
MEAN	8.83	9.00	10.00	11.00	11.83	11.50	10.00	9.33	0.00
SE	1.09	1.00	1.26	1.15	1.01	0.76	0.58	0.33	0.00

LU1 กะเพรา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	7.5	7	7	8	10	11	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	8	7.5	7.5	7	8	9	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	6.5	6	6	5.5	4.5	5	7	7	0
MEAN	7.67	7.33	7.17	6.67	6.33	6.67	8.33	9.00	0.00
SE	0.60	0.67	0.60	0.60	0.93	0.88	0.88	1.15	0.00

LU1 กะเพรา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	8	9	9	10	7	7	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	8	10	11	11	9	9	8	0
จำนวนใบ(ใบ)	10	11	11	12	13	13	12	10	0
MEAN	7.67	8.67	9.67	10.67	11.00	10.67	9.33	8.33	0.00
SE	1.20	1.20	0.88	0.88	1.15	1.20	1.45	0.88	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU1 โหระพา

LU1 โหระพา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	11	12	13	13.5	10.5	9	9	0
ความสูง(ซม.)	9.5	10	11.5	12	12	12.5	12	10	0
ความสูง(ซม.)	9	11	13	14	14.5	12	12	11	0
MEAN	9.17	10.67	12.17	13.00	13.33	11.67	11.00	10.00	0.00
SE	0.17	0.33	0.44	0.58	0.73	0.60	1.00	0.58	0.00

LU1 โหระพา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6.5	6	6	5.5	7	8	9	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	6	6	6	6	6.5	7	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6.5	6	6	5	7	8	8	0
MEAN	7.17	6.67	6.00	6.00	5.50	6.67	7.50	8.00	0.00
SE	0.17	0.17	0.00	0.00	0.29	0.33	0.50	0.58	0.00

LU1 โหระพา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	9	9	9	7	7	7	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	6	8	8	8	7	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	9	9	9	6	6	0
MEAN	6.67	7.00	7.67	8.00	8.67	8.00	7.00	6.67	0.00
SE	0.67	0.58	0.88	1.00	0.33	0.58	0.58	0.33	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU1 แมงลัก

LU1 แมงลัก 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	9	9.5	10	10	10.5	9	8	0
ความสูง(ซม.)	10.5	10.5	11	12	12.5	14	11	10	0
ความสูง(ซม.)	10	12	13	13.5	15	16	14	11	0
MEAN	9.67	10.50	11.17	11.83	12.50	13.50	11.33	9.67	0.00
SE	0.60	0.87	1.01	1.01	1.44	1.61	1.45	0.88	0.00

LU1 แมงลัก 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	6.5	6.5	6	6	7	8.5	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	7	6	6	5	8	8.5	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	7	7	5	5.5	7	8.5	0
MEAN	7.33	7.33	6.83	6.50	5.67	5.50	7.33	8.50	0.00
SE	0.33	0.33	0.17	0.29	0.33	0.29	0.33	0.00	0.00

LU1 แมงลัก 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	8	9	10	12	11	11	9	8	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	8	8	9	8	7	7	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	9	10	11	11	11	9	8	0
MEAN	8.00	8.33	9.33	10.33	10.33	10.00	8.33	7.67	0.00
SE	0.58	0.67	0.67	1.20	0.67	1.00	0.67	0.33	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU2 กะเพรา

LU2 กะเพรา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	8.5	10	11	9	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	11.5	12	13	13	10	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	11.5	12	12	13	11	0	0	0	0
MEAN	10.33	10.83	11.67	12.33	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	1.17	1.17	0.88	0.67	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00

LU2 กะเพรา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6	6.5	6	7	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	9	8	8	11	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	7	6.5	8	0	0	0	0
MEAN	8.00	7.33	7.17	6.83	8.67	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.76	0.88	0.44	0.60	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00

LU2 กะเพรา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	10	10	12	11	9	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	9	7	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	10	10	8	7	0	0	0	0
MEAN	9.00	9.33	10.00	9.33	7.67	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.58	0.67	1.15	0.88	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU2 โหระพา

LU2 โหระพา 1	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
ความสูง(ซม.)	9	9	10	9.5	9.5	8	0	0	0
ความสูง(ซม.)	11	12	14	13	12	12	0	0	0
ความสูง(ซม.)	8.5	8	8.5	9.5	9	8	0	0	0
MEAN	9.50	9.67	10.83	10.67	10.17	9.33	0.00	0.00	0.00
SE	0.76	1.20	1.64	1.17	0.93	1.33	0.00	0.00	0.00

LU2 โหระพา 2	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
ทรงพุ่ม(ซม.)	10	9.5	8.5	8	8	7	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	7	7.5	9	9	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	6.5	6	6	5	0	0	0
MEAN	8.50	8.17	7.33	7.17	7.67	7.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.87	0.73	0.60	0.60	0.88	1.15	0.00	0.00	0.00

LU2 โหระพา 3	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
จำนวนใบ(ใบ)	8	9	9	10	8	7	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	8	9	9	7	7	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	8	9	9	7	6	0	0	0
MEAN	7.00	8.33	9.00	9.33	7.33	6.67	0.00	0.00	0.00
SE	0.58	0.33	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU2 แมงลัก

LU2 แมงลัก 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	11	11.5	13	13	11.5	11	8	0	0
ความสูง(ซม.)	13	13	13.5	15	14	12	10	0	0
ความสูง(ซม.)	9.5	13	13	12	11.5	10	7	0	0
MEAN	11.17	12.50	13.17	13.33	12.33	11.00	8.33	0.00	0.00
SE	1.01	0.50	0.17	0.88	0.83	0.58	0.88	0.00	0.00

LU2 แมงลัก 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	6	6.5	8	8.5	9	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	8	8	6	7.5	9	9	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	5	5	6	6.5	7	8	0	0
MEAN	9.00	7.00	6.33	6.17	7.33	8.17	8.67	0.00	0.00
SE	0.29	1.00	0.88	0.17	0.44	0.60	0.33	0.00	0.00

LU2 แมงลัก 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	7	8	8	8	7	5	5	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	10	10	9	7	6	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	11	11	12	12	12	10	10	0	0
MEAN	8.67	9.00	10.00	10.00	9.33	7.33	7.00	0.00	0.00
SE	1.20	1.00	1.15	1.15	1.45	1.45	1.53	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU3 กะเพรา

LU3 กะเพรา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	9	7	7	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9	10	8	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	8.5	9	7.5	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.50	9.33	7.50	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.29	0.33	0.29	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU3 กะเพรา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	9	10	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	10	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	7	10	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.33	7.67	9.67	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.33	0.33	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU3 กะเพรา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	5	4	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	4	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0
MEAN	7.67	6.67	4.67	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.88	0.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU3 โหระพา

LU3 โหระพา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	10	10	10	8	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9.5	10.5	10	10	0	0	0	0	0
MEAN	9.83	10.17	10.00	8.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.17	0.17	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU3 โหระพา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8.5	8.5	9.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	7	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	7	7	0	0	0	0	0
MEAN	7.83	7.50	7.50	8.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.60	0.50	0.50	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU3 โหระพา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	6	5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	6	6	6	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	4	0	0	0	0	0
MEAN	6.67	5.67	5.67	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.33	0.33	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU3 แมงลัก

LU3 แมงลัก 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	9	9	9	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9	9.5	9	7.5	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9	10	10.5	10	10	0	0	0	0
MEAN	8.67	9.50	9.50	8.83	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.29	0.50	0.73	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00

LU3 แมงลัก 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	8.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	7	8	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	8	9	9	0	0	0	0
MEAN	8.33	7.67	8.00	8.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.44	0.33	0.00	0.29	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU3 แมงลัก 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	4	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	7	5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	10	10	8	7	0	0	0	0
MEAN	6.67	7.33	7.00	5.67	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.88	1.45	1.73	1.20	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU4 กะเพรา

LU4 กะเพรา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	8.5	6	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	8	8.5	6	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	12	12	12	0	0	0	0	0	0
MEAN	9.67	9.67	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	1.20	1.17	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU4 กะเพรา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	9	9	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	10.5	10	9.5	0	0	0	0	0	0
MEAN	9.33	9.00	8.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.60	0.58	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU4 กะเพรา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	6	6	4	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	4	0	0	0	0	0	0
MEAN	6.67	6.33	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	1.20	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU4 โหระพา

LU4 โหระพา 1	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
ความสูง(ซม.)	11	10.5	10	10	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9	9.5	8	6.5	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	11.5	12	11	8	0	0	0	0	0
MEAN	10.50	10.67	9.67	8.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.76	0.73	0.88	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU4 โหระพา 2	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	7.5	7.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	7.5	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	9	10	0	0	0	0	0
MEAN	8.67	8.00	8.17	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.00	0.44	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU4 โหระพา 3	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
จำนวนใบ(ใบ)	6	5	5	3	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	7	5	5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	2	2	0	0	0	0	0
MEAN	6.67	5.67	4.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.67	1.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

LU4 แมงลัก

LU4 แมงลัก 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9.5	7	6.5	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	11	11.5	11	10	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9	9.5	10	8	0	0	0	0	0
MEAN	9.67	10.17	9.33	8.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.67	0.67	1.20	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU4 แมงลัก 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	9	8	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	8	8	9	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	10	8	9	9.5	0	0	0	0	0
MEAN	9.33	8.00	8.67	8.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.00	0.33	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LU4 แมงลัก 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	7	5	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	5	5	4	2	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	7	5	0	0	0	0	0
MEAN	7.00	6.33	6.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	1.00	0.67	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข4 SUN

SUN กะเพรา

SUN กะเพรา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	10	11	11	11.5	11	12	11.5	13
ความสูง(ซม.)	8	9	9	10.5	11	12	12	13.5	13.5
ความสูง(ซม.)	7.5	8.5	9	10.5	12	13	13	13.5	15
MEAN	8.17	9.17	9.67	10.67	11.50	12.00	12.33	12.83	13.83
SE	0.44	0.44	0.67	0.17	0.29	0.58	0.33	0.67	0.60

SUN กะเพรา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	8	10	10	12	12.5	14	16	17
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	9	12	14	15.5	17	17	18.5	19
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	9	10	11.5	12	12	14	16	18.5
MEAN	8.17	8.67	10.67	11.83	13.17	13.83	15.00	16.83	18.17
SE	0.33	0.33	0.67	1.17	1.17	1.59	1.00	0.83	0.60

SUN กะเพรา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	4	6	6	7	9	9	12	13	15
จำนวนใบ(ใบ)	7	10	11	12	14	16	18	19	22
จำนวนใบ(ใบ)	5	7	8	11	13	15	16	19	22
MEAN	5.33	7.67	8.33	10.00	12.00	13.33	15.33	17.00	19.67
SE	0.88	1.20	1.45	1.53	1.53	2.19	1.76	2.00	2.33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข4 (ต่อ)

SUN โหระพา

SUN โหระพา 1	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
ความสูง(ซม.)	11	12	13	13.5	15	16	16	16.5	16.5
ความสูง(ซม.)	8	10	11	11	12.5	14	14	15.5	17
ความสูง(ซม.)	9	10	11	11.5	11.5	13	13	13.5	15
MEAN	9.33	10.67	11.67	12.00	13.00	14.33	14.33	15.17	16.17
SE	0.88	0.67	0.67	0.76	1.04	0.88	0.88	0.88	0.60

SUN โหระพา 2	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	10	11.5	13	15	17	17	18	19
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	12	13.5	15	15	16	17.5	18	19.5
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	10	11	12	13	13	15	16	17
MEAN	8.50	10.67	12.00	13.33	14.33	15.33	16.50	17.33	18.50
SE	0.29	0.67	0.76	0.88	0.67	1.20	0.76	0.67	0.76

SUN โหระพา 3	**ค่าเริ่มต้น**	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ครั้งที่ 6**	**ครั้งที่ 7**	**ครั้งที่ 8**
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	7	8	9	12	12	13	15
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	9	11	11	15	16	19	23
จำนวนใบ(ใบ)	9	11	15	16	19	21	24	26	26
MEAN	7.00	8.33	10.33	11.67	13.00	16.00	17.33	19.33	21.33
SE	1.00	1.33	2.40	2.33	3.06	2.65	3.53	3.76	3.28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข4 (ต่อ)

SUN แมงลัก

SUN แมงลัก 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8.5	9	9	9.5	11	12	13.5	15	15.5
ความสูง(ซม.)	9.5	12	13	14	14	15.5	17	17.5	18
ความสูง(ซม.)	8.5	10	11	11	12.5	14	16	17.5	18
MEAN	8.83	10.33	11.00	11.50	12.50	13.83	15.50	16.67	17.17
SE	0.33	0.88	1.15	1.32	0.87	1.01	1.04	0.83	0.83

SUN แมงลัก2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	10.5	12	14	15.5	17	17	19	21
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	11	13	13.5	14	14	15.5	17	19
ทรงพุ่ม(ซม.)	7.5	8	8	9.5	11	12	13	18	18
MEAN	8.67	9.83	11.00	12.33	13.50	14.33	15.17	18.00	19.33
SE	0.60	0.93	1.53	1.42	1.32	1.45	1.17	0.58	0.88

SUN แมงลัก3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	7	8	9	9	9	12	15	17
จำนวนใบ(ใบ)	8	11	14	15	17	18	20	23	25
จำนวนใบ(ใบ)	7	10	12	12	15	16	18	21	23
MEAN	7.00	9.33	11.33	12.00	13.67	14.33	16.67	19.67	21.67
SE	0.58	1.20	1.76	1.73	2.40	2.73	2.40	2.40	2.40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข5 NO

NO กะเพรา

NO กะเพรา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	8	8	7.5	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	10	10.5	10	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9	9	8	0	0	0	0	0	0
MEAN	9.00	9.17	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.58	0.73	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NO กะเพรา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	7	6	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	7	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8.5	8	8	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.00	7.67	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.50	0.33	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NO กะเพรา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	5	4	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	8	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	8	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.00	7.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	1.00	1.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข5 (ต่อ)

NO โหระพา

NO โหระพา 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9.5	9	8	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	10.5	10	9	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9.5	9	9	0	0	0	0	0	0
MEAN	9.83	9.33	8.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NO โหระพา 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	7	6	6	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9.5	9.5	9	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	7	6	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.17	7.50	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.73	1.04	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NO โหระพา 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	7	5	5	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	7	5	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	7	5	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.00	6.33	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.58	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข5 (ต่อ)

NO แมงลัก

NO แมงลัก 1	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ความสูง(ซม.)	9	9	9	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	9	8.5	8	0	0	0	0	0	0
ความสูง(ซม.)	8	8	7	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.67	8.50	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.29	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NO แมงลัก 2	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	7.5	7.5	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	8	8	8	0	0	0	0	0	0
ทรงพุ่ม(ซม.)	9	7	7	0	0	0	0	0	0
MEAN	8.33	7.50	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.33	0.29	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NO แมงลัก 3	ค่าเริ่มต้น	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จำนวนใบ(ใบ)	6	4	4	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	8	8	8	0	0	0	0	0	0
จำนวนใบ(ใบ)	9	8	8	0	0	0	0	0	0
MEAN	7.67	6.67	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.88	1.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

แสดงผลการวัดค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและความเข้มแสง
ในหลอด LED และหลอด FLU

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค1 แสดงผลการวัดค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและความเข้มแสงในหลอด LED

หลอด LED	ระยะห่างปลายพุ่มกับหลอด(ซม.)	ความเข้มแสง ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที	ค่าที่1	ค่าที่2	ค่าเฉลี่ย
กะเพรา ต้นที่1	45	4	-0.31	-0.34	-0.325
	20	15	0.05	0.04	0.045
	10	40	0.62	0.62	0.62
กะเพรา ต้นที่2	45	6	-0.25	-0.24	-0.245
	20	15	0.05	0.06	0.055
	10	40	0.3	0.34	0.32
กะเพรา ต้นที่3	45	5	-0.01	-0.13	-0.07
	20	15	0.1	0.11	0.105
	10	30	0.13	0.13	0.13
โหระพา ต้นที่1	45	10	-0.36	-0.36	-0.36
	20	20	0.004	0.001	0.0025
	10	50	0.66	0.7	0.68
โหระพา ต้นที่2	45	10	0.81	0.7	0.755
	20	30	0.02	0.04	0.03
	10	60	0.85	0.65	0.75
โหระพา ต้นที่3	45	5	-0.27	-0.25	-0.26
	20	30	0.31	0.28	0.295
	10	50	0.89	0.93	0.91
แมงลัก ต้นที่1	45	10	-0.28	-0.29	-0.285
	20	20	0.05	0.59	0.32
	10	60	0.64	0.66	0.65
แมงลัก ต้นที่2	45	5	-0.37	-0.34	-0.355
	20	15	0.02	0.01	0.015
	10	25	0.4	0.41	0.405
แมงลัก ต้นที่3	45	8	-0.4	-0.34	-0.37
	20	25	0.02	0.22	0.12
	10	40	0.62	0.65	0.635

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค2 แสดงผลการวัดค่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างและความเข้มแสงในหลอด FLU

หลอด FLU	ระยะห่างปลายพุ่มกับหลอด(ซม.)	ความเข้มแสง ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที	ค่าที่1	ค่าที่2	ค่าเฉลี่ย
กะเพรา ต้นที่1	45	3	-0.54	-0.46	-0.5
	20	9	-0.24	-0.25	-
	10	46	0.24	0.22	0.23
กะเพรา ต้นที่2	45	4	-0.54	-0.55	-
	20	13	-0.32	-0.31	-
	10	50	0.37	0.4	0.385
กะเพรา ต้นที่3	45	3	-0.52	-0.48	-0.5
	20	11	-0.3	-0.38	-0.34
	10	40	0.3	0.25	0.275
โหระพา ต้นที่1	45	3	-0.51	-0.55	-0.53
	20	9	-0.44	-0.38	-0.41
	10	40	0.49	0.54	0.515
โหระพา ต้นที่2	45	3	-0.41	-0.39	-0.4
	20	10	-0.16	-0.17	-
	10	24	0.24	0.27	0.255
โหระพา ต้นที่3	45	3	-0.69	-0.68	-
	20	8	-0.62	-0.63	-
	10	30	0.15	0.18	0.165
แมงลัก ต้นที่1	45	3	-0.52	-0.45	-
	20	15	-0.23	-0.21	-0.22
	10	30	0.3	0.34	0.32
แมงลัก ต้นที่2	45	3	-0.82	-0.78	-0.8
	20	11	-0.59	-0.57	-0.58
	10	25	-0.25	-0.3	-
แมงลัก ต้นที่3	45	3	-0.68	-0.49	-
	20	13	-0.43	-0.42	-
	10	25	-0.15	-0.11	-0.13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวจูนลิฎา โยธาทิพย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	16 มิถุนายน พ.ศ.2524
สถานที่เกิด	(จังหวัด) สงขลา
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร (วิชาช่างเครื่องเรือนและตกแต่ง) คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	มัณฑนากร อิสระ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์