



เทคโนโลยีแสงเพื่อความยั่งยืนด้านเกษตร กรณีศึกษา : การผลิตใบชีโชะ

โดย รศ.ดร.ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานสัมมนาเสริมแกร่ง SMEs
ด้วยวิทยาศาสตร์และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

27 มีนาคม 2562

ณ อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

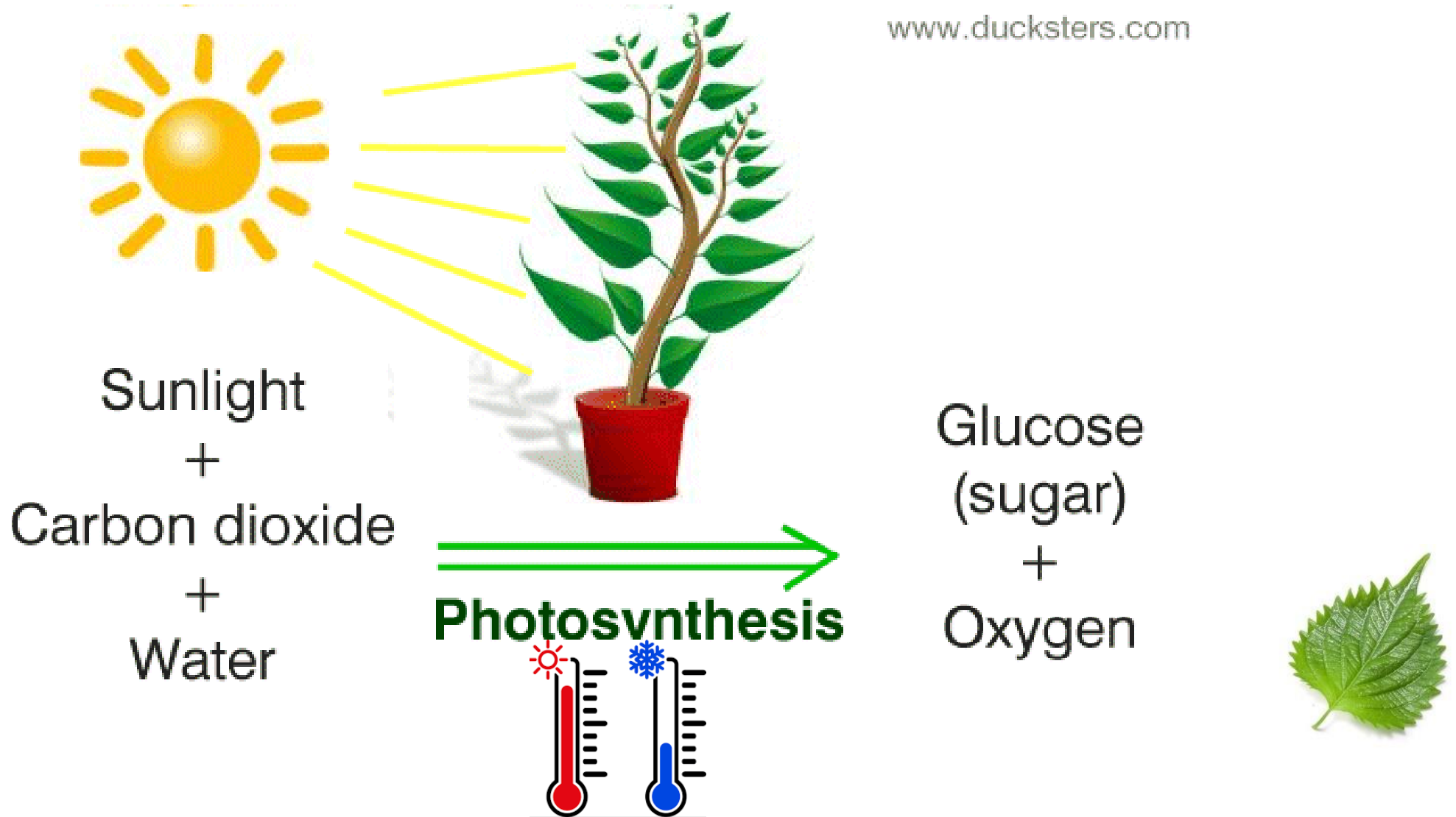


เนื้อหาบรรยาย

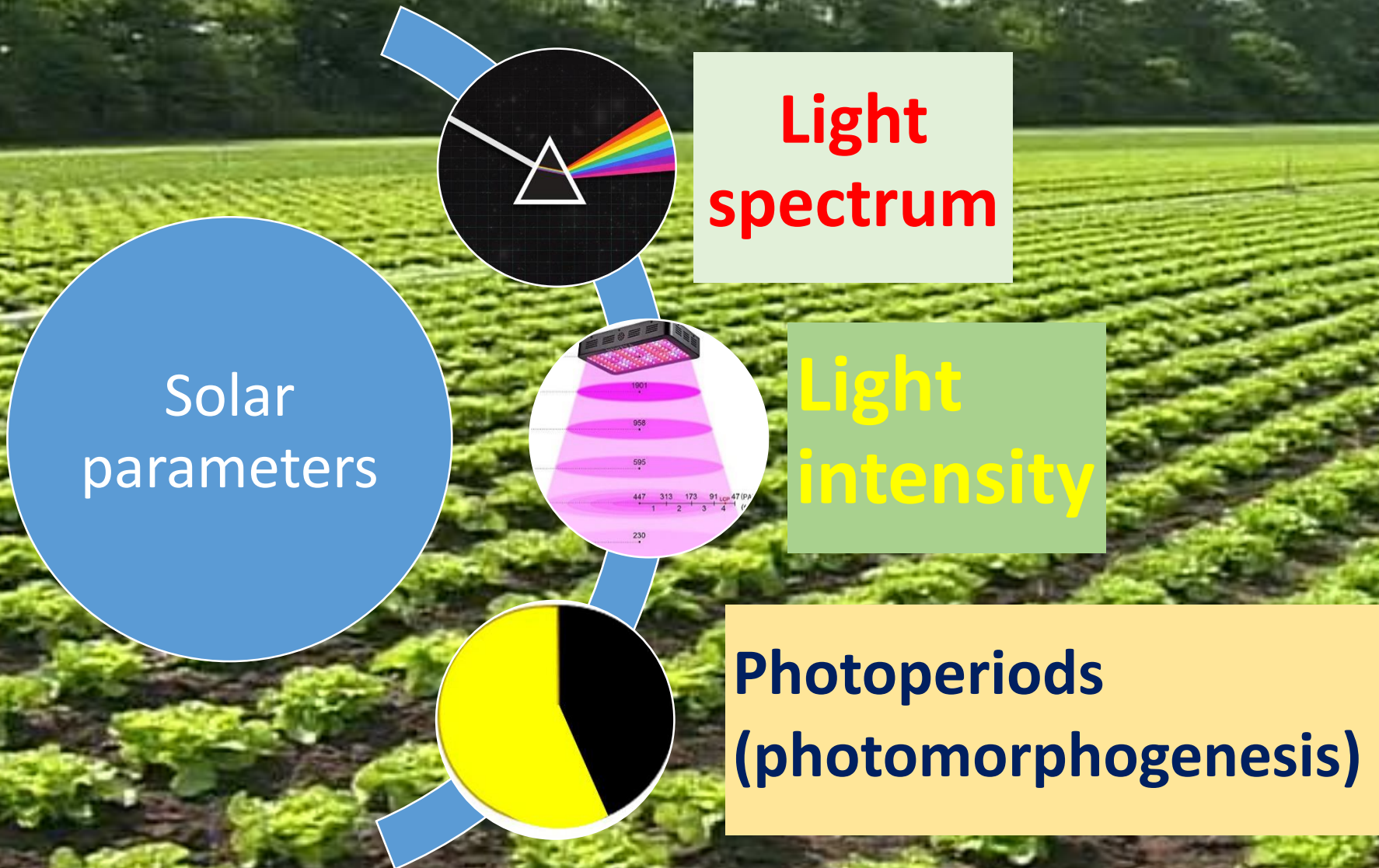
- แสงกับการเกษตร
 - ความยาวคลื่นแสง (light spectrum)
 - ความเข้มแสง (light intensity)
 - ความยาววัน (photoperiods)
- กรณีศึกษา : การใช้เทคโนโลยีแสงในการปรับปรุงการผลิตไบโชีโตะ



กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (PHOTOSYNTHESIS)

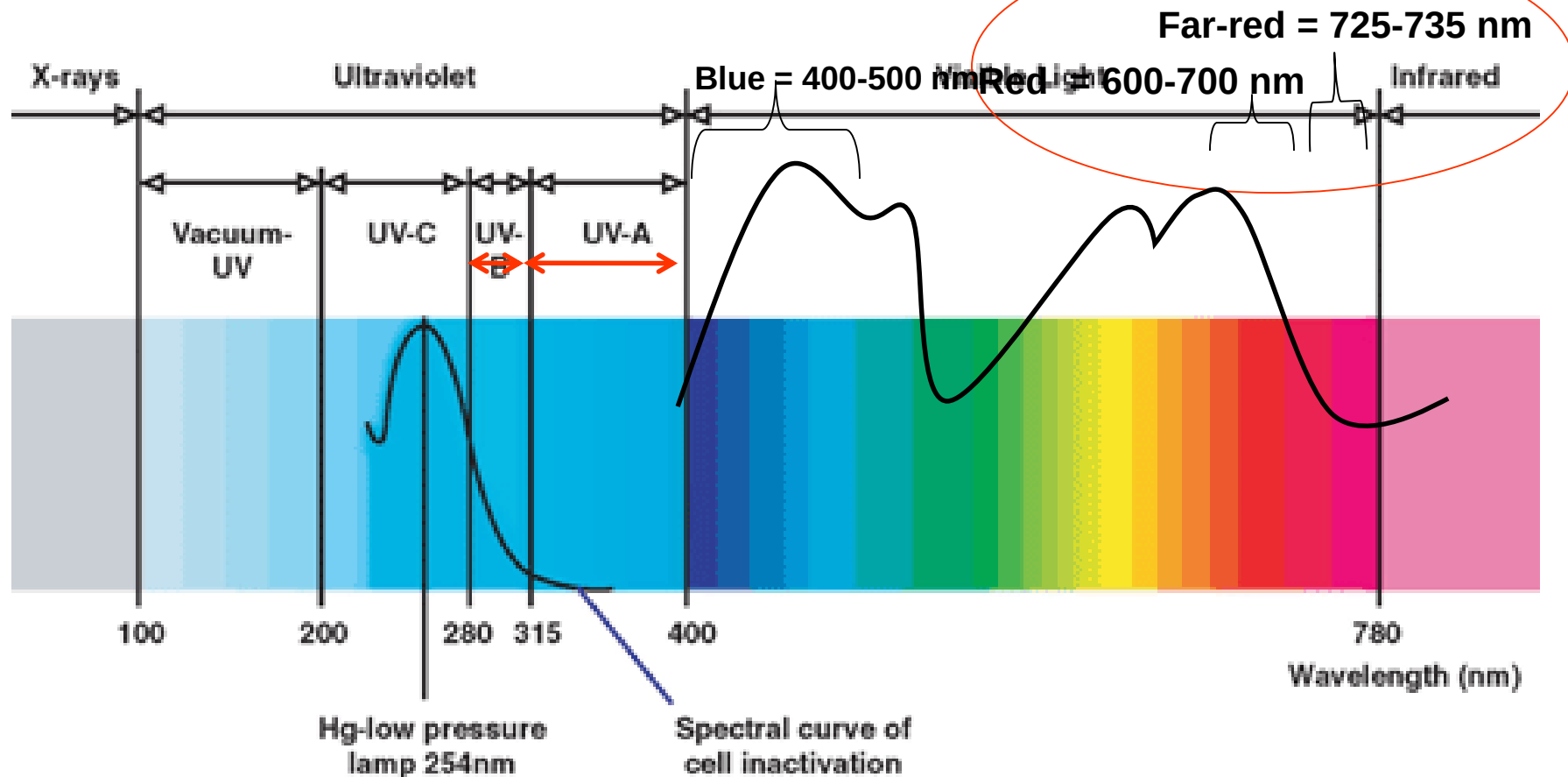


Light parameters affecting plant growth and development



Electromagnetic spectrum

The Electromagnetic Spectrum



How light spectrum affecting plant growth and development ?

- Ultraviolet (280-400 nm)

- UV-A, UV-B, UV-C

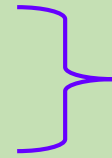
- Blue light (400-500 nm)

- Red light

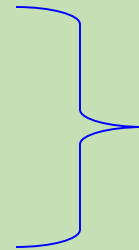
- Red (600-700 nm)

- Far-red (725-735 nm)

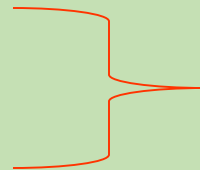
- Infrared (>735 nm)



Growth inhibition



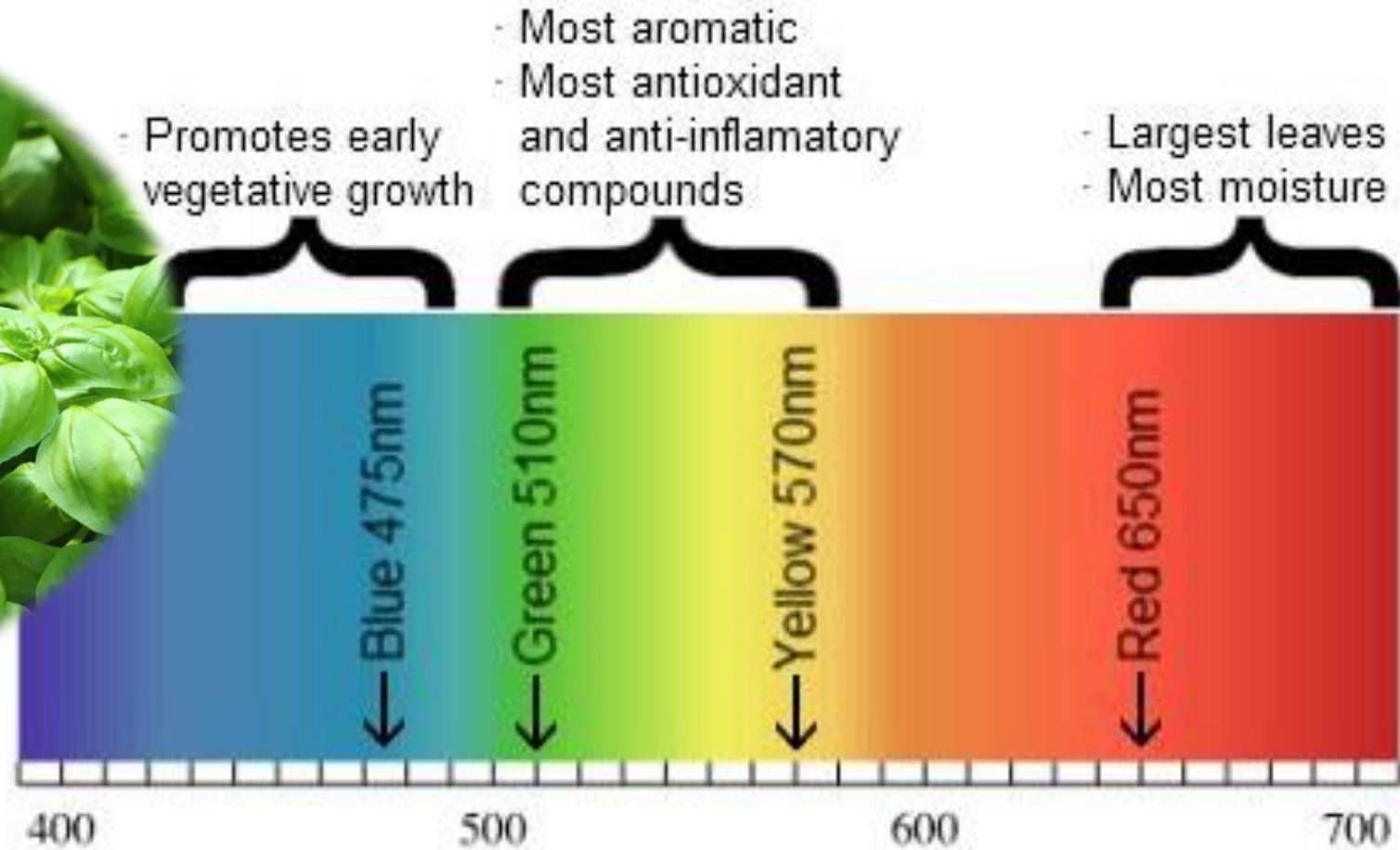
Photosynthetically Active



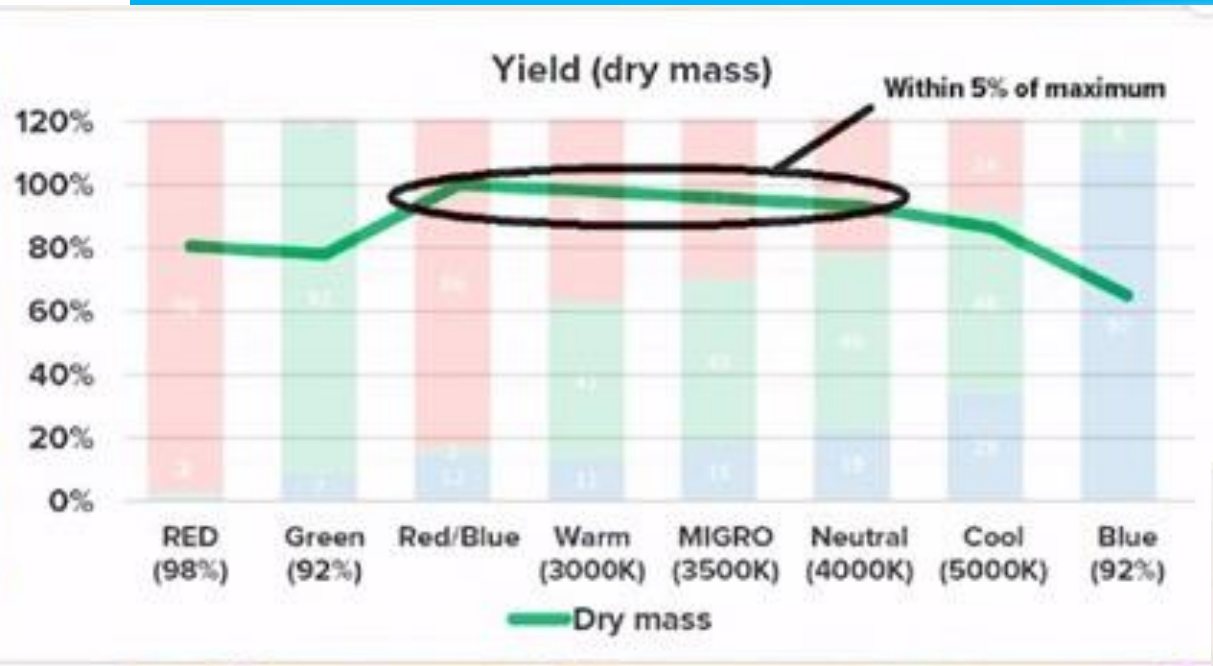
Stem elongation

Effect of light spectrum

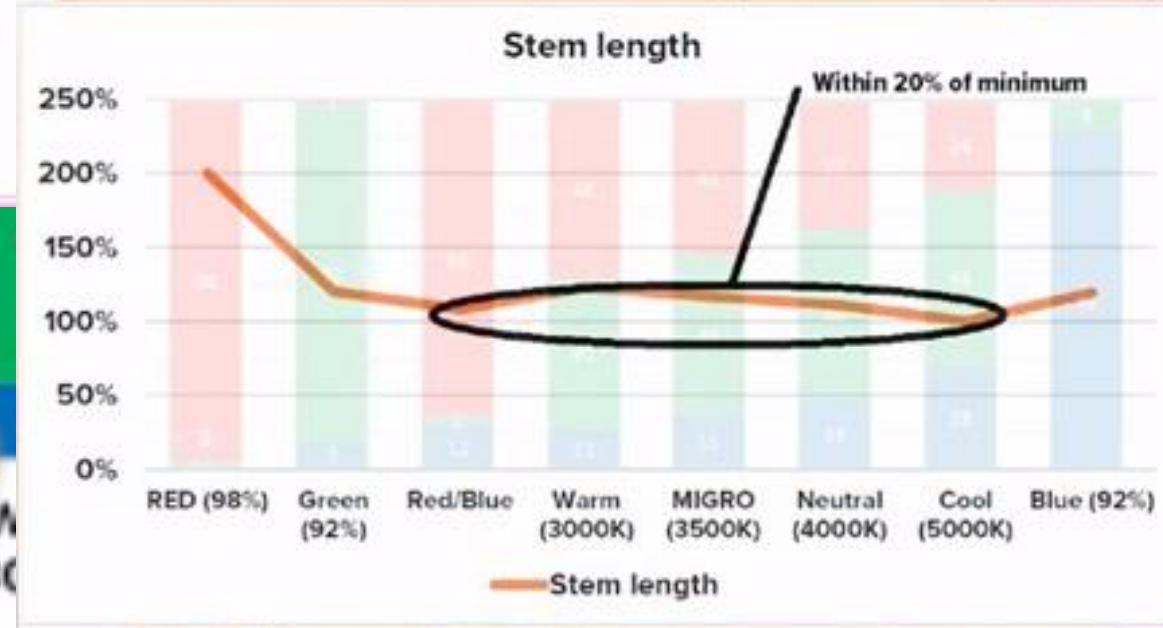
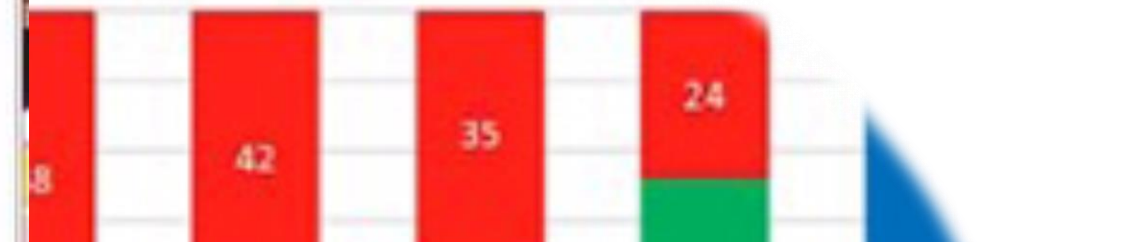
Effective Wavelengths for Growing Basil



Effects of light spectrum on lettuce growth



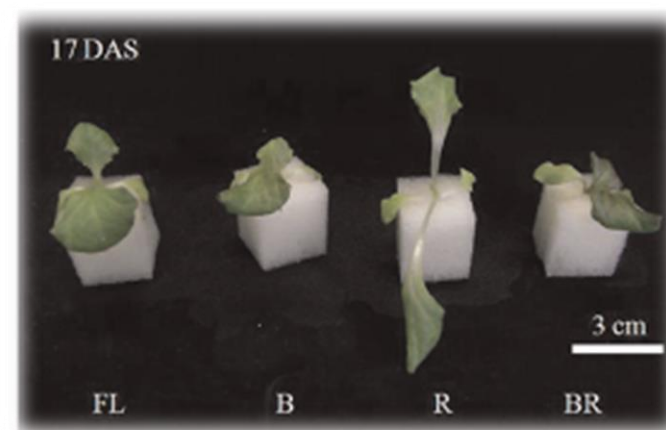
% Blue, Green &



Blue Light-emitting Diode Light Irradiation of Seedlings Improves Seedling Quality and Growth after Transplanting in Red Leaf Lettuce

Masahumi Johkan, Kazuhiro Shoji¹, Fumiyuki Goto,
Shin-nosuke Hashida, and Toshihiro Yoshihara

Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko, Chiba 270-1194, Japan



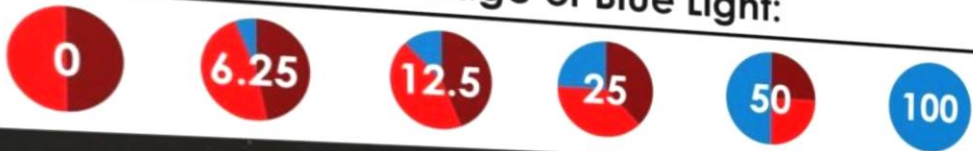
DAS ^z	Spectrum ^y	Fresh wt (mg)	Carotenoids ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ DMW)	Anthocyanin (OD530 mg^{-1} DMW)	TAS ^w ($\text{nmol}\cdot\text{mg}^{-1}$ DMW)
17	FL ^x	573 bc	263 bc	0.08 c	332 c
	Blue (470 nm)	543 c	287 ab	0.15 b	547 b
	Red (660 nm)	719 a	231 c	0.06 d	194 d
	Blue + red (470 + 660 nm)	656 ab	304 a	0.27 a	749 a

Application of light spectrum to control growth of ornamental pot plants

Salvia 'Vista Red'

Seedlings grown indoors at 68 °F for 4 weeks under LEDs for 18 hours/day at PPFD=160 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ consisting of (%):

Percentage of Blue Light:

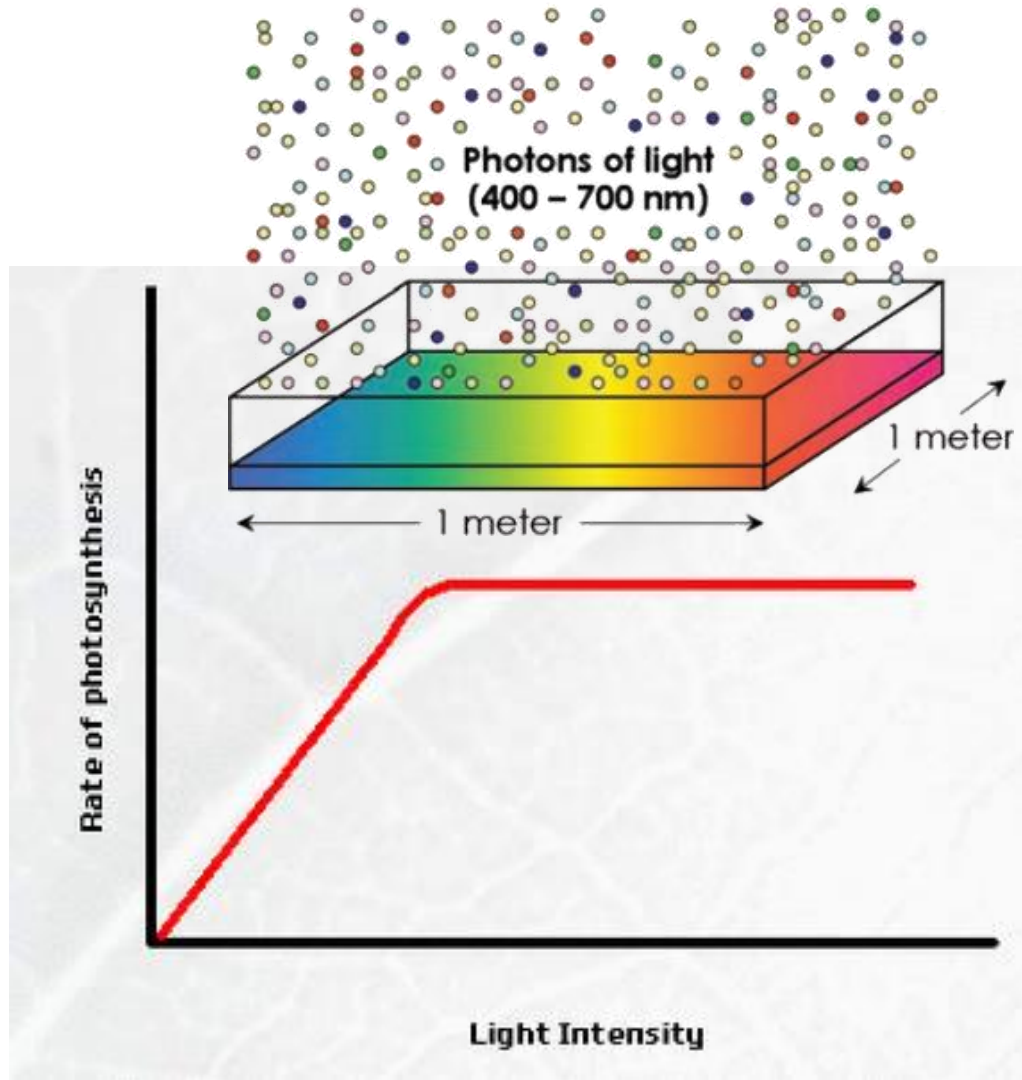


B=blue LED peak=446 nm; R=red LEDs peaks=634 and 664 nm

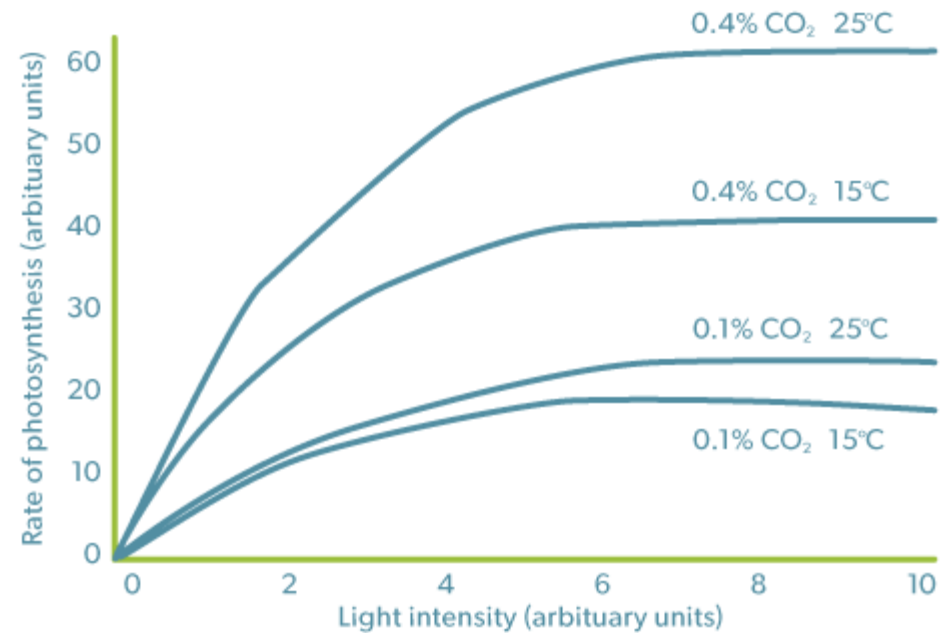


Effects of light intensity on plant growth

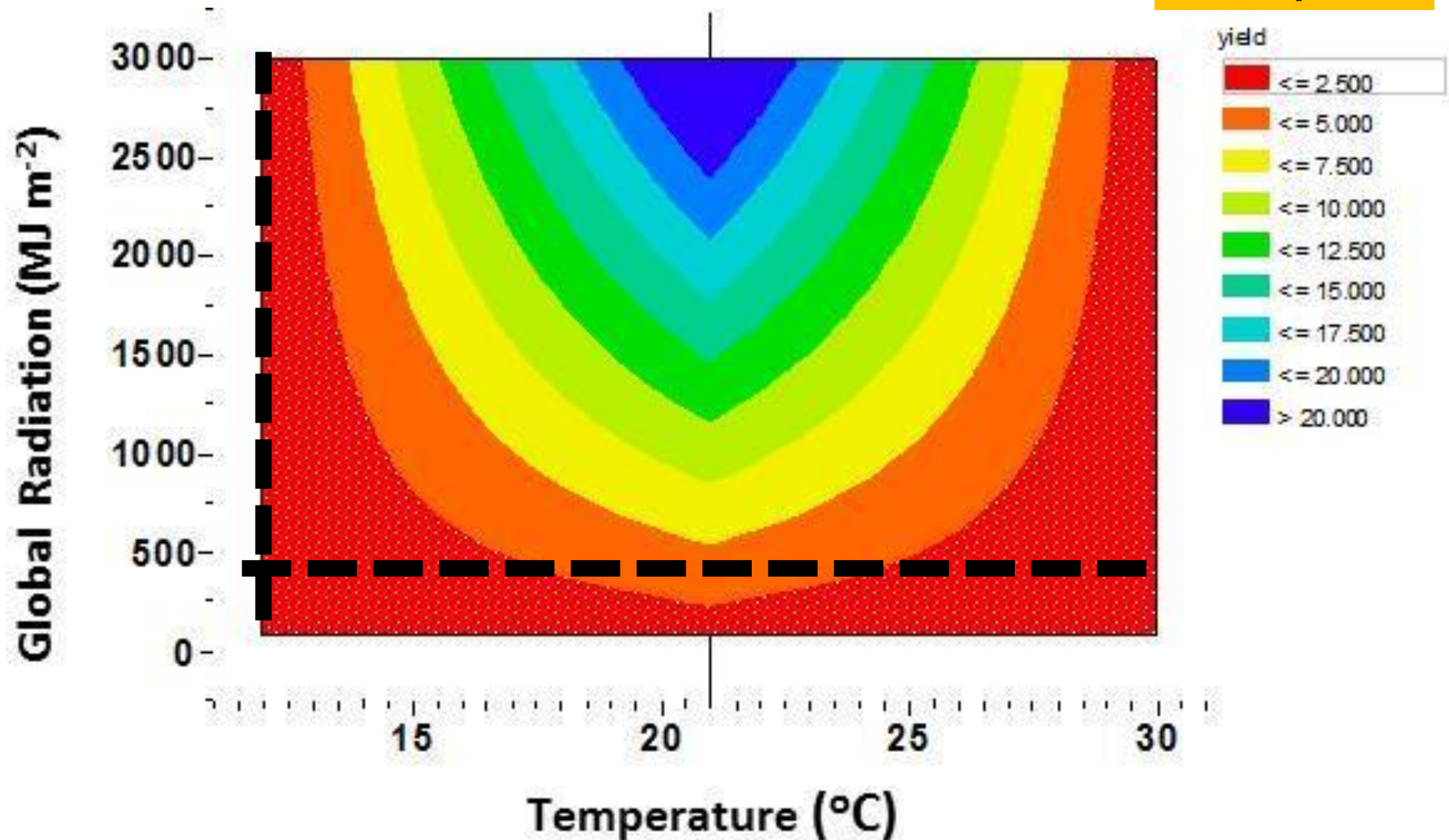
PPFD unit: $\mu\text{mole}/\text{m}^2/\text{S}$



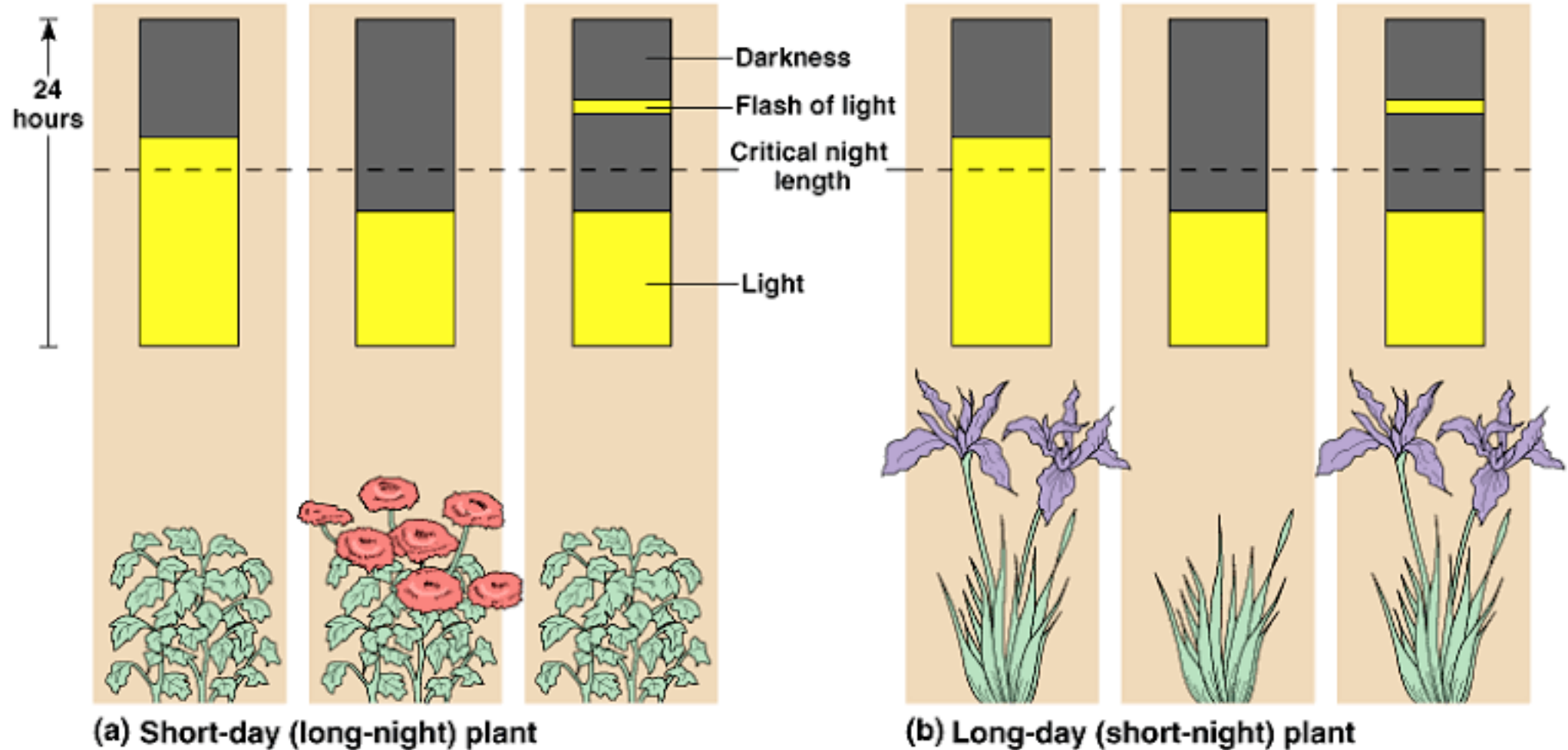
The effect of carbon dioxide concentration & temperature on the rate of photosynthesis



Radiation and temperature effect on pepper fruit yield



Plants response to photoperiods



Modification of Photoperiod in Agriculture

A) To inhibit flowering in young Chrysanthemum plant



A short-day plant

B) To promote flowering in dragon fruit



A long-day plant

INTRODUCTION



Green Perilla

(*Perilla frutescens* [L.] Britton)

- English common name : Perilla
- Japanese common name : Shiso or Oba
- Family : Lamiaceae (Mint family)
- **Short-day plant**

(Lee and Yang, 2009)



INTRODUCTION

Use of Green-Leafed Perilla in Japanese Cuisine



INTRODUCTION

สภาพการผลิตใบชີโตะ

ใน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

ส่งบริษัท Supplier



ผลผลิตและรายได้ในการผลิตใบชีโชะ

- ผลผลิต 800,000 ใบ/ไร่/เดือน หรือ 170 ใบ/ต้น/เดือน
- ราคาจำหน่าย 0.5 บาท/ใบ
- เกษตรกรปลูกชีโชะมีรายได้เดือนละ 400,000 บาท/ไร่
-

the marketable size
is 6-8 cm.



0.5-1 THB / leaf



ปัญหาในการผลิตใบชิโสะในประเทศไทย

- ต้นพืชออกดอกและหยุดสร้างใบในช่วงวันสั้นของรอบปี (ช่วงปลายปี)
- ผลผลิตลดลง เกษตรกรขาดรายได้
- ในสภาพวันสั้น ต้นชิโสะสามารถออกดอกได้ตั้งแต่ 1 เดือน หลังปลูก



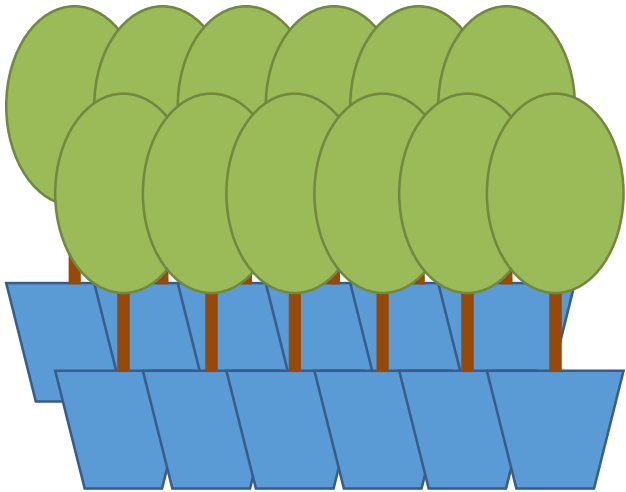
INTRODUCTION

เกษตรกรทดลองใช้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 watt
เสริมในช่วงกลางวัน แต่ต้นชិโสะยังคงออกดอกได้ในที่สุด

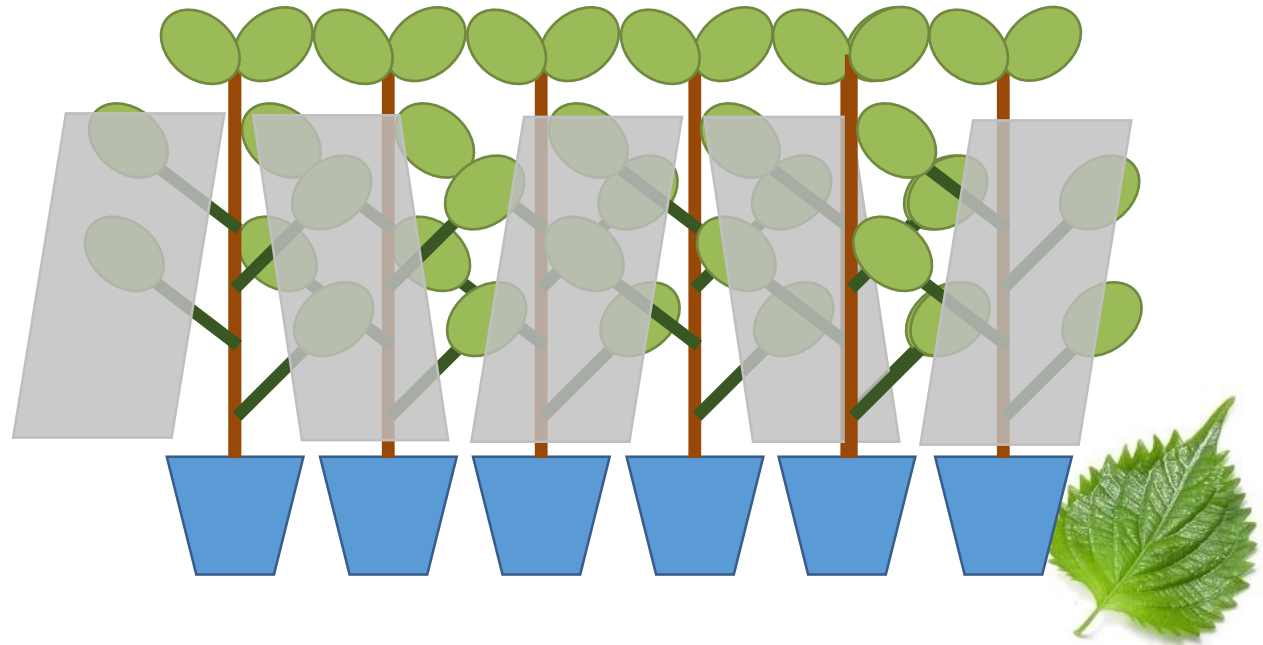


Hypothesis

A. Light intensity is too low



B. Illuminated canopy is not sufficient and uniform



LITERATURE REVIEW

- Perilla plants could flower when day-length is shorter than 12 hours while they undergo vegetative growth under day-length of 14-16 hours (Jacob, 1982).
- Wada and Takenoa (2010) found that 14% of *Perilla frutescens* var. *crispa* population flowered when plants received light intensity of $30 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ for 16 hrs. while none of them flowered under 60 and $120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$





Yield and Quality Improvement of Green-Leafed Perilla by Supplemental Light During the Night Time

Present by Mr. Watanyoo Imampai
Kasetsart University



บุคลากร



ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



รศ.ดร.ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ



นายเจริญ ชาญวิศนุรักษ์



นายทัญญู อิ่มอำไพ



ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ



นางสาวศุภนิช พรธีระภัทร



นายธวัชชัย คำศรี



นางสาวจุฑาเพชร เวชรังษี



นายพิทักษ์ พานทอง



บริษัทฟาร์มเฟรช



นายณกมล ลิ้มเจริญพร

OBJECTIVES

- ศึกษาอิทธิพลของความยาววันและความเข้มแสงต่อการออกดอกของต้นชิวะ
- ศึกษาวิธีการให้แสงไฟเสริมตอนกลางคืนเพื่อยับยั้งการออกดอกของต้นชิวะ



The location of Experiment

Experiment I

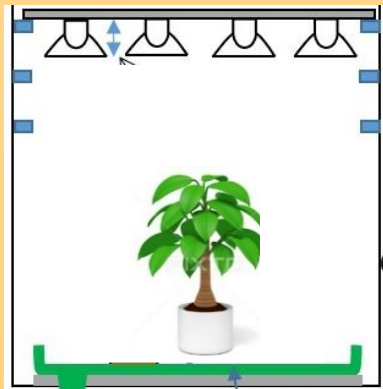


Experiment II



Material and Method

Seedling preparation

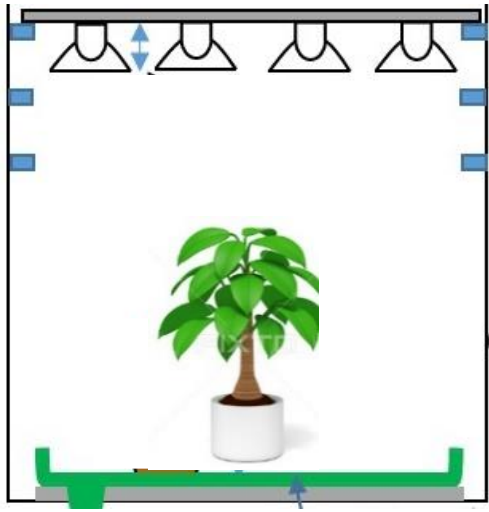


Material and Method

Experiment 1

Effect of light intensity and photoperiod on flowering behavior and quality of green-leafed perilla.

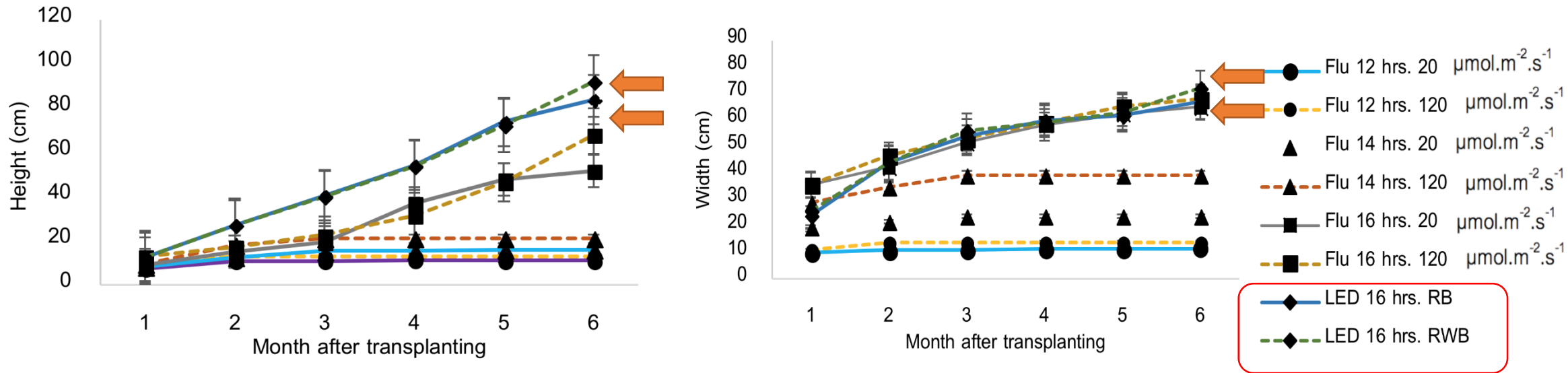
- Experimental design: Completely Randomized Design 3 replications.



12 hrs.	$20 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
	$120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
14 hrs.	$20 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
	$120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
16 hrs.	$20 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
	$120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
16 hrs.	LEDs RBW $120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
	LEDs RB $120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

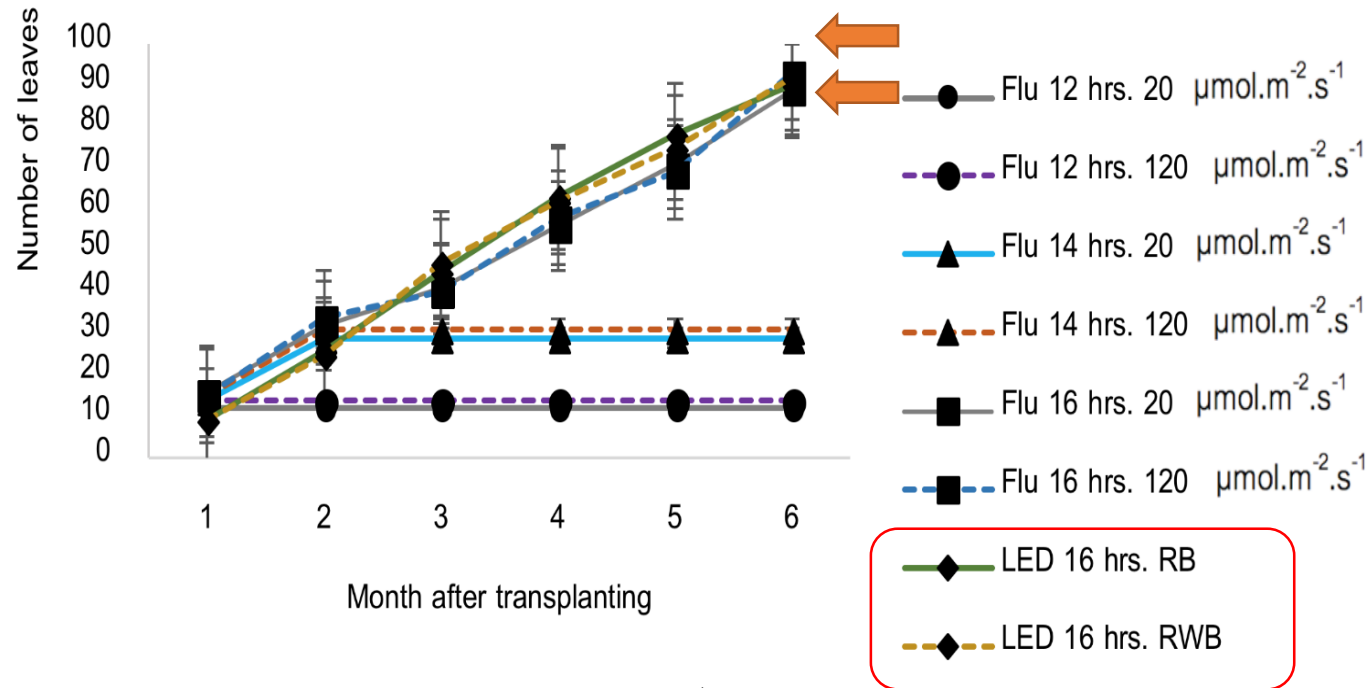
Results

Fig 1. Height of oba plants as affected by photoperiod of 12, 14 and 16 hours per day and light intensity of 20 and 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ from fluorescent light and two LEDs light (RBW and RB) at 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ for 16 hrs.



Results

Fig 3. Leaf number of oba plants as affected by photoperiod of 12, 14 and 16 hours per day and light intensity of 20 and 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ from fluorescent light and two LEDs light (RBW and RB) at 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ for 16 hrs.



Results

Table 1. Leaf greenness (SPAD Unit) of the Oba as affected by photoperiod of 12, 14 and 16 hours per day and light intensity of 20 and 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ from fluorescent light and two LEDs light (RBW and RB) at 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ for 16 hrs.

Treatments	SPAD Unit
Flu 12 hr. 20 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	33.17
Flu 12 hr. 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	34.67
Flu 14 hr. 20 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	34.80
Flu 14 hr. 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	34.77
Flu 16 hr. 20 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	36.40
Flu 16 hr. 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	37.13
LED 16 hr. RB	37.30
LED 16 hr. RBW	37.38
P-value	ns
CV (%)	5.71



Results

Fig 4. Growth of oba plants as affected by light intensity photoperiod (4 weeks)

$20 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

12 hrs.



$20 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

14 hrs.



$20 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

16 hrs.



LEDs RBW

16 hrs.



$120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

12 hrs.



$120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

14 hrs.



$120 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

16 hrs.



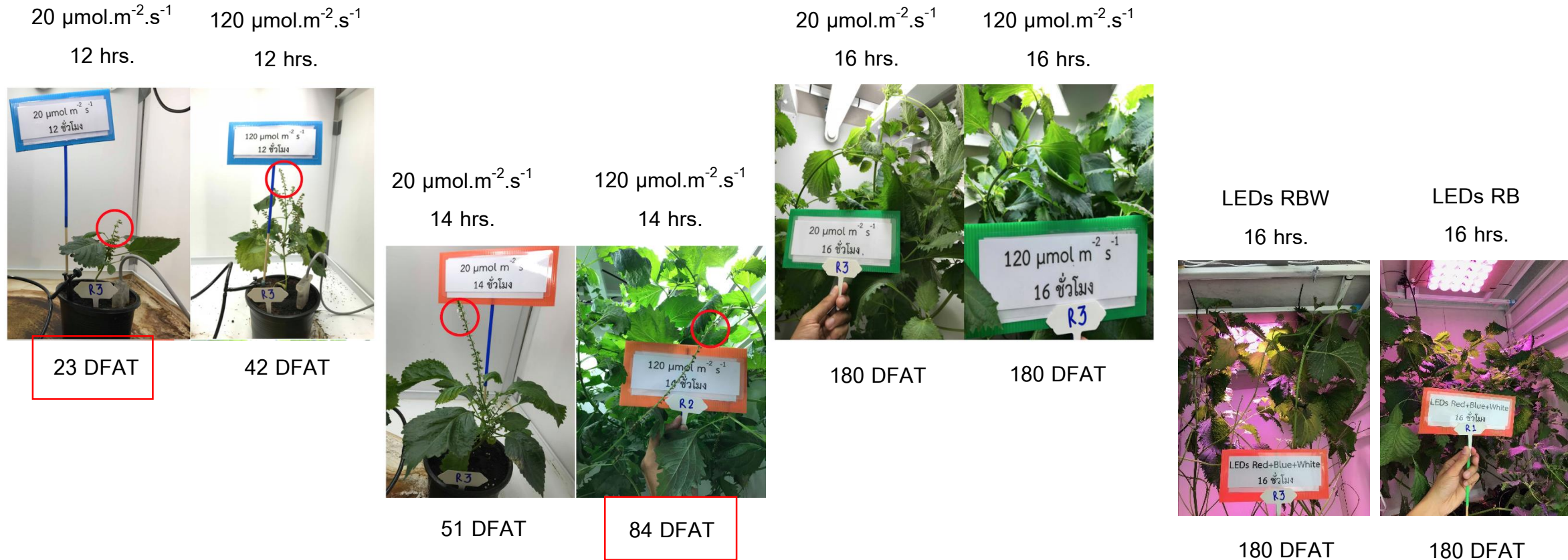
LEDs RB

16 hrs.



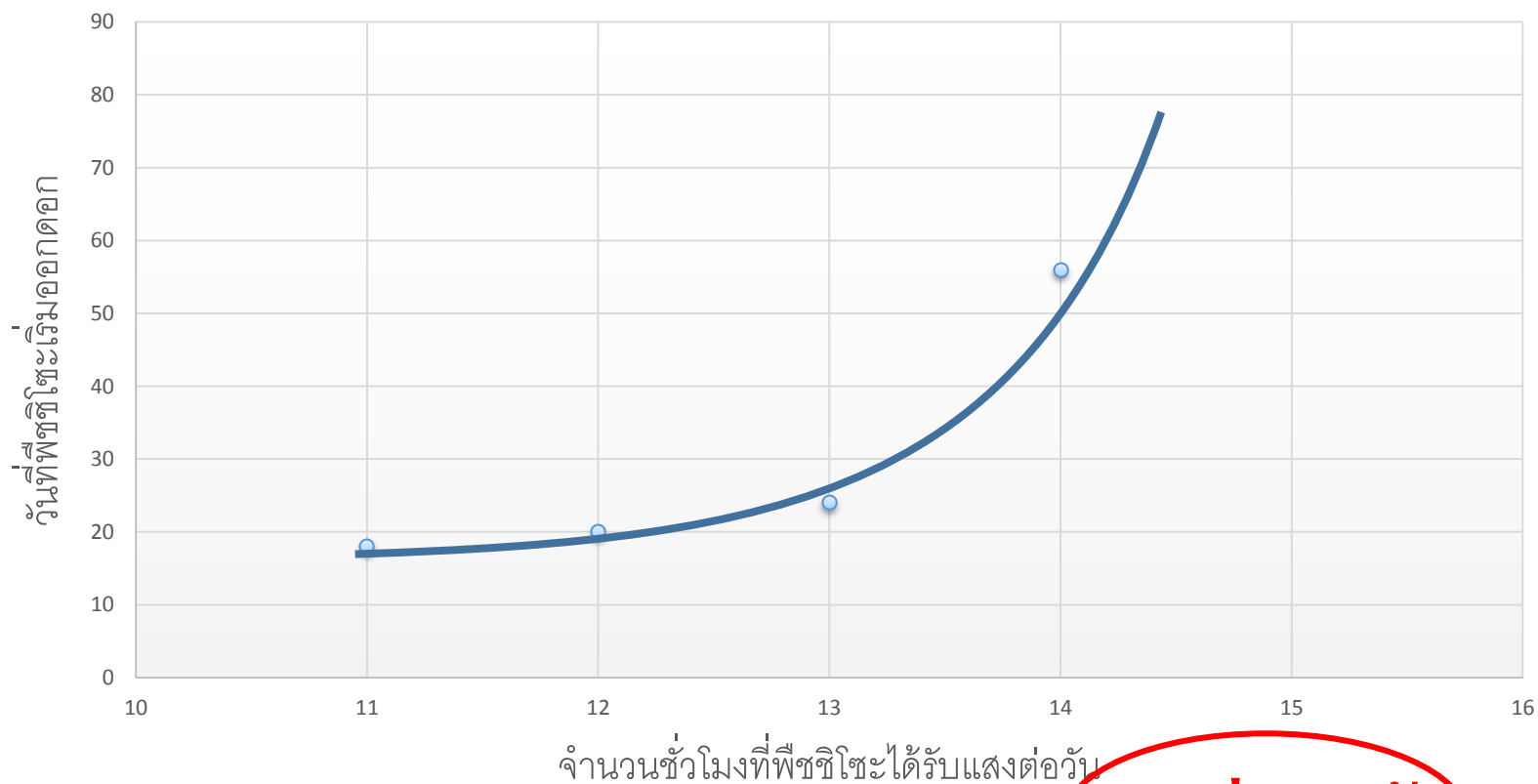
Results

Fig 5. Days to flower after transplanting (DFAT) of the Oba as affected by photoperiod of 12, 14 and 16 hours per day and light intensity of 20 and 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ from fluorescent light and two LEDs light (RBW and RB) at 120 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ for 16 hrs.



ผลการทดลองระบบปิด

อัตราการตอบสนองต่อการออกดอกของพืชชิโตะ



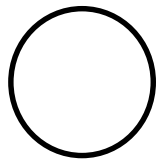
มากกว่า 210 วัน

การตอบสนองต่อชั่วโมงรับแสง (ชม./วัน) ในการออกดอกของพืชชิโตะ

การทดสอบการตอบสนองของพื้นที่รับแสงต่อการออกดอกของต้นซีโอะ

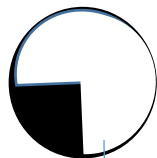


กลุ่ม 0%

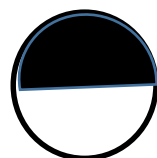


แสง 16 ชม/วัน

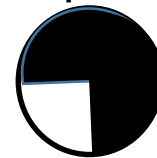
กลุ่ม 25%



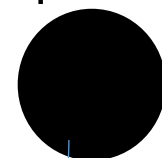
กลุ่ม 50%



กลุ่ม 75%



กลุ่ม 100%

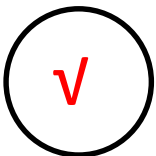


ส่วนที่กลุ่มได้รับแสง 12 ชม/วัน

ผลการทดสอบการตอบสนองของยอดรับแสงต่อการออกดอกของต้นซีโอะ



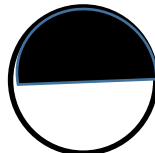
ไม่ออกดอก



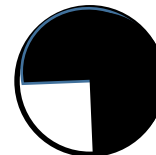
ออกดอก 20 วันหลังย้าย



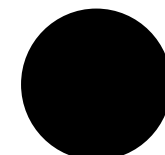
ออกดอก 20 วันหลังย้าย



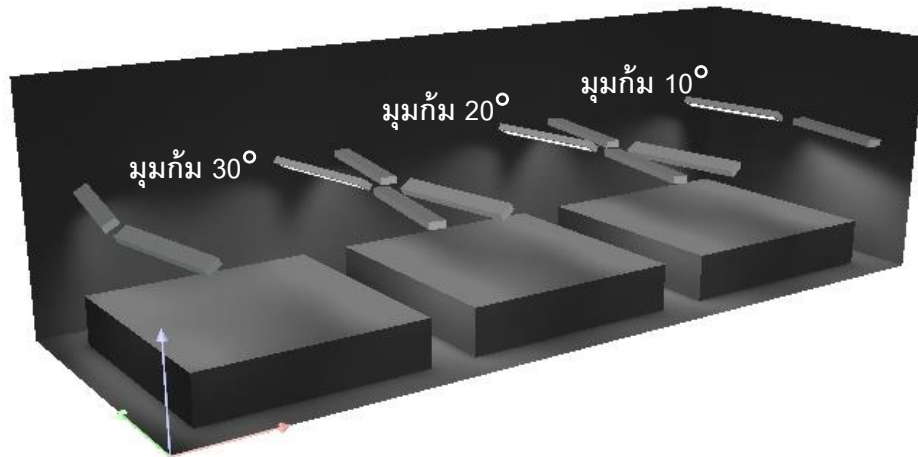
ออกดอก 19 วันหลังย้าย



ออกดอก 17 วันหลังย้าย

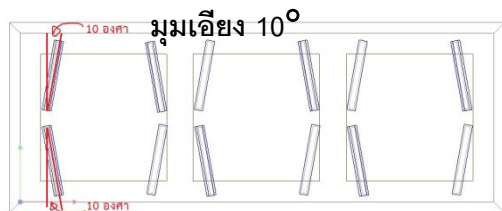
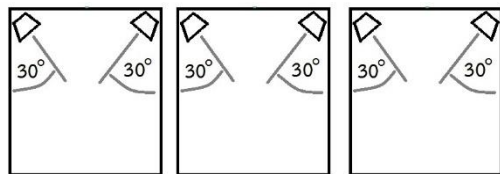


การออกแบบระบบให้แสงในโรงเรือนทดลอง

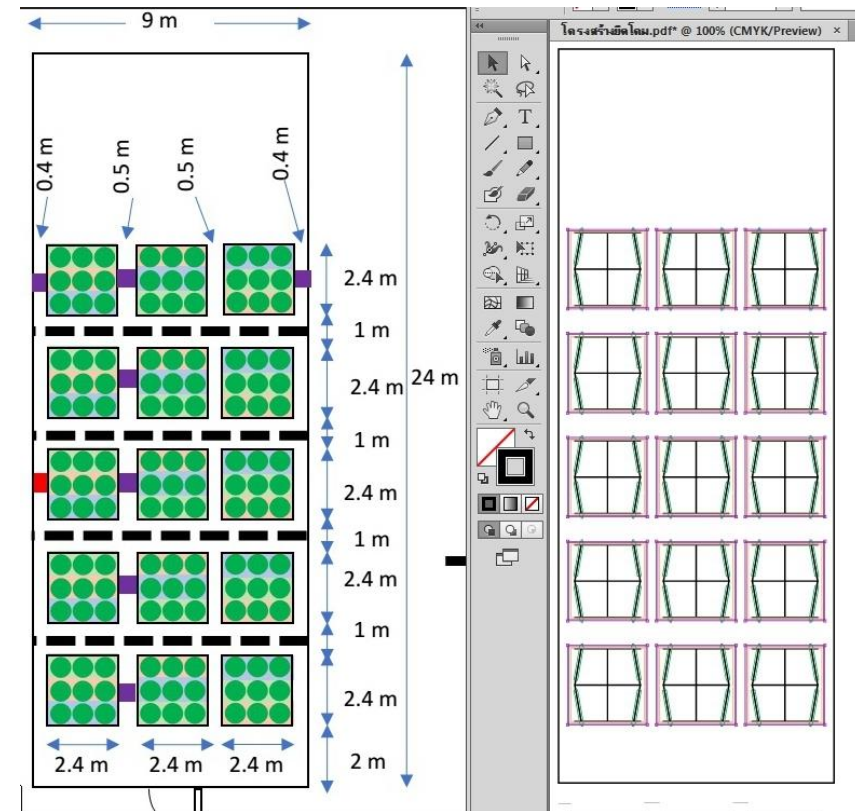


การทดลองมุมก้มของหลอดไฟที่มุมต่างๆ

Fluorescent
36 watts



มุมก้มและมุมเอียงที่เหมาะสมของหลอดไฟ



การออกแบบการวางหลอดไฟ



ความเข้มแสงไฟเสริมที่ได้ (หน่วย $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)

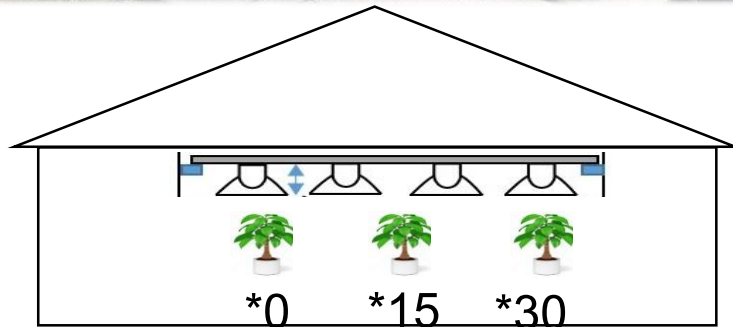
ให้แสงแบบที่ 4	<table><tr><td>11.12</td><td>12.22</td><td>11.50</td></tr><tr><td>12.83</td><td>13.66</td><td>13.89</td></tr><tr><td>11.17</td><td>12.16</td><td>12.68</td></tr></table>	11.12	12.22	11.50	12.83	13.66	13.89	11.17	12.16	12.68	<table><tr><td>11.45</td><td>12.56</td><td>12.82</td></tr><tr><td>12.64</td><td>14.00</td><td>13.80</td></tr><tr><td>11.10</td><td>12.59</td><td>12.52</td></tr></table>	11.45	12.56	12.82	12.64	14.00	13.80	11.10	12.59	12.52	<table><tr><td>12.20</td><td>11.39</td><td>11.64</td></tr><tr><td>13.31</td><td>12.50</td><td>14.45</td></tr><tr><td>11.00</td><td>11.24</td><td>12.87</td></tr></table>	12.20	11.39	11.64	13.31	12.50	14.45	11.00	11.24	12.87	สแลนกันแสง
11.12	12.22	11.50																													
12.83	13.66	13.89																													
11.17	12.16	12.68																													
11.45	12.56	12.82																													
12.64	14.00	13.80																													
11.10	12.59	12.52																													
12.20	11.39	11.64																													
13.31	12.50	14.45																													
11.00	11.24	12.87																													
ให้แสงแบบที่ 3	<table><tr><td>11.22</td><td>11.37</td><td>13.44</td></tr><tr><td>12.62</td><td>12.88</td><td>14.28</td></tr><tr><td>11.28</td><td>11.60</td><td>12.34</td></tr></table>	11.22	11.37	13.44	12.62	12.88	14.28	11.28	11.60	12.34	<table><tr><td>11.27</td><td>11.58</td><td>12.49</td></tr><tr><td>12.85</td><td>12.81</td><td>14.07</td></tr><tr><td>11.62</td><td>11.55</td><td>12.52</td></tr></table>	11.27	11.58	12.49	12.85	12.81	14.07	11.62	11.55	12.52	<table><tr><td>12.21</td><td>11.49</td><td>11.88</td></tr><tr><td>14.48</td><td>12.76</td><td>13.20</td></tr><tr><td>11.14</td><td>11.21</td><td>11.00</td></tr></table>	12.21	11.49	11.88	14.48	12.76	13.20	11.14	11.21	11.00	
11.22	11.37	13.44																													
12.62	12.88	14.28																													
11.28	11.60	12.34																													
11.27	11.58	12.49																													
12.85	12.81	14.07																													
11.62	11.55	12.52																													
12.21	11.49	11.88																													
14.48	12.76	13.20																													
11.14	11.21	11.00																													
ให้แสงแบบที่ 2	<table><tr><td>11.80</td><td>12.06</td><td>11.78</td></tr><tr><td>13.03</td><td>14.17</td><td>14.76</td></tr><tr><td>13.12</td><td>13.66</td><td>13.27</td></tr></table>	11.80	12.06	11.78	13.03	14.17	14.76	13.12	13.66	13.27	<table><tr><td>11.11</td><td>11.12</td><td>12.81</td></tr><tr><td>12.46</td><td>12.84</td><td>14.78</td></tr><tr><td>10.25</td><td>12.61</td><td>12.59</td></tr></table>	11.11	11.12	12.81	12.46	12.84	14.78	10.25	12.61	12.59	<table><tr><td>11.21</td><td>11.64</td><td>12.29</td></tr><tr><td>13.92</td><td>12.40</td><td>13.41</td></tr><tr><td>13.15</td><td>11.52</td><td>12.00</td></tr></table>	11.21	11.64	12.29	13.92	12.40	13.41	13.15	11.52	12.00	
11.80	12.06	11.78																													
13.03	14.17	14.76																													
13.12	13.66	13.27																													
11.11	11.12	12.81																													
12.46	12.84	14.78																													
10.25	12.61	12.59																													
11.21	11.64	12.29																													
13.92	12.40	13.41																													
13.15	11.52	12.00																													
ให้แสงแบบที่ 1	<table><tr><td>11.50</td><td>11.61</td><td>10.60</td></tr><tr><td>13.20</td><td>14.46</td><td>13.45</td></tr><tr><td>10.89</td><td>12.43</td><td>12.16</td></tr></table>	11.50	11.61	10.60	13.20	14.46	13.45	10.89	12.43	12.16	<table><tr><td>10.99</td><td>11.25</td><td>12.66</td></tr><tr><td>12.04</td><td>13.08</td><td>14.33</td></tr><tr><td>10.35</td><td>12.30</td><td>11.86</td></tr></table>	10.99	11.25	12.66	12.04	13.08	14.33	10.35	12.30	11.86	<table><tr><td>11.49</td><td>12.03</td><td>12.01</td></tr><tr><td>13.72</td><td>13.25</td><td>14.19</td></tr><tr><td>11.52</td><td>12.63</td><td>12.62</td></tr></table>	11.49	12.03	12.01	13.72	13.25	14.19	11.52	12.63	12.62	
11.50	11.61	10.60																													
13.20	14.46	13.45																													
10.89	12.43	12.16																													
10.99	11.25	12.66																													
12.04	13.08	14.33																													
10.35	12.30	11.86																													
11.49	12.03	12.01																													
13.72	13.25	14.19																													
11.52	12.63	12.62																													
ไม่ให้แสงเสริม	<table><tr><td>10.57</td><td>11.57</td><td>12.58</td></tr><tr><td>13.34</td><td>12.50</td><td>13.81</td></tr><tr><td>12.66</td><td>11.77</td><td>11.25</td></tr></table>	10.57	11.57	12.58	13.34	12.50	13.81	12.66	11.77	11.25	<table><tr><td>11.13</td><td>11.60</td><td>12.11</td></tr><tr><td>12.12</td><td>13.14</td><td>12.71</td></tr><tr><td>11.60</td><td>11.42</td><td>11.32</td></tr></table>	11.13	11.60	12.11	12.12	13.14	12.71	11.60	11.42	11.32	<table><tr><td>13.45</td><td>12.23</td><td>12.19</td></tr><tr><td>13.74</td><td>13.41</td><td>12.16</td></tr><tr><td>11.85</td><td>11.44</td><td>11.77</td></tr></table>	13.45	12.23	12.19	13.74	13.41	12.16	11.85	11.44	11.77	
10.57	11.57	12.58																													
13.34	12.50	13.81																													
12.66	11.77	11.25																													
11.13	11.60	12.11																													
12.12	13.14	12.71																													
11.60	11.42	11.32																													
13.45	12.23	12.19																													
13.74	13.41	12.16																													
11.85	11.44	11.77																													

ความเข้มแสงเสริมด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์จากการวัด
จริงในโรงเรือนในหน่วย $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

Material and Method

Experiment 2

Effect of seedling ages and supplemented light treatments on growth yield and quality of green-leafed perilla.



*0,*15,*30 = days after true-leaf emergence

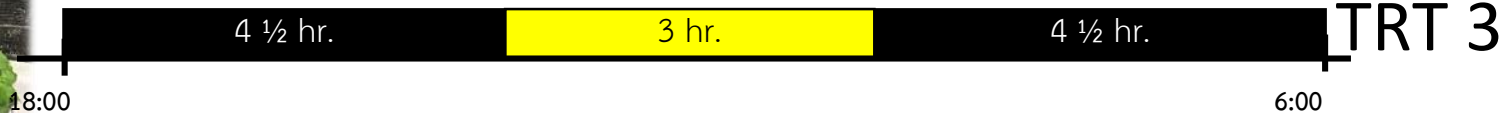
no light supplementation (control)



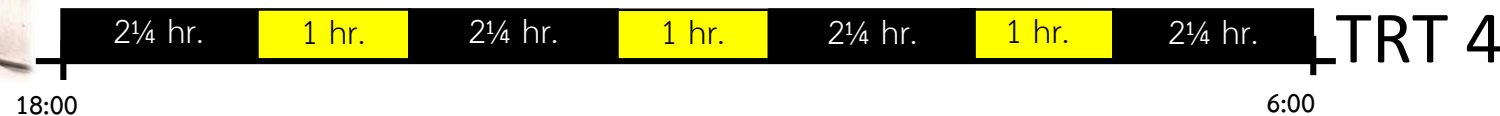
4-hrs. light supplementation during 18-22:00 hr.



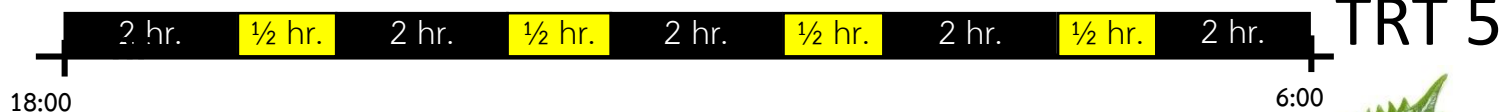
3-hrs light supplementation during 22:30-01:30 hr.



one-hour light supplement at 20:15, 23:30 and 02:5



half-hour light supplement at 20:00, 22:30, 01:00 and 03:30



Results

Fig 11. Growth of oba plants as affected by light intensity photoperiod (4 weeks)



Results

Fig 12. Growth of oba plants as affected by light intensity photoperiod (8 weeks)



Results

Fig 13. Growth of oba plants as affected by light intensity photoperiod (12 weeks)



Results

Fig 14. Days to flower after transplanting (DFAT) of the Oba as affected by photoperiod light intensity.



T1 : no light supplementation (control) at 62 DFAT

Results

Fig 15. Days to flower after transplanting (DFAT) of the Oba as affected by photoperiod light intensity.



T4 : one-hour light supplement at 20:15, 23:30 and 02:45 hr. at 88 DFAT

Results

Fig 10. Days to flower after transplanting (DFAT) of the Oba as affected by photoperiod light intensity.

Photoperiods	Seedling age	Day to flower
T1	A1	62 ^c
T1	A2	62 ^c
T1	A3	62 ^c
T2	A1	180 ^a
T2	A2	180 ^a
T2	A3	180 ^a
T3	A1	180 ^a
T3	A2	180 ^a
T3	A3	180 ^a
T4	A1	88 ^b
T4	A2	88 ^b
T4	A3	88 ^b
T5	A1	180 ^a
T5	A2	180 ^a
T5	A3	180 ^a
F-test		**
C.V. (%)		0.00



Results

Fig 8. Leaf number of oba plants as affected by photoperiod and light intensity.

Factor	Leaf number of oba plants					
	Month 1	Month 2	Month 3	Month 4	Month 5	Month 6
Photoperiods						
T1	38.56	74.96 ^a	-	-	-	-
T2	38.56	63.70 ^b	160.19	416.89 ^{ab}	619.56 ^a	778.48 ^a
T3	38.00	69.26 ^{ab}	165.04	419.19 ^a	636.44 ^{ab}	757.56 ^{ab}
T4	38.78	69.56 ^{ab}	155.41	-	-	-
T5	38.45	68.08 ^{ab}	155.33	399.93 ^b	599.33 ^b	723.41 ^b
P-value	ns	**	ns	**	*	**
Seedling age						
A1	38.80	69.67	159.39	416.74	610.37	749.96
A2	38.13	70.07	163.47	407.11	620.70	756.00
A3	-	67.60	154.11	412.15	624.26	753.48
P-value	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Photoperiods x Seedling age	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Block	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	8.19	12.67	10.33	4.98	8.5	4.57

Results

Fig 9. Chlorophyll content Carotenoid and SPAD unit of oba plants as affected by photoperiod and light intensity.

Factor	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll total	Carotenoid total	SPAD UNIT
Photoperiods					
T1	4.51 ^a	2.58 ^a	3.55 ^a	0.53 ^a	33.45 ^b
T2	4.40 ^a	2.49 ^a	3.44 ^a	0.42 ^a	32.33 ^c
T3	4.45 ^a	2.59 ^a	3.52 ^a	0.48 ^a	33.81 ^{ab}
T4	4.57 ^a	2.59 ^a	3.58 ^a	0.46 ^a	31.61 ^d
T5	4.57 ^a	2.49 ^a	3.53 ^a	0.47 ^a	33.95 ^a
P-value	ns	ns	ns	ns	**
Seedling age					
A1	4.59 ^a	2.59 ^a	3.59 ^a	0.47 ^a	33.08 ^b
A2	4.47 ^a	2.53 ^a	3.49 ^a	0.47 ^a	32.18 ^c
A3	4.44 ^a	2.52 ^a	3.48 ^a	0.48 ^a	33.82 ^a
P-value	ns	ns	ns	ns	**
Photoperiods x Seedling age	ns	ns	ns	ns	**
Block	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	6.22	7.01	4.72	29.29	0.54

ผลผลิต (ใบ/ต้น)ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้แสงไฟเสริมกลางคืน

กรรมวิธี	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	รวม	เท่า (+)
1(ควบคุม)	38.56	74.96 ^a	-	-	-	-	113.5	-
2 (4 ชม./คืน.)	38.56	63.70 ^b	160.19	416.89 ^{ab}	619.56 ^a	778.48 ^a	2,077.4	18.3
3 (3 ชม./คืน.)	38.00	69.26 ^{ab}	165.04	419.19 ^a	636.44 ^{ab}	757.56 ^{ab}	2085.5	18.4
4 (3 ชม./คืน.)	38.78	69.56 ^{ab}	155.41	-	-	-	263.8	2.3
5 (2 ชม./คืน.)	38.45	68.08 ^{ab}	155.33	399.93 ^b	599.33 ^b	723.41 ^b	1,984.5	17.5



ต้นทุนค่าไฟและผลผลิตคั้มทุนในการใช้ไฟเสริมกลางคืน

กรรมวิธี	พลังงานไฟฟ้า (หน่วย/วัน)	พลังงานไฟฟ้า (หน่วย/เดือน)	จำนวนไฟฟ้า (หน่วย/ไร่/เดือน)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ไร่/เดือน)	ผลผลิตคั้มทุน /ไร่/เดือน (ใบ)	ผลผลิตคั้มทุน/ต้น/ เดือน (ใบ/ต้น)
1 (0 ชม./คืน)	0	0	0	0.00	0	0.0
2 (4 ชม./คืน)	0.736	22.08	5,232.96	26,164.80	52,330	12
3 (3 ชม./คืน)	0.552	16.56	3,924.72	19,623.60	39,247.2	9
4 (3 ชม./คืน)	0.552	16.56	3,924.72	19,623.60	39,247.2	9
5 (2 ชม./คืน)	0.368	11.04	2,616.48	13,082.40	26,164.8	6

หมายเหตุ ค่าไฟหน่วยละ 5 บาท 1 ไร่ ปลุก 4,570 ต้น และราคาใบชีโชะ 0.5 บาท/ใบ



รายได้/ต้นทุน การใช้แสงไฟเสริมกลางคืนให้กับต้นชีโชะ

กรรมวิธี	ผลผลิตเพิ่มขึ้น (ใบ/ไร่/ฤดู)	รายได้เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่/ฤดู)	ต้นทุนกระแสไฟฟ้า (บาท/ไร่/ฤดู)	ผลต่าง (+/-) (บาท/ไร่/ฤดู)
1 (0 ชม./คืน)	-	-	-	0
2 (4 ชม./คืน)	8,975,023	4,487,512	156,984	4,330,528
3 (3 ชม./คืน)	9,012,040	4,506,020	117,742	4,388,278
4 (3 ชม./คืน)	686,871	343,436	58,871	284,565
5 (2 ชม./คืน)	9,069,165	4,534,583	78,494	4,456,089

หมายเหตุ 1 ไร่ มีจำนวน 4,570 ต้น และ 1 ฤดู ปลุก เท่ากับ 6 เดือน
และราคาผลผลิต 0.5 บาท/ใบ



Conclusions

- เราสามารถควบคุมการเจริญเติบโตทางใบและยับยั้งการออกดอกของต้นซีโสะที่ปลูกภาคกลางของประเทศไทยได้นานกว่า 6 เดือนโดยใช้เทคโนโลยีการให้แสงไฟเสริมช่วงกลางวัน
- การให้แสงไฟเสริมตอนกลางวันโดยใช้แสงไฟฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ ที่ให้ความเข้มแสงประมาณ $12 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ครั้งละ $\frac{1}{2}$ ชม. สลับกับความมืดที่ไม่เกิน 2 ชม.ต่อช่วง สามารถยับยั้งการออกดอกของต้นซีโสะได้นานเกิน 6 เดือน โดยมีค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าต่ำที่สุดในการทดลอง.
- การให้แสงไฟเสริมเพื่อยืดอายุออกดอกให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นคุ้มค่าพลังงานไฟฟ้าได้ ในราคาผลผลิต ณ ปัจจุบัน

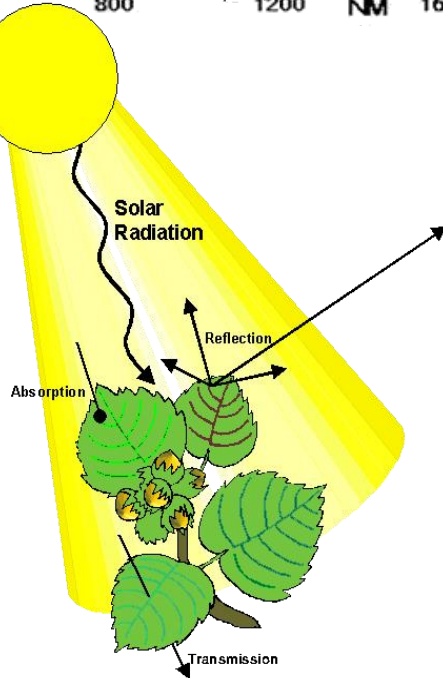
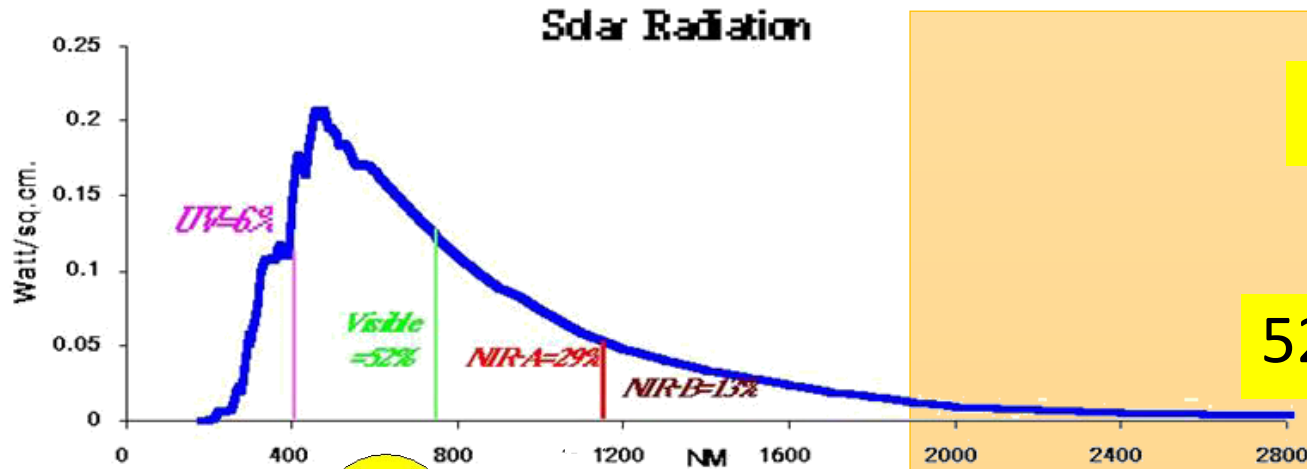


Near-future research

- ทดสอบภาคสนามการให้แสงไฟเสริมกลางคืนรูปแบบที่ดีที่สุดที่พบในการทดลอง
 - ประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกดอก
 - ผลกระทบในการให้ผลผลิตและคุณภาพ
- หาวิธีการลดต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าในการให้แสงเสริมกลางคืนลงอีก
 - หาความเข้มแสงต่ำสุดที่มีผลในการยับยั้งการออกดอก
 - หาระยะเวลา/ความถี่ในการให้แสงเสริมน้อยที่สุดที่มีผลในการยับยั้งการออกดอก
 - หาความยาวคลื่นแสงเดี่ยวหรือผสมที่มีผลในการยับยั้งการออกดอก



The photosynthetic efficiency



FR

100% Solar light (A)



52% of A plant can use (B)



25% of (B) absorbed by PHS. system



Potentially 11% of (A) being used by plants

Acknowledgement



Thanks for your attention