สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้

Effect of various light energy sources on growth of Bok Choy (*Brassica rapa* var. *chinensis*)

โดย

นายกิตติพงษ์ เจตธรรมคุณ

นายสุรชัย แซ่อ้อ

T102669

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์

3/ส
ก679ล
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.102669
วัน,เดือน,ปี 18 ส.ค. 2552

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2549

b.12041749
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้

Effect of various light energy sources on growth of Bok Choy (*Brassica rapa* var. *chinensis*)

โดย

นายกิตติพงษ์ เจตธรรมคุณ

นายสุรชัย แซ่ย้อ

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ผศ. ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๓๐ เดือน ๓ พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ : ผลของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้

โดย : นายกิตติพงษ์ เจตธรรมคุณ
นายสรุชัย แซ่ฮ้อ

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ โดยทำการทดลองที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่าง เดือน มกราคม ถึงเดือน มีนาคม 2550

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ โดยทำการย้ายกล้าผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้อายุ 15 วันให้ได้รับแสงภายใต้ แหล่งกำเนิดแสง ชนิดต่างๆ ได้แก่ sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue พบว่า พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และ น้ำหนักแห้ง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่เก็บเกี่ยวอายุต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่แสง sunlight มีผลทำให้ น้ำหนักสด และ น้ำหนักแห้ง มากที่สุด ส่วนแสงจาก incandescent red และ incandescent blue ให้ค่าดังกล่าวน้อยที่สุด

คำสำคัญ : ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ แหล่งกำเนิดแสง การเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Effect of various light energy sources on growth of Bok Choy (*Brassica rapa* var. *chinensis*)

Authors : Mr. Kittipong Jethummakun

Mr. Surachai Saeho

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Asist. Prof. Dr. Songyod Tanpipat

ABSTRACT

Study the effect of light energy from various light energy sources on growth of Bok Choy (*Brassica rapa* var. *chinensis*) was carried out at the Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, KMITL, during January to March, 2007. The experiment was arranged as randomized complete block design with 4 replications. The seedling of Bok Choy at 15 days growth stage were subjected to different light which released from various light energy sources such as sun light, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red and incandescent blue. It was found that leaf area, fresh weight and dry weight of shoot at various harvesting dates showed significant difference. In addition, sun light caused the highest fresh and dry weight of shoots whereas incandescent red and incandescent blue showed the lowest fresh and dry weight of shoots.

Key Word : Bok Choy, light energy source, growth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเล่มนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาที่ดียิ่ง รวมทั้งได้รับการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องของปัญหาพิเศษเล่มนี้ จนถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ จาก ผศ.ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์ อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ข้าพเจ้าขอกรอบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งด้านความรู้ต่างๆ และอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ด้วย

ขอบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ช่วยเป็นกำลังใจและสนับสนุนช่วยเหลือในด้านกำลังทรัพย์ ที่ต้องใช้ในการศึกษาทดลองปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่น่ารักทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านกำลังแรงกายและแรงใจในการศึกษาปัญหาพิเศษครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สำหรับปัญหาพิเศษเล่มนี้ หากผู้ใดมีความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาความรู้ที่มีอยู่ในเล่มนี้ ข้าพเจ้า หวังว่าปัญหาพิเศษเล่มนี้คงจะมีประโยชน์ต่อท่านไม่มากก็น้อย และขอยกความดีที่ให้มีให้กับผู้มีพระคุณทุกท่าน ณ โอกาสนี้

กิตติพงษ์ เจตธรรมคุณ

สุรชัย แซ่ฮ้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้	3
แหล่งที่ปลูกที่สำคัญและคุณค่าทางอาหาร	5
สภาพแวดล้อมที่ต้องการ	6
พันธุ์ที่ควรปลูก	7
การปลูก	7
การปฏิบัติดูแลรักษา	8
การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว	9
การสังเคราะห์แสงพืช	10
พลังงานจากดวงอาทิตย์	10
Energy of Light	13
Light Intensity	15
การแปลงรังสีของแสง	17
ประเภทของหลอดประดิษฐ์	18
ผลกระทบของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช	19
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	24
ผลการทดลองและวิจารณ์	27
สรุปผลการทดลอง	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	34
ประวัติผู้เขียน	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางอาหาร ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม (ไฉน ,2542)	6
2	ความยาวคลื่นของแสงที่มนุษย์มองเห็นได้ (มนตรี ,2546)	11
3	แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (www.littlegreenhouse.com/guide3.shtml ,2007)	12
4	แสดงปริมาณพลังงานที่ได้จากแสงความยาวต่าง ๆ กัน (มนตรี ,2546)	14
5	แสดงความต้องการแสงของพืชที่มีพลังงานสูง (www.greenmanspag.com/guides/lighting .html ,2007)	16
6	การแปลงค่าหน่วยวัดแสง (http://www.egc.com/useful_info_lighting.php ,2007)	18
7	ค่าเฉลี่ยความสูงของถั่ว 2 ชนิดต่อแสงแต่ละชนิด (http://www.virtualsciencefair.org /200 /alol4n0/public %5Fhtml/,2007)	20
8	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของถั่ว 2 ชนิดต่อแสงแต่ละชนิด (http://www.virtualsciencefair .org/2004/alol4n0/public %5Fhtml/ ,2007)	21
9	ผลกระทบของแสงต่อการออกดอกของบีท (Borthwick and Parker ,1955)	22
10	ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในแสงต่าง ๆ เป็นเวลา 60 วัน (Woodbury and Ridley ,1969)	22
11	ผลกระทบของถั่วเหลืองที่ปลูกในห้องควบคุมอุณหภูมิและแสงชนิดต่างๆ (Woodbury and Ridley ,1969)	24
12	การปลูก snapbeans ในแสง plant growth fluorescent และเพิ่มแสง incandescent เป็นเวลา 30 นาทีต่อวัน (Warrington *et al.*,1978)	24
13	การปลูก Seneca chief squash ในแสง plant growth fluorescent และเพิ่มแสง white incandescent และ blue incandescent เป็นเวลา 15 นาทีต่อวัน (Warrington *et al.*,1978)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ความสูง (ซม.) ของผักกาดกวางกวางตุ้งฮ่องเต้ เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ	27
15	พื้นที่ใบ (ซม.^{2}) ต่อต้น ของผักกาดกวางกวางตุ้งฮ่องเต้เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ	28
16	น้ำหนักสด (กรัม)ต่อต้น ของผักกาดกวางกวางตุ้งฮ่องเต้เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ	29
17	น้ำหนักแห้ง (กรัม)ต่อต้น ของผักกาดกวางกวางตุ้งฮ่องเต้เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 20 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน	35
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 25 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 10 วัน	35
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 30 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน	36
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 35 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 20 วัน	36
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 40 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 25 วัน	37
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 45 วัน หลังงอก เมื่อเมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน	37
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 20 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน	38
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 25 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 10 วัน	38
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 30 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน	39
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 35 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 20 วัน	39
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 40 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 25 วัน	40
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 45 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน	40
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 20 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 25 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 10 วัน	41
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 30 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน	42
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 35 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 20 วัน	42
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 40 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 25 วัน	43
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 45 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน	43
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 20 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน	44
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 25 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 10 วัน	44
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 30 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน	45
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 35 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 20 วัน	45
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 40 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 25 วัน	46
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุ 45 วัน หลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

พลังงานแสง นับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่มีสีเขียว นำมาใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสงให้เกิดประโยชน์ในการสร้างอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาลโดยสร้างจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แป้งและน้ำตาลที่ถูกสร้างขึ้นมานี้นับว่าเป็นอาหารหลักที่สิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะนำไปใช้ในขบวนการเมทาโบลิซึม เพื่อสารที่จำเป็นอื่น ๆ และพลังงานต่อไป ในบรรดาขบวนการทั้งหลายที่สิ่งมีชีวิตที่มีสีเขียวใช้ประโยชน์จากแสง เช่น การงอกของเมล็ด การออกดอกและการคายน้ำ ขบวนการสังเคราะห์แสงนับว่าเป็นขบวนการที่ได้รับความสนใจมากที่สุด เนื่องจากว่าขบวนการดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการผลิตอาหารโดยตรง อาหารที่ผลิตขึ้นนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตเองแล้ว สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ไม่สามารถสารอาหารเองได้โดยวิธีการสังเคราะห์แสงยังได้อาศัยอาหารนี้เป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญอีกด้วย นอกจากนี้การผลิตหรือสร้างอาหารโดยวิธีการสังเคราะห์แสงเป็นขบวนการที่แตกต่าง ไปจากกรรมวิธีที่ผลิตขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก การผลิตอาหารโดยวิธีการสังเคราะห์แสงเป็นการผลิตไม่ก่อให้เกิดมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพราะการผลิตไม่ต้องอาศัยเชื้อเพลิงจากน้ำมันหรือถ่านหิน ไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรกลในการผลิต การขนส่งวัตถุดิบ และการขนส่งผลผลิต (สัมพันธ์, 2529) การสังเคราะห์แสง โดยเฉพาะแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงแสงแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงไม่เท่ากัน พืชได้รับแสงความเข้มของแสงสูงหรือต่ำเกินปริมาณความต้องการจะทำให้พืชไม่เจริญเติบโต (ชวนพิศ, 2544)

ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ได้แก่ Green petiole ลักษณะก้านใบสั้น กาบใหญ่และหนา มีทั้งสีขาวและสีเขียวอ่อน แผ่นใบสีเขียว (สิริมา, 2534) จัดอยู่ในพวกเดียวกับผักกาดกวางตุ้ง *(Brassica chinensis* Linn.) เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Crucifereae ซึ่งผักกาดกวางตุ้งแยกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พวกไม่ออกดอกง่าย ซึ่งได้แก่ผักกาดเขียวกวางตุ้ง ผักกาดขาวกวางตุ้ง ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ และพวกที่ออกดอกเร็วและง่าย ได้แก่ ผักจ้อน ผักกาดขาวเมือง โดยทั่วไปผักกวางตุ้งฮ่องเต้นี้เป็นผักประเภทที่มีอายุฤดูเดียว (annual) มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชีย มีอายุการปลูกตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 40-60 วัน ขนาดต้นสูงประมาณ 25-50 เซนติเมตร จะปลูกได้ผลดีตลอดทั้งปี ชอบ pH เป็นกรดเล็กน้อยจนถึงกลางความชื้นในดินสูงเพียงพอและสม่ำเสมอ จะขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด แสงแดดเต็มที่ตลอดวัน อุณหภูมิช่วงที่เหมาะสม 20-30 องศาเซลเซียส (เมืองทอง และสุรีรัตน์, 2532) สรรพคุณทางยา ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ช่วยลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคมะเร็ง โรคกล้ามเนื้อเสื่อม และโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (นิดดา และ คณะ, 2548)

ความสำคัญทางเศรษฐกิจ ผักกาดกวางตุ้ง มีแหล่งกำเนิดในประเทศจีนแต่กลายเป็นพืชผักพื้นเมืองของไทยเป็นเวลานาน เป็นผักที่ใช้บริโภคภายในประเทศที่สำคัญชนิดหนึ่ง พอ ๆ กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักคะน้าจีน (ไฉน, 2542) ปัจจุบันมีการรณรงค์ให้ประชาชนหันมารับประทานผักกันมากขึ้น เพราะเป็นที่ทราบดีว่าผักเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งวิตามินและเกลือแร่ รวมทั้งช่วยให้ระบบขับถ่ายของร่างกายดีขึ้น (ธวัช และคณะ, 2529) ในสภาพปัจจุบันนี้คนไทยรู้ว่าต้องกินอย่างไรจึงจะถูกสุขลักษณะกินอย่างไรจึงจะปลอดภัยทำให้ชีวิตยืนยาว โดยปราศจากสารพิษที่ตกค้างในร่างกาย แม้ว่าต้องเลือกซื้อในราคาที่แพงกว่าผักทั่วไปเล็กน้อยแต่ถ้าเทียบกับความสมบูรณ์ของร่างกายแล้วทุกคนย่อมจะเลือกร่างกายที่สมบูรณ์และแข็งแรงอย่างแน่นอน (อักษร, 2542)

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการศึกษาผลของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ (Bok choy , Pak choi)

เป็นผักที่มีถิ่นกำเนิดจากประเทศจีน โดยแพร่กระจายผ่านทางทวีปเอเชียและบริเวณใกล้เคียง การเจริญเติบโตของสายพันธุ์ใช้เวลาสั้น ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้เขตร้อนส่วนใหญ่มีใบสีเขียวเข้ม ส่วนบนมีรูปร่างคล้ายช้อนสีขาวตลอดลำต้น ลำต้นจะค่อนข้างใหญ่ ไม่หนาและมีรูปร่าง ในบางสายพันธุ์มีสีเขียว ในสายพันธุ์หนึ่งผลิตช่อดอกของใบสีเขียวเข้มปกคลุมพื้นดิน ในผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้พิเศษมีใบหยักสีเขียว-เหลืองทอง รสชาติของผักกาดฮ่องเต้คล้ายมัสตาร์ด โดยใช้ทำก๋วยเตี๋ยว meat dishes stir-fries ซุปและสลัด (สลัดใช้ใบอ่อน) ในประเทศจีนบางครั้งใบหยาบใช้ดอง ในอาหารจีนใช้ใบต้มน้ำเดือดและทำให้แห้งโดยใช้แสงอาทิตย์บางวัน ซึ่งการทำให้แห้งอาจทำให้เน่าเปื่อยได้สูงจึงควรเก็บไว้ในที่เย็น

ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica rapa* var.*chinensis* และ *B.rapa* var. *rosularis* ซึ่งมีอยู่ 3 สายพันธุ์ ได้แก่

1. Green Stem Pak Choi ซึ่งมีชื่อสามัญหลายชื่อได้แก่ green baby pak choi และชื่อไทย ได้แก่ ang chaithao, pakkhat farang และ pakkhat bai เป็นต้น สำหรับพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้ามีอยู่หลายสายพันธุ์ชื่อแตกต่างกัน ได้แก่

Mei Qing Choi, Hybrid ง่ายต่อการปลูกเมื่อยังเล็กมีเส้นใบสีเขียวสั้นและหนาแน่น สายพันธุ์นี้ต้านทานความร้อนและทนทานต่ออุณหภูมิที่กว้าง ใช้ทำ stir-fries ผัดในเนย หรือต้มในน้ำซุป ผักนี้นุ่ม หวานและกรอบ ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 40 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูฝน

Pak Choi Green มีชื่อเสียงในเอเชีย ใบมีสีเขียวเข้มและก้านใบสีเขียวอ่อน หลีกเลี่ยงความร้อนได้ควรปลูกพืชในพื้นที่ที่เย็น สายพันธุ์นี้ทนทานความร้อน ใช้ทำ stir-fries หรือเพิ่มในซุป มีก้านใบหนา นุ่มและรสจัด ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 40 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูร้อน

San Fan, Hybrid ใบมีสีเขียวเข้มและก้านสีเขียวอ่อนที่สั้นและนุ่ม สายพันธุ์นี้ในระยะเริ่มการสุกแก่จะเจริญเติบโตพร้อมกันและทนทานความร้อนดี โดยเริ่มปรับตัวในพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีอุณหภูมิอยู่ในระหว่าง 50-90°F ผักนี้ใช้ได้กว้างเพราะมีรสดีและเป็นส่วนประกอบในจานส่วนมาก ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 40 วัน ฤดูการปลูกคือ ปลายฤดูใบไม้ผลิถึงต้นฤดูฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. White Stem Pak Choi ในสายพันธุ์นี้ที่ปลูกเป็นการค้าได้แก่

Chinese pak choi มีใบสีเขียวอ่อนและก้านใบหนาสีขาว หลีกเลี่ยงความร้อนได้ ควรปลูกในพื้นที่ที่เย็นเป็นหนึ่งในผักที่เป็นที่นิยมส่วนมาก โดยเป็นส่วนประกอบใน chow mein ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 50 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูใบไม้ผลิถึงปลายฤดูร้อน

Dwarf Pak choi นี่เป็น Baby Pak Choi มีชื่อเสียงในเอเชีย มีใบมันสีเขียวเข้มและก้านใบสั้นสีขาว เป็นผักที่นิยมทำ stir-fry และทำในซุปหรือใส่ในน้ำเดือด ปลูกได้ดีในอากาศอ่อน สามารถทนทานความร้อนและความเย็น สามารถปลูกในรอบ 1 ปีในเขตกึ่งร้อน ปลูกในอุณหภูมิกลางคืนเหนือ 50 °F ได้ดี เมื่อเก็บเกี่ยวมีความสูง 4 นิ้ว ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 42 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูร้อน

Extra Dwarf Pak choi เป็นสายพันธุ์พิเศษที่เล็กกว่า Baby Pak Choi ซึ่งรู้จักในชื่อ baby nai yu bok และ nai bai cai เป็นสายพันธุ์ที่เล็กมากและหนาแน่น ใบหยิกมันสีเขียวเข้มและก้านใบสั้นสีขาวปลูกเร็วมากและเก็บเกี่ยวดีได้ความสูง 2 นิ้ว สามารถปลูกได้รอบ 1 ปีในเขตกึ่งร้อน ทำ stir-fry และเพิ่มในซุปหรือใส่ในน้ำเดือด เป็นหนึ่งในผักที่นิยมต้มและตกแต่งด้วยซอสที่ประกอบด้วยน้ำมันงา กระเทียมและขิงสด ซอสถั่วเหลืองและซอสหอยนางรม ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 30 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูร้อน

Joi choi, Hybrid ใบสีเขียวเข้มและลำต้นสีขาวปลูกได้เร็วแข็งแรงและทนทานต่ออุณหภูมิที่กว้าง สามารถใช้ทำ stir-fries และกินดิบ มีรสชาติที่นุ่ม คล้ายมัสตาร์ดอ่อน ๆ เก็บใบได้ 1 ครั้งหรือเก็บเกี่ยวทั้งต้น ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 55 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูฝน

Medium Pak Choi มีขนาดกลางและเก็บเกี่ยวได้ดีเมื่อมีความสูง 6 นิ้ว ใบมันนุ่มสีเขียวเข้ม ลำต้นกรอบสีขาว สามารถเก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนมากถึงขนาดใหญ่ได้ ปลูกได้ดีในอากาศอ่อน ทนทานความร้อนและความเย็น ปลูกในรอบ 1 ปีในเขตกึ่งร้อน ปลูกในอุณหภูมิกลางคืนเหนือ 50 °F ได้ดี มีรสอ่อนใช้ทำ stir-fry dishes สลัดและซุป ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 45 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูฝน

Taisai มีรูปร่างคล้ายช้อนซุปเด่นชัด ใบสีเขียวอ่อนและก้านสีขาว มีความสูง 18 นิ้วที่มีความสูงและความหนาแน่นไม่ต่างจาก Chinese pak choi และรสเข้มกว่า ทนทานความร้อนและความเย็นได้ดี มีวิตามินมาก เป็นที่นิยมในภัตตาคารจีนและญี่ปุ่น ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 50 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูปลายใบไม้ผลิถึงต้นฤดูร้อนหรือต้นฤดูฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Specialty Pak Choi ในสายพันธุ์นี้ที่ปลูกเป็นการค้าได้แก่

Fun Jen, Hybrid นิยมในไต้หวัน มีลักษณะกึ่งแผ่กระจาย หนัก ½ ปอนด์เมื่อแก่ ใบหยิกและขมวดสีเขียว ลำต้นสีขาวอ่อน ปลูกในรอบ 1 ปีในเขตกึ่งร้อน ใบนุ่มและกรอบและสามารถใช้เตรียมทำ stir-fry หรือเพิ่มในซุป ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 35 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูปลายใบไม้ผลิถึงต้นฤดูร้อน

Golden Yellow, Hybrid ใบสีเหลืองทอง ประกอบอาหารหรือกินสด มันเรียกว่า kinkoh เป็นสายพันธุ์ผสมในญี่ปุ่น ใบอ่อนกว่า Bok choy (Pak choi) ชนิดอื่น แต่รสดีกว่า Pak choy ผักนี้รูปร่างเหมือนพัดและเจริญเติบโตดี ทนทานความร้อนและปลูกในรอบ 1 ปีในเขตกึ่งร้อนถึงเขตร้อน ไม่ต้องการพื้นที่ที่อุณหภูมิต่ำ เก็บเกี่ยวในอายุ 25 วันหรือเมื่อผักแก่ สีเขียวมีรสอ่อน และเพิ่มรสชาติในสลัด stir-fry และกินทั้งต้น สามารถปลูกในสวนบ้านหรือเพื่อการค้า ระยะการเก็บเกี่ยวประมาณ 25 วัน ฤดูการปลูกคือ ฤดูปลายใบไม้ผลิถึงต้นฤดูร้อนหรือปลูกได้ทุกฤดู (http://www.ibiblio.org/pfaf/cgi-bin/arrhtml?Brassica+rapa+parachinensis & CAN= LATIND, 2550)

แหล่งปลูกที่สำคัญและคุณค่าทางอาหาร

แหล่งปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้จะอยู่ในบริเวณที่มีการปลูกผักกาดกวางต้งที่สำคัญ อยู่ทางภาคกลาง เช่น จังหวัดนนทบุรี กรุงเทพมหานคร และปทุมธานี ส่วนภาคที่มีการปลูกผักกาดกวางตุ้งมากรองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา มหาสารคาม ชัยภูมิ และอุบลราชธานี ความสำคัญทางคุณค่าอาหาร ผักกาดกวางตุ้งเป็นพืชผักที่มีวิตามินสูง (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหาร ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม (ไฉน, 2542)

คุณค่าทางอาหาร	ส่วนของพืช			
	ก้าน	ใบ	ยอดอ่อน	ดอก
ไขมัน (กรัม)	0.20	0.20	0.10	0.10
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	2.80	3.10	3.30	2.80
โปรตีน (กรัม)	1.90	1.70	2.40	2.10
แคลเซียม (มก.)	162	102	64	109
ฟอสฟอรัส (มก.)	34	46	44	62
เหล็ก (มก.)	2.60	2.60	1.30	3.10
วิตามิน เอ (ไอยู)	2,433	3,842	3,275	3,408
วิตามิน บี1 (กรัม)	0.50	0.07	0.17	0.06
วิตามิน บี2 (กรัม)	0.15	0.13	0.17	0.15
วิตามิน ซี (กรัม)	1.10	0.80	-	1.00
ไนอาซิน (มก.)	62	53	92	60

สภาพแวดล้อมที่ต้องการ

ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ต้องการสภาพแวดล้อมการเจริญเติบโตเหมือนกับผักกาดกวางตุ้ง ซึ่งต้องการสภาพของดินปลูกเป็นดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีอินทรียวัตถุสูงประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ pH ของดินที่เหมาะสมคือ 6.0-6.8 สำหรับอุณหภูมิ ผักกาดกวางตุ้งทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าพวกผักกาดชนิดอื่น ๆ จึงสามารถปลูกได้ตลอดปี แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 20-25 องศาเซลเซียส ความต้องการความชื้นในดิน แม้ผักกาดกวางตุ้งไม่ทนทานต่อความแห้งแล้ง ทั้งนี้เพราะเป็นพืชที่มีอายุสั้น และมีการเจริญเติบโตเร็ว ฉะนั้นในแปลงปลูกผักกาดกวางตุ้งจะต้องมีความชื้นในดินสูงประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์เป็นอย่างน้อย ความต้องการแสงแดด ผักกาดกวางตุ้งต้องการสภาพแสงแดดเต็มที่ตลอดทั้งวัน เพื่อการสังเคราะห์อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ที่ควรปลูก

ผักกาดกวางตุ้งที่นิยมปลูก ในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ส่วนมากเป็นชื่อทางการค้า เช่น พันธุ์ซินฮั้ว พันธุ์ตราเครื่องบิน พันธุ์ตราเพชร พันธุ์ตราปลาวาฬ พันธุ์บริษัทย่อเซ้ง พันธุ์ตราช้างคู่ พันธุ์น้ำเต้า พันธุ์ตราต้นผัก และ พันธุ์ปรับปรุงของสถานีพืชสวนน่าน เป็นต้น การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตและคุณสมบัติบางประการของผักกาดกวางตุ้งพันธุ์ต่างๆ ผลการวิจัยพบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งทุกพันธุ์คล้ายกัน ส่วนผลผลิตต่อไร่ ผลการวิจัยพบว่าผักกาดกวางตุ้งพันธุ์ตาเครื่องบินให้ผลผลิตสูงสุด คือ 4,485 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ พันธุ์ตราน้ำเต้า ตราปลาวาฬ และตราต้นผัก ตามลำดับ

คณะเกษตรศาสตร์บางพระ เคยนำผักกาดขาวกวางตุ้งและผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ มาปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ.2506-2541 ปรากฏว่ามีการเจริญเติบโตดีแต่ตลาดไม่ต้องการ และรสชาติอร่อยน้อยกว่าผักกาดเขียวกวางตุ้ง ส่วนผักกาดฮ่องเต้มีการศึกษาทดลองปลูกโดยคณะอาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่โครงการหลวง และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปลูกที่โครงการพระราชดำริ เขาหินซ้อน ปรากฏว่าประชาชนนิยมบริโภคพอควร แต่อย่างไรก็ดีผักชนิดนี้ก็ยังไม่เป็นที่นิยมของเกษตรผู้ปลูกจำหน่าย พันธุ์ต่าง ๆ ที่ควรปลูก คือ พันธุ์ Shangchai Pak Choi (Green petiole Pak choi) พันธุ์ Mei Oing Choi (Green petiole Pak choi) พันธุ์ Joi Choi พันธุ์ Chinese Pak Choi พันธุ์ Canton Pak Choi (Dwarf type) และ พันธุ์ Pai Tsai เป็นต้น

การปลูก

ฤดูปลูก ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้สามารถปลูกได้ทุกฤดู แต่ที่เหมาะสมที่สุด คือ ฤดูฝนและฤดูหนาว การเตรียมดินปลูก เนื่องจากเป็นพืชผักที่มีระบบรากตื้น ฉะนั้นการขุดดินหรือไถดินควรลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร ทิ้งดินตากแดดไว้ประมาณ 5-7 วัน เสร็จแล้วใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว จำนวน 1-2 ตันต่อไร่ คลุกปุ๋ยให้ผสมกับดินให้ทั่วโดยการไถพรวน ย่อยดินให้ละเอียด ในกรณีที่ดินเป็นกรดหรือ pH ต่ำก็ใส่ปูนขาวเพิ่มเติม เพื่อปรับระดับพีเอชให้ค่อยๆสูงขึ้น หลังจากนั้นปรับหน้าดินให้เรียบเพื่อให้เหมาะแก่การปลูกต่อไป

ระบบการปลูก ระบบการปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้มี 2 ระบบคือ 1. การปลูกแบบร่องสวน มีลักษณะและวิธีการดำเนินการเช่นเดียวกับผักกาดขาวปลี 2. การยกแปลงปลูก ขนาดของแปลงปลูกขึ้นอยู่กับความต้องการ แต่โดยทั่วไปแล้วแปลงปลูกควรมีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 10 เมตร ความสูงของแปลง 10-15 เซนติเมตร ทางเดิน 50 เซนติเมตร เพราะสะดวกต่อการปฏิบัติรักษาผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ระยะปลูก ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้เป็นพืชอายุสั้น ทรงพุ่มต้นไม่ใหญ่ และที่สำคัญที่สุดคือผู้บริโภค ไม่ชอบซื้อผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่มีขนาดใหญ่ ฉะนั้นระยะที่ปลูกจึงไม่จำเป็นต้องปลูกห่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป ใช้ระยะระหว่างต้องและแถวเท่ากับ 20 x 20 เซนติเมตร หรือ 25 x 25 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ปลูก

การปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่นิยมกันมี 3 วิธี

1. การปลูกแบบหว่านเมล็ด เป็นการปลูกโดยการหว่านให้เมล็ดกระจายไปให้ทั่วทั้งแปลง วิธีนี้นิยมใช้ในการปลูกบนแปลงแบบร่องสวน ซึ่งมีร่องน้ำกว้างพื้นที่ที่ปลูกบนสันร่องต้องมีการเตรียมอย่างดี อัตราเมล็ดที่ใช้ปลูกประมาณ 2 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อหว่านเสร็จแล้วใช้ดินที่อุดมสมบูรณ์หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่สลายตัวดีแล้วโรยทับเมล็ด หรือใช้หญ้าแห้งหรือฟางข้าวที่สะอาดคลุมบริเวณที่หว่านเมล็ดให้ทั่วบาง ๆ เพื่อรักษาความชุ่มชื้นและควบคุมวัชพืชเสร็จแล้วรดน้ำให้ชุ่ม

2. การปลูกแบบโรยเป็นแถว หลังจากเตรียมดินเรียบร้อยแล้วทำร่องลึกประมาณ 1.50-2 เซนติเมตร เป็นแถวยาวไปตามความยาวของแปลงระยะห่างระหว่างแถวแล้วแต่ต้องการ โรยเมล็ดลงในร่องที่เตรียมไว้ ให้แต่เมล็ดห่างกัน 5-6 เซนติเมตร หรือขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด เสร็จแล้วใช้ดินดีหรือปุ๋ยอินทรีย์ผสมกับแกลบโรยทับเมล็ด แล้วคลุมด้วยฟางข้าวบาง ๆ รดน้ำให้ชุ่ม

3. การปลูกด้วยกล้า วิธีการเพาะและการปฏิบัติรักษาต้นกล้าผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ก็เช่นเดียวกับผักกาดชนิดอื่น ๆ เมื่อต้นกล้าอายุได้ 22-28 วัน ก็ย้ายไปปลูกยังแปลงปลูกที่เตรียมไว้ โดยใช้ระยะระหว่างแถว 20-25 เซนติเมตรและระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร

การปฏิบัติดูแลรักษา

การให้น้ำ ต้องรดน้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้เป็นผักที่ต้องการน้ำมาก เพราะเป็นผักที่มีการเจริญเติบโตเร็ว และช่วงระยะการเจริญเติบโตสั้น ถ้าผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ขาดน้ำจะทำให้แคระแกรน รสชาติไม่อร่อย ไม่กรอบ และมีเส้นใยมาก การให้น้ำจะต้องให้ให้พอเหมาะกับความต้องการของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ควรให้น้ำแต่น้อยและบ่อยครั้ง วิธีการให้น้ำต้องรดน้ำให้ชุ่มให้ทั่วทั้งแปลง รดน้ำเวลาเช้าหรือเวลาเย็น ค่อย ๆ รดอย่าแรงจนทำให้ใบและยอดหักพับ

การถอนแยก เมื่อเมล็ดผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ งอกได้ 7-10 วัน ก็เริ่มทำการถอนแยกครั้งแรก การถอนแยกครั้งนี้ ถอนเพียงเล็กน้อย เลือกต้นที่อ่อนแอ หรือบริเวณที่ต้นกล้างอกขึ้นแน่นเกินไป ยังไม่มีการจัดระยะให้ได้ระยะตามต้องการเพียงแต่เตรียมการล่วงหน้าไว้เท่านั้น

การพรวนดินและการกำจัดวัชพืช การพรวนดินควรทำพร้อม ๆ กับการกำจัดวัชพืชและการใส่ปุ๋ย การพรวนดินต้องพรวนอย่างระมัดระวังอย่าให้รากและใบได้รับความกระทบกระเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพรวนดินควรทำ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรก หลังจากเมล็ดงอกได้ 7-10 วัน หรือหลังจากย้ายปลูก ส่วนการพรวนดินครั้งที่ 2 จะเริ่มในระยะประมาณ 14-20 วัน หลังจากการพรวนดินครั้งที่ 1 การพรวนดินครั้งนี้ต้องระมัดระวังอย่าให้รากและใบได้รับความกระทบกระเทือนเหมือนครั้งแรก ต้องมีการใส่ปุ๋ยและถอนแยกในช่วงนี้ด้วย

การใส่ปุ๋ย ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้เป็นพืชผักที่มีอายุสั้น ใช้ใบและก้านบริโภค ฉะนั้นปุ๋ยที่ใช้จึงต้องเน้นที่ธาตุไนโตรเจนเช่นเดียวกับคะน้าจีน สูตรปุ๋ยที่เหมาะสมคือ 12-8-8 ในการใส่ปุ๋ยกับผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ มีวิธีการที่ควรต้องปฏิบัติและพิจารณาดังนี้ คือ การใส่ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยสูตร 12-8-8 อัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใส่ปุ๋ยดังกล่าว อาจพิจารณาใส่ได้ 3 ระยะโดยเลือกระยะใดระยะหนึ่ง คือ 1. ใส่พร้อม ๆ กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในขณะการเตรียมดินครั้งสุดท้ายใช้สำหรับการปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ด้วยเมล็ด 2. ใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นหรือรองก้นหลุมปลูก เหมาะสำหรับการปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ด้วยต้นกล้า คลุกปุ๋ยในหลุมให้ทั่วก่อนปลูก และ 3. ใส่หลังจากเมล็ดงอกแล้ว 7-10 วัน เหมาะสำหรับการปลูกในระบบแบบเป็นแถว คือ โรยปุ๋ยลงไประหว่างแถว ห่างจากต้นประมาณ 5-10 เซนติเมตร เสร็จแล้วพรวนดินกลบรดน้ำให้ชุ่ม

ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นการใส่ปุ๋ยเสริม ถ้ามีการใส่ปุ๋ยสูตรในระยะการเตรียมดินปลูก การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับเร่งให้ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้เจริญเติบโตเร็วยิ่งขึ้น ต้องทำในระยะเมื่อผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้งอกได้ 10-20 วัน แต่ถ้ามีการใส่ปุ๋ยสูตรแบบรองก้นหลุม การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับเสริมต้องทำในช่วงระยะ 14-20 วัน หลังจากปลูก ส่วนการใส่ปุ๋ยสูตรหลังเมล็ดงอกต้องใส่ปุ๋ยเสริมในช่วงระยะ 15-20 วัน หลังจากการใส่ปุ๋ยครั้งแรก ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้อาจเป็นปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยสังเกตดูความสมบูรณ์ของต้นผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้เป็นเกณฑ์ ในการพิจารณาใช้จำนวนปุ๋ยแล้วทุกครั้งต้องพรวนดินกลบปุ๋ย รดน้ำใช้ชุ่มทันที อย่าปล่อยให้ปุ๋ยกองอยู่บนผิวดิน เพราะจะถูกชะล้างจากฝนได้ง่าย

การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ จะเริ่มเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 35-45 วัน หลังจากปลูก การปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ด้วยเมล็ด การเจริญเติบโตจะไม่สม่ำเสมอการเก็บเกี่ยวอาจต้องทำ 2-3 ครั้ง เลือกเก็บเกี่ยวเฉพาะต้นที่ได้ขนาดไปจำหน่ายก่อน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวคือในเวลาเช้าหรือเวลาเย็น แต่ถ้าเป็นการเก็บเกี่ยวครั้งละมาก ๆ เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ เวลาเย็น แล้วนำไปจำหน่ายในเวลาเช้าสำหรับการเตรียมผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ส่งตลาด ขั้นตอนแรก คือ การล้าง นำผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่เก็บเกี่ยวแล้วไปล้างน้ำให้สะอาด ขั้นตอนที่สอง คือ ทำการตัดแต่ง ตัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคนที่แก่ ส่วนที่เป็นโรคและที่มีแมลงเกาะติดอยู่ต้องนำออกให้หมด และ ขั้นตอนที่สาม คือ การคัดขนาดและคุณภาพ โดยเลือกต้นที่ไม่ดีออกให้หมด แล้วทำการบรรจุหีบห่อ การเก็บรักษา ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ เป็นผักอวบน้ำ สูญเสียง่าย การเก็บรักษาคุณภาพต้องเก็บไว้ในอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บไว้ได้นาน 21 วัน (ไฉน, 2542)

การสังเคราะห์แสงของพืช

การสังเคราะห์แสง เป็นขบวนการที่พืชนำพลังงานแสงไปเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี ในขบวนการนี้ พืชจะใช้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อไปสร้างคาร์โบไฮเดรตอย่างง่าย ๆ และได้ออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ออกมา คาร์โบไฮเดรตที่ได้จะถูกนำไปใช้สร้างสารประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของพืช เช่น โปรตีน ไขมัน และแป้ง เป็นต้น ต่อมาสารเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการสร้างใบและลำต้น ราก ดอก ผล เมล็ด และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ในต้นพืช การสังเคราะห์แสงเป็นขบวนการหนึ่งที่ทำให้พืชดำรงชีพอยู่ได้ และยังเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสัตว์ในทางอ้อมอีกด้วย พืชเป็นห่วงโซ่อาหารชั้นล่างสุด เพราะสามารถผลิตอาหารให้กับพวกเรา พืชใช้แสงโดยการแปลงน้ำ (H_2O) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไปเป็นออกซิเจน (O_2) และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล ขบวนการนี้ เรียกว่า การสังเคราะห์แสง สิ่งมีชีวิตที่มีการสังเคราะห์แสงจะมี pigments ชนิดต่างๆ อยู่หลายชนิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้คือ Chlorophylls Carotenoids และ Phycobilins pigment ที่มีความเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงที่สำคัญนั้นได้แก่ Chlorophyll สำหรับอีก 2 ประเภทเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงทางอ้อม

พลังงานจากดวงอาทิตย์

พลังงานของดวงอาทิตย์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียสของการเปลี่ยนไฮโดรเจนอะตอมเป็นอีเลี่ยมอะตอมในแต่ละวินาที ดวงอาทิตย์จะส่งพลังงานไปสู่อวกาศประมาณ 1 ล้านเท่าของพลังงานที่เกิดจากถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ และน้ำมัน แต่พลังงานที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์น้อยมาก เมื่อเทียบกับที่ดวงอาทิตย์ส่งออกมาอยู่ในรูปของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีความยาวคลื่นต่างๆ กันตั้งแต่ 10^{-11} ถึง10^{+5} เซนติเมตร และมีชื่อเรียกต่างกันว่า cosmic rays, gamma rays, ultraviolet, visible, infrared, micro-wave, short-wave, medium-wave, และ long-wave รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมาถึงพื้นโลก มีช่วงสั้นมาก คือ ตั้งแต่ประมาณ 290-5,000 nm รังสีดังกล่าวแบ่งออกได้ เป็น 3 ประเภท คือ

1. Visible light รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 400-760 nm เรียกว่า แสง เป็นรังสีที่มนุษย์และสัตว์โลกมองเห็นได้ จึงเรียกว่าแสงที่ตามองเห็นได้ (visible light) แสงนี้มี 7 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงสีม่วง แสงสีคราม แสงสีน้ำเงิน แสงสีเขียว แสงสีเหลือง แสงสีส้ม และแสงสีแดง แสงเหล่านี้มีความยาวแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) เครื่องมือที่ใช้วัด visible light คือ luxmeter

ตารางที่ 2 ความยาวคลื่นของแสงที่มนุษย์มองเห็นได้ (มนตรี, 2546)

ชนิดของแสง	ความยาวคลื่น (nm)
แสงสีม่วง	390-410
แสงสีคราม	411-425
แสงสีน้ำเงิน	426-492
แสงสีเขียว	493-535
แสงสีเหลือง	536-586
แสงสีส้ม	587-647
แสงสีแดง	648-760

2. Infrared Radiation รังสีอินฟราเรดมีความยาวคลื่นยาวกว่าแสงที่มองเห็น มนุษย์เราสามารถสัมผัสรังสีอินฟราเรดได้จากพลังงานความร้อนที่เกิดจากรังสี หากรังสีเป็นคลื่นที่มีความยาวมาก ความร้อนก็จะเกิดขึ้นมาก รังสีอินฟราเรดจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมาถึงโลกจะมีความยาวคลื่นไม่เกิน 3,000 nm เรียกว่า near infrared สำหรับอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นเกินกว่า 3,000 nm เรียกว่า far infrared จะสะท้อนกลับสู่อวกาศหมด near infrared จะเป็นประโยชน์ต่อพืชบ้างในบางกรณีเช่น เกี่ยวกับการทำงานของฮอร์โมนในการงอกของเมล็ด และอิทธิพลต่อการออกดอกของพืชบางชนิดเป็นต้น สำหรับ far infrared จะเกี่ยวกับการให้ความร้อนกับสิ่งมีชีวิต

3. Ultraviolet Radiation รังสีที่ตามองไม่เห็นอีกประเภทหนึ่ง อุลตร้าไวโอเลต มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 390 nm ลงมาจนกระทั่งถึงประมาณ 10 nm เป็นรังสีที่พืชไม่ได้ใช้ในการเจริญเติบโตตามปกติ รังสีประเภทนี้ไม่เป็นอันตรายต่อพืชเพราะโลกเราได้รับรังสีอุลตร้าไวโอเลตเพียง 2 เปอร์เซนต์ของรังสีที่ส่องมาถึงโลกและ epidermis ของพืชสามารถป้องกันรังสีได้ ดังนั้นรังสีอุลตร้าไวโอเลตจึงไม่มีประโยชน์โดยตรงกับการเจริญเติบโตของพืช (มนตรี, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (www.littlegreenhouse.com/guide3.shtml , 2007)

ความยาวคลื่น (nm)	ปรากฏการณ์
200-280	UVC เป็นอันตรายต่อพืชมากเพราะมีความเป็นพิษสูง
280-315	เป็นแสงที่รวมถึง UVB ที่เป็นอันตรายต่อสีของพืชให้จางลง
315-380	เป็นแสงที่รวมถึง UVA ที่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช
380-400	เริ่มสเปกตรัมแสงที่มองเห็นได้ เริ่มขบวนการการดูดคลอโรฟิลล์ มีการป้องกัน UV ในระยะนี้
400-520	เป็นระยะที่เพิ่มแถบสีม่วง ฟ้า และเขียว มีการดูดคลอโรฟิลล์สูงสุดและมีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แสงมาก (ส่งเสริมระยะการเจริญเติบโต)
520-610	เป็นระยะที่เพิ่มแถบสีเขียว เหลืองและส้ม และมีการดูดโดยเม็ดสีน้อยลง
610-720	เป็นระยะสีแดง มีการดูดคลอโรฟิลล์มาก และเป็นสัญญาณที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แสงมาก (ส่งเสริมการออกดอกและแตกหน่อ)
720-1000	ดูดคลอโรฟิลล์น้อย มีอิทธิพลต่อการออกดอกและการงอก เป็นระยะที่จบแถบ infrared ที่เป็นความร้อน
1000+	เป็นระยะ infrared ทั้งหมด พลังงานทั้งหมดถูกดูดซึมที่จุดนี้โดยแปลงเป็นความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Energy of Light

นอกจากแสงจะมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงยังมีคุณสมบัติคล้ายกับอนุภาคเล็ก ๆ ขณะที่แสงส่องไป ณ ที่ใดก็เปรียบเสมือนมีอนุภาคต่อกันเป็นเส้นจากแหล่งที่เกิดแสงไปยังที่นั้น ลำแสงแต่ละลำเรียกว่า quantum หรือ photon แสง 1 ลำแสง จะให้พลังงานแตกต่างกัน ตามความถี่ของคลื่นแสงดังนี้

$E = h\nu$ ——————————(1)

E = Energy

H = Plank's constant

$= 6.626 \times 10^{-27}$ erg-sec.

$= 1.584 \times 10^{-37}$ kcal-sec.

$= 0.4136 \times 10^{-14}$ ev-sec.

V = frequency of light

= จำนวนคลื่นแสงต่อวินาที

= Cycle/sec.

แต่ $\nu = c/\lambda$ ——————————(2)

แทนค่า (2) ใน (1) จะได้

$E = h\, c/\lambda$ ——————————(3)

C = ความเร็วของแสง

$= 2.998 \times 10^{17}$ nm/sec.

ถ้าแทนค่า h,c ในสมการที่ (3) จะได้

$E = 1.584 \times 10^{-37} \times 2.998 \times 10^{17} / \lambda$

หรือ $E = \frac{4.748^{-20}}{\lambda}$ $\frac{(\text{kcal-nm})}{(\text{nm})}$ ——————————(4)

$E = \frac{1240}{\lambda}$ $\frac{(\text{ev-nm})}{(\text{nm})}$ ——————————(5)

ถ้าต้องการทราบว่า แสงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 680 nm 1 quantum จะให้พลังงานได้เท่าใด เราก็สามารถแทนค่าลงในสมการ (4) หรือ (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E = \frac{4.748 \times 10^{-20}}{\lambda} \quad \frac{\text{(kcal-nm)}}{\text{(nm)}}$$

λ = 680 nm

$$\therefore E = \frac{4.748 \times 10^{-20}}{680} \text{ kcal}$$

$$= 6.982 \times 10^{-23} \text{ kcal}$$

นั่นคือแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 680 nm ให้พลังงาน

$$= 6.982 \times 10^{-23} \text{ kcal/quantum}$$

หรือ = 1.82 ev/quantum

ในทางปฏิกิริยาทางเคมีเรามักใช้หน่วยพลังงานเป็น kcal/mole เพื่อให้เป็นการคล้ายคลึงกับหน่วยพลังงานของปฏิกิริยาเคมี เราจึงใช้หน่วยพลังงานของแสงเป็น kcal/mole "mole" ของแสงซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.023×10^{23} quanta และเรามักจะใช้ Einstein แทน mole ของแสงฉะนั้นเรากล่าวได้ว่า

แสง 1 Es = 6.023×10^{23} quanta

หน่วยพลังงานแสงอาจพูดเป็นหน่วย kcal/Es ได้ เช่น แสงที่มีความยาวคลื่น 680 nm จะให้พลังงานได้ ($6.982 \times 10^{-23} \times 6.023 \times 10^{23}$) = 42.05 kcal/Es

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณพลังงานที่ได้จากแสงความยาวต่าง ๆ กัน (มนตรี, 2546)

ชนิดของแสง	ความยาวคลื่นทั่วไป (nm)	พลังงาน (kcal/Es)
สีม่วง	410	69.7
สีน้ำเงิน	460	62.2
สีเขียว	520	55.0
สีเหลือง	580	49.3
สีส้ม	620	46.2
สีแดง	680	42.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงที่มีความยาวคลื่นสั้นจะให้พลังงานได้สูง และพลังงานจะลดลงเมื่อความยาวแสงเพิ่มขึ้น และจะพบว่าแสงที่ตามองเห็นได้จะให้พลังงานได้สูงมาก เมื่อเทียบกับพลังงานที่ได้จากสารเคมี เช่น ในการไฮโดรไลส์สาร ATP (ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต) จะได้พลังงานเพียง 10 ถึง 14 kcal/mole แต่แสงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 680 nm จะให้พลังงานได้ 42.1 kcal/mole และแสงสีน้ำเงินมีความยาวคลื่น 410 nm จะให้พลังงานได้ถึง 69.7 kcal/mole สูงกว่าพลังงานที่ได้จากการไฮโดรไลส์ ATP ถึงประมาณ 4 เท่าและ 7 เท่าตามลำดับ

Light Intensity

หน่วยที่ใช้ในการวัดความเข้มของแสงอยู่สองระบบ คือ photometric units และ radiometric units

Photometric units เป็นหน่วยที่ใช้วัดความเข้มของแสงที่ตามองเห็นได้ การวัดความเข้มของแสงในระบบนี้ใช้หน่วยเป็น foot-candle และ lux ความเข้มของแสง 1 foot-candle มีค่าแสงเท่ากับ 1 lm/ft^2 และความเข้มของแสง 1 lux มีค่าเท่ากับ 1 lm/m^2 ดังนั้น แสง 1 foot-candle จึงมีค่าเท่ากับแสง 10.76 lux การวัดความเข้มของแสงเป็น foot-candle หรือ lux สามารถใช้กับเรื่องการสังเคราะห์แสงได้เป็นอย่างดี เพราะแสงที่มีอิทธิต่อการสังเคราะห์แสงมากที่สุดนั้นอยู่ในช่วงที่ตามองเห็นได้แต่ความเข้มของแสงเป็น foot-candle หรือ lux ไม่สามารถแยกชนิดของแสงได้ ซึ่งแสงแต่ละชนิดนั้นให้ผลในการสังเคราะห์ได้ต่างกัน ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่าง ๆ จะให้แสงที่มีคุณภาพต่างกัน เช่น เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแสงที่มีความเข้มของแสงเท่ากันจะพบว่า แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีแสงสีน้ำเงินมากกว่าแสงจากหลอดทังสเตนถึง 3 เท่า ดังนั้น เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องหลังจากทราบความเข้มของแสงนั้นได้มาจากแหล่งใดด้วย การวัดความเข้มของแสงเป็น foot-candle หรือ lux นั้นใช้ได้กับแสงที่ตามองเห็นได้เท่านั้น เครื่องมือที่ใช้วัดแสงในระบบนี้จึงไม่สามารถวัดอินฟราเรดและอุลตร้าไวโอเลตได้ ไม่ว่าเป็นแสงที่ผสมอยู่ในแสงที่ตามองเห็นได้หรือแสงเดี่ยว

lumen (lm) คือ การวัดหน่วยของแสงที่ผ่านมาทั้งหมดที่ส่องออกมาอย่างต่อเนื่องจากแหล่งพลังงาน ซึ่ง 1 lumen คือ แสงที่ส่องผ่านมาจากเทียนไขขนาดเล็กมาก

- lux คือ ความเข้มของแสงที่ตกลงบนพื้นที่ผิวต่อ 1 ตารางเมตร มีหน่วยเป็น lm / m^2
- foot-candle คือ ความเข้มของแสงที่ตกลงบนพื้นที่ผิวต่อ 1 ตารางฟุต มีหน่วยเป็น lm / ft^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิสี สามารถวัดโดยองศาเคลวิน (K) ซึ่งสีของแสงถูกจ่ายออกไปในความสัมพันธ์กับองศาของความร้อนที่ผลิตโดยสีพิเศษของแสง แสงกลางวันวัดได้ประมาณ 5000 K (www.greenmanspag.com/guides/ lighting .html, 2007)

Radiometric units เป็นหน่วยวัดความเข้มของแสง โดยคิดจากพลังงานของรังสีทั้งหมด ซึ่งได้แก่ รังสีอินฟราเรด แสงที่ตามองเห็นได้ และรังสีอุลตร้าไวโอเลต การวัดความเข้มของแสงในระบบ radiometric units อ่านค่าออกมาเป็นพลังงาน เช่น erg/cm^2 –sec.,kcal/ cm^2 –sec.ถ้าเราทราบว่าแสงที่เราใช้เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นเท่าใด ก็จะสามารถจะสามารถหา quantum flux ของแสงนั้นได้โดยซ้าสมการ E = hv = vc/λ เข้าช่วยความเข้มของแสงในระบบ radiometric units ไม่สามารถเทียบเป็นความเข้มของแสงในระบบ photometric ได้

แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมาถึงโลกมีความเข้มประมาณ 100,000 lux (วันที่ไม่มีเมฆ) หากวัดความเข้มของรังสีในช่วงเวลาเดียวกันจะได้ประมาณ 2.00 cal/cm^2 –min หรือเท่ากับ 0.12 kcal/ cm^2-sec. และพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ตลอดวันคิดเฉลี่ยทั่วโลก 0.9 kcal/ cm^2 ค่าที่วัดได้นี้เปลี่ยนแปลงไปตามภูมิภาคของโลก (มนตรี, 2546)

ตารางที่ 5 แสดงความต้องการแสงของพืชที่มีพลังงานสูง(www.greenmanspag.com/guides/ lighting .html, 2007)

ความเข้มแสง (lux)	ความสำคัญต่อพืช
1,000-5,000	มีความจำเป็นต่ำที่สุดสำหรับสิ่งมีชีวิต
10,000-15,000	มีความจำเป็นต่ำที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตคงที่
20,000-25,000	มีความจำเป็นต่ำที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของไม้พุ่ม
25,000-30,000	มีความจำเป็นสูงที่สุดสำหรับสายพันธุ์กึ่งเขตร้อน
25,000-50,000	มีความจำเป็นสูงที่สุดสำหรับสายพันธุ์พืชบริเวณเส้นศูนย์สูตร

พืชต้องการ 25,000 - 50,000 lux เพื่อการเจริญโตเร็วที่มาก ความเข้มแสงอาทิตย์บนพื้นผิวโลกสูงสุด 90,000 lux เป็นแสงที่มากไม่ดีสำหรับพืช ความเข้มแสงของพืชในระดับนี้หรือสูงกว่าเป็นการเสี่ยงของ solarization ที่จะให้การสังเคราะห์แสงช้า สามารถเจอในกลางวันของฤดูร้อนในเขตร้อนที่ละติจูดสูงพิเศษ (www.greenmanspag.com/guides/ lighting .html, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแปลงรังสีของแสง

พืชใช้พลังงานแสงระหว่าง 400 และ 700 nm รู้จักในชื่อว่า PAR (Photosynthetically Active Radiation) การส่องสว่างในพืชรู้จักในชื่อว่า irradiance (illumination) ซึ่งวัดโดยใช้หน่วย W / m^2 ความหมายอื่นของการวัดคุณภาพแสงสำหรับการเจริญเติบโตของพืชจะใช้หน่วย quantum flux ในบริเวณ PAR เรียกว่า โฟตอน ซึ่ง photon flux มีหน่วยโดยทั่วไปคือ $\mu mol / m^2 / s$ โดย 1 μmol มีค่า 6.022×10^{17} photon และ 1 mol มีค่า 6.022×10^{23} photon เป็นการวัดที่บ่งชี้โดยตรงว่าพืชใช้พลังงานในการสังเคราะห์แสงอย่างไร ซึ่งอย่างไรก็ตาม หลอดทั่วไปใช้ lumen ในการวัดสเปกตรัมแสงที่มองเห็นในมนุษย์ ยิ่งกว่านั้น หลอดส่วนมากวัดโดยใช้ระดับแสงในหน่วย lm / m^2 (lux) หรือ lm / ft^2 (foot candle)การไวต่อสเปกตรัมของพืชและมนุษย์แตกต่างกันมาก ไม่มีหลักการโดยตรงไหนที่แปลงหน่วยโดยปราศจากสมการ full spectrum สำหรับการให้จากแหล่งกำเนิดแสง

การคำนวณและตารางข้างล่างใช้ค่าแปลงรังสีของ 400-700 nm สำหรับพืชที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงโดยประมาณ ซึ่งนำมาจาก The Plant Growth Chamber Handbook , (1997) ค่าที่ใช้แสดงนี้ขึ้นอยู่กับ lumen หลอด บัลลาสต์ และชั่วโมงในการใช้ ค่าโฟตอนใช้หน่วย μmol $/ m^2 / s$ สำหรับการแปลงค่าอื่น ๆ คือ

1 lm / m^2 (lumen per squre meter)

= 1 lux (lx)

= 10^{-4} lm / cm^2

= 10^{-4} phot (ph)

= 0.093 lm / ft^2

= 0.093 foot-candle (fc)

1 m = 3.3 ft

1 m^2 = 10.8 ft^2

1 ft = 0.3 m

3 ft = 1 yard = 0.91 m (www.greenmanspag.com/guides/ lighting .html , 2007)

102669

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 การแปลงค่าหน่วยวัดแสง (http://www.egc.com/useful_info_lighting.php, 2007)

แหล่งรังสี	โฟตอน เป็น W / m^2	W / m^2 เป็น โฟตอน	โฟตอน เป็น lux	Lux เป็น โฟตอน	โฟตอน เป็น fc	fc เป็น โฟตอน	W / m^2 เป็น lux	lux เป็น W / m^2
sunlight	0.219	4.57	54	0.019	5.02	0.199	0.249	4.02
cool white fluorescence	0.218	4.59	74	0.014	6.87	0.146	0.341	2.93
plant growth fluorescence	0.208	4.80	33	0.030	3.07	0.326	0.158	6.34
incandescent 100 W tungsten	0.200	5.00	50	0.020	4.65	0.215	0.251	3.99

ประเภทของหลอดประดิษฐ์

หลอดประดิษฐ์ที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืชใช้ส่งเสริมแสงทั้งหมดที่พืชต้องการเติบโต เป็นตัวเสริมแสงอาทิตย์โดยเฉพาะในเดือนที่หนาวที่มีช่วงแสงที่สั้นใช้เพิ่มความยาวของวัน ในกลไกการเจริญเติบโตพิเศษและการออกดอก หลอด High Intensity Distance plant growth light หลอดนี้ที่ใช้สำหรับพืชสวนมี

Metal Halide (MH) หลอดนี้ให้ความสำคัญกับสเปกตรัมสีฟ้า / เขียวสำหรับส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งจะเน้นการผลิตของแสงในสเปกตรัมสีฟ้า สีของแสงนี้ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการเจริญเติบโตของใบสีเขียวที่ดี หลอดนี้ผลิตมากกว่า 125 lm / w^2 เมื่อเทียบกับ 39 lm / w^2 ของหลอดฟลูออเรสเซนต์และ 18 lm / w^2 ของหลอด incandescent ระบบของหลอดนี้เป็นตัวเลือกหนึ่งที่ใช้ในสวน

High – Pressure Sodium (HPS) ให้สเปกตรัมสีแดง / เหลือง เป็นหลอดที่ดีที่ใช้ร่วมกับแสงอาทิตย์ ซึ่งหลอดนี้ใช้ส่งเสริมการออกหน่อและการออกดอกในพืช หลอดนี้ผลิตมากกว่า 140 lm / w^2 ซึ่งหลอดนี้ควรใช้ใน green house

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fluorescent plant grow lights หลอดนี้ใช้ในการเริ่มปลูก ระยะต้นกล้าและการการแบ่งตัวของราก โดยทั่วไปเป็นแหล่งพลังงานแสงต่ำสำหรับการออกดอกและการเริ่มออกหน่อ เพราะมีการจ่าย lumen ที่ต่ำ ซึ่งการปลูกเพื่อให้เจริญเติบโตเร็วควรปลูกภายใต้หลอด HID เมื่อระดับของแสงต่ำกว่าพอควร การปลูก fixtures และ bulbs จะจ่ายความร้อนต่ำ ข้อเสียเปรียบของการปลูกนี้ คือ ความเข้มแสงต่ำ สามารถปลูกได้สูง 8 – 10" ถ้าปลูกจนสูงขึ้นและเก็บหน่อที่งอก ส่วนของพืชที่ต่ำกว่าจะไม่ได้รับแสงที่เพียงพอ ควรใช้ full spectrum fluorescent ให้กับพืชที่จำเป็นใช้ความยาวคลื่นของแสงทั้งหมด

incandescent plant grow lights หลอดนี้ใช้ได้ดีสำหรับการเริ่มปลูกต้นกล้าและเป็นตัวเลือกที่ไม่แพงที่เตรียมใช้หลอด HID เพราะไม่ต้องการบัลลาสต์ หลอดนี้ใช้ได้ดีในพืชเดี่ยวหรือพืชกลุ่มขนาดเล็ก เพราะจ่าย lumen ต่ำและให้ระยะจำกัด (www.victoria–adventure.org/water_gardening /luminar _prospects .htm, 2007)

ผลกระทบของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช

จากศึกษาของ (Noor *et al.*, 2003) พบว่า การตอบสนองของถั่ว 2 ชนิด ต่อ แสงจาก sunlight แสงจากหลอด incandescent และแสงจากหลอด fluorescent ผลจาก sunlight ใบจะมีสีเขียวเข้มใบมีขนาดใหญ่มาก และไม่หยิก ผลจากหลอด incandescent ใบมีสีเขียวค่อนข้างเหลือง ใบจะหยิก และเมื่ออายุมากขึ้นใบจะ มีสีเขียวซีดมาก และสูงมากที่สุด ผลจากหลอด fluorescent ใบมีสีเขียวค่อนข้างเหลือง ใบมีลักษณะบางมากกว่าปกติ ตารางแสดงค่าเฉลี่ยความสูงและค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ (ตารางที่ 7 และ 8) การออกดอกของบีท และซูการ์บีทต่อแสงจากหลอด incandescent หลอด warm white fluorescent หลอด soft white fluorescent หลอด daylight fluorescent และหลอด plant growth fluorescent พบว่า บีท และซูการ์บีท ที่ปลูกในแสง incandescent มี seed stalks และ flower stalks ดีที่สุด (ตารางที่ 9) (Borthwick and Parker, 1955) การออกดอกของถั่วเหลือง จำนวนของฝักที่ยาวกว่า 2 เซนติเมตร และน้ำหนักฝัก ที่ปลูกในแสง sunlight เป็นเวลา 9 ชั่วโมงต่อวัน, incandescent เป็นเวลา 20 ชั่วโมงต่อวัน, fluorescent เป็นเวลา 20 ชั่วโมงต่อวัน และ incandescent and fluorescent เป็นเวลา 20 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 60 วัน พบว่า ถั่วที่ปลูกในแสง fluorescent ให้จำนวนฝักที่ยาวกว่า 2 เซนติเมตร และน้ำหนักต่อฝักมากที่สุด ส่วน incandescent and fluorescent มีความสูงมากที่สุด แต่ไม่มีฝักที่ยาวกว่า 2 เซนติเมตร และ sunlight มีระยะการออกดอกเร็วที่สุด (ตารางที่ 10) และศึกษาความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และจำนวนฝัก และน้ำหนักฝักของถั่วเหลืองที่ปลูกในห้องควบคุมอุณหภูมิคงที่ใช้แสง incandescent เป็นเวลา 13.5 ชั่วโมงต่อวัน และ fluorescent เป็นเวลา 13.5 ชั่วโมง ต่อวัน พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่วที่ปลูกในแสง fluorescent จะมีน้ำหนักฝักมากกว่าแสง incandescent ส่วนความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และจำนวนฝัก มากกว่า fluorescent (ตารางที่ 11) ของ Woodbury and Ridley, (1969) รายงานว่าการปลูก snapbeans ในแสง plant growth fluorescent และเพิ่มแสง incandescent เป็น เวลา 30 นาที ต่อวัน และไม่เพิ่มแสง incandescent พบว่า การเพิ่มแสง incandescent ทำให้ความสูง ความยาวของต้น พื้นที่ใบ และน้ำหนักเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 12) และศึกษาการเพิ่มแสง white incandescent เป็น เวลา 15 นาที ต่อวัน และ blue incandescent เป็น เวลา 15 นาที ต่อวัน ในแสง plant growth fluorescent ที่ปลูก seneca chief squash พบว่า แสง blue incandescent ทำให้ hypocotyl ยาวขึ้น ลำต้นสูงขึ้น ก้านใบยาวขึ้น พื้นที่ใบเพิ่มขึ้น และน้ำหนักเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 13) (Warrington *et al.*,1978)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความสูงของถั่ว 2 ชนิดต่อแสงแต่ละชนิด (http://www.virtualsciencefair.org /200 /alol4n0/public %5Fhtml/, 2007)

วันที่	ค่าเฉลี่ยความสูง (ซม.) ถั่ว 1 ชนิดของแสง			ค่าเฉลี่ยความสูง (ซม.) ถั่ว 2 ชนิดของแสง		
	sunlight	incandescent	fluorescent	sunlight	Incandescent	fluorescent
เม.ย.-12	1.5	1.5	1.5	0.5	0.5	0.5
เม.ย.-13	3.875	3.75	3.875	0.5	0.875	1
เม.ย.-14	6.375	7.125	7.5	1	1.5	1.5
เม.ย.-15	8.25	10.75	11.5	1.375	2.125	2
เม.ย.-16	9.25	14.5	15.125	1.75	3	2.25
เม.ย.-17	10.625	17.625	17.75	1.875	4.125	3.375
เม.ย.-18	12	20.25	20.75	2.625	4.75	4.125
เม.ย.-19	13.5	22.5	22.625	3.5625	6.125	5.3125
เม.ย.-20	15	24.75	24.5	4.5	7.5	6.5
เม.ย.-21	15.5	27.75	26.5	5.25	8.9375	6.625
เม.ย.-22	16	30.75	28.5	6	10.375	6.75
เม.ย.-23	17.25	31.75	29.75	7	13.375	10.875
เม.ย.-24	19	33.5	30.625	8.25	15.5625	12
เม.ย.-25	20.75	35.25	31.5	9.5	17.75	13.125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของถั่ว 2 ชนิดต่อแสงแต่ละชนิด (http://www.virtualsciencefair .org/2004/alol4n0/public %5Fhtml/, 2007)

วันที่	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบ (ซม.) ถั่ว 1 ชนิดของแสง			ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบ (ซม.) ถั่ว 2 ชนิดของแสง		
	sunlight	incandescent	fluorescent	sunlight	Incandescent	fluorescent
เม.ย.-12	1	1	1	1	1	1
เม.ย.-13	1	1	1	1	1	1
เม.ย.-14	1	1	1	1	1	1
เม.ย.-15	4.5	1	2	1	1	1
เม.ย.-16	4.5	5.75	7	2.5	2.5	1.5
เม.ย.-17	6.75	6.5	7	3.5	2.5	2.5
เม.ย.-18	8.25	6..5	9.5	5	3.5	4
เม.ย.-19	9.625	6.75	9.25	8.25	4.25	5
เม.ย.-20	11	7	9	11.5	5	6
เม.ย.-21	10.875	7.5	10	14	6.5	9.375
เม.ย.-22	10.75	8	11	15	8	12.75
เม.ย.-23	14.25	8	10.5	16.5	8	12
เม.ย.-24	15	7.75	11.125	19.125	9.75	14.625
เม.ย.-25	15.75	7.5	11.75	23.25	11.5	17.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลกระทบของแสงต่อการออกดอกของบีท (Borthwick and Parker, 1955)

ชนิดของแสง	บีท Seed stalks (per lot of 20)	ซูการ์บีท Flower stalks (per lot of 12)
incandescent	19	11
warm white fluorescent	3	0
soft white fluorescent	1	0
cool white fluorescent	1	0
daylight Fluorescent	2	0
plant growth fluorescent	4	0

ตารางที่ 10 ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในแสงต่าง ๆ เป็นเวลา 60 วัน (Woodbury and Ridley, 1969)

ชนิดของแสง	ความสูง (ซม.)	ระยะการออกดอก (วัน)	จำนวนฝักที่ยาวกว่า 2 ซม.	น้ำหนักฝัก (มก.)
sunlight 8 hour	37	28	27	745
incandescent 20 hour	160	60	0	0
Fluorescent 20 hour	73	32	50	959
incan and Fluores 20 hour	168	58	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ผลกระทบของถั่วเหลืองที่ปลูกในห้องควบคุมอุณหภูมิและแสงชนิดต่างๆ (Woodbury and Ridley, 1969)

ชนิดของแสง	ลำต้นสูง (ซม.)	พื้นที่ใบ (ซม.^{2})	น้ำหนักสด (กรัม)	จำนวนฝัก	น้ำหนักฝัก (กรัม)
Incandescent	68	4859	178.9	77	0.926
Fluorescent	42	2926	88.6	66	1.112

ตารางที่ 12 การปลูก snapbeans ในแสง plant growth fluorescent และเพิ่มแสง incandescent เป็นเวลา 30 นาทีต่อวัน (Warrington *et al.*,1978)

ชนิดของแสง	ลำต้นสูง (ซม.)	ความยาวก้านใบ (ซม.)	พื้นที่ใบ (ซม.^{2})	น้ำหนักสูงสุด (กรัม)
เพิ่ม incandescent	31.0	33	814	32.86
ไม่เพิ่ม incandescent	11.4	19	626	25.78

ตารางที่ 13 การปลูก Seneca chief squash ในแสง plant growth fluorescent และเพิ่มแสง white incandescent และ blue incandescent เป็นเวลา 15 นาทีต่อวัน (Warrington *et al.*,1978)

ชนิดของแสง	Hypocotyl (ซม.)	ความสูงของลำต้น (ซม.)	ความยาวก้านใบแรก (ซม.)	พื้นที่ใบ (ซม.^{2})	น้ำหนักสูงสุด (กรัม)
white incandescent	1.6	2.7	12.8	514	26.53
blue incandescent	5.3	7.6	29.4	388	32.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์กวางตุ้งฮ่องเต้ ของ บริษัท เจียไต๋ จำกัด
2. หลอดไฟที่ใช้ทดลอง คือ
   - หลอด cool white fluorescent
   - หลอด plant growth fluorescent
   - หลอด incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีแดง
   - หลอด incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีน้ำเงิน
3. บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ เครื่องตัว เปิด-ปิด หลอดไฟ และ พัดลมระบายอากาศ ขนาด 3 นิ้ว DC 12 V
4. โครงเหล็ก ขนาด 1.5 x 3 x 1 เมตร ใช้เป็นแปลงทดลองป้องกันแสง
5. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยด์ ป้องกันแสง
6. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจาก AC 220 V เป็น DC 12 V
7. เครื่องเช็คความเข้มของแสง (Porometer) ยี่ห้อ LI – COR , INC รุ่น LI – 1600
8. เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ AE ADAM รุ่น AFP – 360L
9. เครื่องอบ WTBC binder รุ่น VAP2 (บริษัท WTBC binder Tuttlingen Germany)
10. เครื่องวัดพื้นที่ใบ รุ่น LI-3100 Area Meter
11. กล่องเก็บตัวอย่างทดลอง คีม
12. ปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15 – 15 - 15
13. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 15x30 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ที่ปลูกผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ภายใต้แหล่งกำเนิดแสง ดังนี้ sunlight, cool white fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีแดง และ Incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีน้ำเงิน โดยเตรียมต้นกล้ากวางตุ้งฮ่องเต้ นำเมล็ดพันธุ์ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้มาปลูกจำนวน 3 – 5 เมล็ดต่อหลุม ปลูกในกระบะเพาะ วางกะบะให้ได้รับแสงไม่จัด ต้นกวางตุ้งฮ่องเต้งอกโผล่พ้นดินอายุ 7 วัน ถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นหลุม ทำโครงเหล็กขนาด 1.5 x 3 x 1 เมตร แบ่งออกเป็น 4 ช่องและป้องกันแสงโดยใช้แผ่นอะลูมีเนียมฟอลย์คลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงเหล็กที่เตรียมไว้ ทำช่องระบายอากาศ ติดตั้งหลอดไฟ cool white fluorescent, plant growth fluorescent, Incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีแดง และ Incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีน้ำเงิน วัดค่าความเข้มแสงโดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง porometer (มีหน่วยเป็น $\mu mol / m^2 / s$) ให้ทุกหลอดมีค่าความเข้มแสง 1000 lux โดยมีการแปลงค่าหน่วยวัดแสงดังนี้ แสง cool white fluorescent 1 $\mu mol / m^2 / s$ มีค่า 74 lux 1000 lux มีค่า 13.5 $\mu mol / m^2 / s$ แสง plant growth fluorescent 1 $\mu mol / m^2 / s$ มีค่า 33 lux 1000 lux มีค่า 30.3 $\mu mol / m^2 / s$ และแสง incandescent1 $\mu mol / m^2 / s$ มีค่า 50 lux 1000 lux มีค่า 20 $\mu mol / m^2 / s$ (ตารางที่ 7) เพียงแต่แหล่งกำเนิดแสงต่างกัน เตรียมดินผสมใส่ปุ๋ยคอกพร้อม บรรจุดินลงในถุงพลาสติกสีดำ จำนวน 200 ถุง เมื่อต้นกล้าผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้อายุได้ 15 วัน นำต้นกล้าย้ายมาใส่ในถุงที่ใส่ดินเตรียมไว้ นำไปวาง โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

T1 = ปลูกใน sunlight (control)

T2 = ปลูกใน แปลงป้องกันแสงที่มีแสงของ หลอด cool white fluorescent เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

T3 = ปลูกใน แปลงป้องกันแสงที่มีแสงของ หลอด plant growth fluorescent เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

T4 = ปลูกใน แปลงป้องกันแสงที่มีแสงของ หลอด incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีแดง เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

T5 = ปลูกใน แปลงป้องกันแสงที่มีแสงของ หลอด incandescent ห่อด้วยกระดาษแก้วสีน้ำเงิน เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

สำหรับการดูแลรักษาตลอดการทดลอง รดน้ำต้นผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ 3 วัน ต่อครั้ง หลังจากต้นกวางตุ้งฮ่องเต้งอกได้ 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46 – 0 – 0 ในอัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร รดให้ชุ่ม

การบันทึกผลการทดลอง

วัดความสูงส่วนเหนือดิน วัดพื้นที่ใบ ชั่งหาน้ำหนักสด และชั่งหาน้ำหนักสดของต้นผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่เก็บเกี่ยวอายุ 15, 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน

การเก็บผลการทดลอง สุ่มเก็บ ซ้ำละ 1 ถุง ต่อวิธีการทดลอง วัดความสูง โดยวัดจากส่วนเหนือดิน การวัดพื้นที่ใบทำการเด็ดใบออกจากลำต้นและนำเข้าเครื่องวัดพื้นที่ใบ การชั่งหาน้ำหนักสดนำใบและลำต้นไปชั่งที่เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง การชั่งหาน้ำหนักแห้งนำใบและลำต้นไปอบที่อุณหภูมิ 70° ซ นาน 2 วัน หรือจนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

จากเดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของแสง sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้

ความสูงของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้อายุ 15 วัน (ตารางที่14) มีความสูงเฉลี่ย 1.45 เซนติเมตร ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกภายใต้แหล่งกำเนิดแสงจาก sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue เมื่ออายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 1-6) โดยที่แสงจาก incandescent blue มีผลให้ความสูงผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้มากสุด เท่ากับ 2.32, 2.80, 3.94, 4.79, 5.71 และ 6.65 เซนติเมตร เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน ตามลำดับ แต่แหล่งกำเนิดแสงจาก plant growth fluorescent มีผลให้ความสูงผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ต่ำสุด เท่ากับ 2.18, 2.68, 3.01, 3.37, 3.93 และ 4.25 เซนติเมตร เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ความสูง (ซม.) ของผักกาดกวางกวางตุ้งฮ่องเต้ เมื่อได้รับแสงจาก sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)						
	15	20	25	30	35	40	45
Sunlight	1.46	2.19c[1/]	2.63 b[1/]	3.05d[1/]	3.56d[1/]	4.08d[1/]	4.60d[1/]
Fluorescent	1.44	2.17 c	2.69 b	3.14c	3.67c	4.28c	4.76 c
plant growth fluorescent	1.46	2.18 c	2.68 b	3.01d	3.37e	3.93e	4.25 e
incandescent red	1.45	2.25 b	2.77 a	3.82b	4.70b	5.58b	6.41 b
incandescent blue	1.47	2.32 a	2.80 a	3.94a	4.79a	5.71a	6.65 a

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีแบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณพื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้อายุ 15 วัน มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 1.25 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 15) ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกภายใต้แหล่งกำเนิดแสงจาก sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue เก็บเกี่ยวอายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน มีพื้นที่ใบแต่ละอายุเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่แสงจาก sunlight ทำให้มีพื้นที่ใบมากสุด เท่ากับ 2.46, 4.79, 9.35, 18.23, 35.56 และ 69.34 ตารางเซนติเมตร เมื่อเก็บเกี่ยวอายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน ตามลำดับ และแสงจาก incandescent blue ทำให้พื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.49, 6.57, 9.46 และ 13.24ตารางเซนติเมตร ที่อายุ 30, 35, 40 และ 45 วัน (ตารางผนวกที่ 7-12)

ตารางที่ 15 พื้นที่ใบ (ซม.^{2}) ต่อต้น ของผักกาดกวางกวางตุ้งฮ่องเต้ เมื่อได้รับแสง sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)						
	15	20	25	30	35	40	45
Sunlight	1.29	2.46a[1/]	4.79a[1/]	9.35a[1/]	18.23a[1/]	35.56a[1/]	69.34a[1/]
Fluorescent	1.25	2.41a	3.84c	6.14c	9.95c	15.84c	25.34c
plant growth fluorescent	1.26	2.41a	4.09b	6.95b	11.82b	20.10b	34.17b
incandescent red	1.20	2.12b	3.17d	4.76d	7.14d	10.72d	16.08d
incandescent blue	1.23	2.14b	3.10d	4.49e	6.57e	9.46e	13.24e

[1/]ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีแบบ DMRT

น้ำหนักสดของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้อายุ 15 วัน มีค่าเฉลี่ย 0.039 กรัมต่อต้น(ตารางที่ 16) ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกภายใต้แหล่งกำเนิดแสงจาก sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue เมื่ออายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่แสงจาก sunlight ทำให้มีน้ำหนักสดสูงสุดในแต่ละอายุเก็บเกี่ยว เท่ากับ 0.079, 0.157, 0.308, 0.603, 1.141 และ 2.282 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และแสงจาก incandescent red และ incandescent blue ทำให้พื้นที่ใบของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้มีค่าน้อยที่สุด ที่อายุ 30, 35, 40, และ 45 วัน (ตารางผนวกที่ 13-18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 น้ำหนักสด (กรัม)ต่อต้น ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ เมื่อได้รับแสง sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)						
	15	20	25	30	35	40	45
Sunlight	0.040	0.079a[1/]	0.157a[1/]	0.308a[1/]	0.603a[1/]	1.141a[1/]	2.282a[1/]
Fluorescent	0.039	0.065b	0.112b	0.189b	0.314c	0.527c	0.934c
plant growth fluorescent	0.039	0.067b	0.122b	0.218b	0.394b	0.704b	1.271b
incandescent red	0.038	0.056b	0.085b	0.128c	0.193d	0.289d	0.433d
incandescent blue	0.040	0.060b	0.089b	0.0134c	0.201d	0.301d	0.433d

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีแบบ DMRT

ในทำนองเดียวกันน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้อายุ 15 วัน มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเริ่มต้นประมาณ 0.003 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 17) ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกภายใต้แหล่งกำเนิดแสงจาก sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue เก็บเกี่ยวอายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน น้ำหนักแห้งแต่ละอายุเก็บเกี่ยวภายใต้แสงแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่แสงจาก sunlight ทำให้มีน้ำหนักแห้งมากสุด เท่ากับ 0.0068, 0.0145, 0.0291, 0.0501, 0.1002 และ 0.2020 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และแสงจาก incandescent red และ incandescent blue ทำให้ผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้มีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 0.0048, 0.0072, 0.0121, 0.0183, 0.0278 และ 0.0343 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 19-24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 น้ำหนักแห้ง (กรัม)ต่อต้น ของผักกาดกวางกวางตุ้งฮ่องเต้ เมื่อได้รับแสง sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue

ชนิดแหล่งกำเนิดแสง	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)						
	15	20	25	30	35	40	45
Sunlight	0.0029	0.0068a[1/]	0.0145a[1/]	0.0291a[1/]	0.0501a[1/]	0.1002a[1/]	0.2020a[1/]
Fluorescent	0.0029	0.0056b	0.0099b	0.0170c	0.0288c	0.0481c	0.0834c
plant growth fluorescent	0.0030	0.0059b	0.0109b	0.0191b	0.0338b	0.0576b	0.0981b
incandescent red	0.0031	0.0047c	0.0081c	0.0119d	0.0188d	0.0274d	0.0369d
incandescent blue	0.0031	0.0048c	0.0072c	0.0121d	0.0183d	0.0278d	0.0343d

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีแบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การให้ต้นกล้าผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้อายุ 15 วัน ได้รับแสง ภายใต้แหล่งกำเนิดแสง sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และincandescent blue พบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูง ปริมาณพื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ที่อายุเก็บเกี่ยวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสงจาก incandescent blue ทำให้มีความสูงมากที่สุด และ plant growth fluorescent ทำให้มีความสูงน้อยที่สุด ส่วนปริมาณพื้นที่ใบ น้ำหนักสด และ น้ำหนักแห้งมากที่สุดจากแสง sunlight และต่ำสุดจากแสง incandescent red และ incandescent blue ตามลำดับ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ไฉน ยอดเพชร. 2542.พืชผักในตระกูลครูซิเฟอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลบางพระชลบุรี. สำนักงานพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ หน้า 129-137.

ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2 . ธนชัชการพิมพ์ จำกัด. กรุงเทพฯ. หน้า 192 .

ธวัช ลวะเปารยะ และอภิสิทธิ์ อิสริยานุกูล. 2529. คู่มือการปลูกผักสวนครัวเพื่อเศรษฐกิจและโภชนาการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิดดา หงส์วิวัฒน์ ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เปี่ยมชัยภูมิ. 2548. ผัก ๓๓๓ ชนิด คุณค่าอาหารและการกิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพฯ.134 หน้า.

มนตรี เพ็ชรทองคำ. 2546. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.

เมืองทอง ทวนทวี และสุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ ทวนทวี. 2532. ผักบ้านเราสวนผัก. สำนักพิมพ์ทั่งฮั่วซิน,กรุงเทพฯ.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2529 หลักสรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 177 หน้า.

สิริมา เทศประทีป. 2534. การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์บางประการและการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง 3 พันธุ์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อักษร ตติยรัตนาภรณ์. 2541. การศึกษาสภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตผักกาดฮ่องเต้. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ACF Greenhouse. 1998. How the Sunlight effects Plant growth. [www.littlegreenhouse .com /guide3.shtml]. วันที่ 19 มีนาคม 2550.

Borthwick, H.A. and M.W. Parker. 1952. Light in relation to flowering and vegetative development. Rept. 13th. Internatl. Hort. Congress, London.

Environmental Growth Chambers. 2006. Lighting Radiation Conversion . [www.egc.com /useful_info_lighting.php]. วันที่ 19 มีนาคม 2550.

Greenman's Marijiuana Seeds Search Garden. Lighting Type and Intensities. [www.gre enmanspag .com/guides/lighting .html]. วันที่ 19 มีนาคม 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kitazawased. Bok Choy. http://www.kitazawaseed.com/seed_pak_choi.html]. วันที่ 19 มีนาคม 2550.

Kumar, H.D. and H.N. Sigh 1976. Plant Metabolism. East-West Press Private Ltd., New Delhi.

Noor A.I. and L.n. Yikang. 2003. Virtual Science Fair. Ideal Light for plant. [www.virtualsciencefair.org/2004/ alol4n0/public%5Fhtml/]. วันที่ 19 มีนาคม 2550.

Sean Strvens. Luminary Prosect water Gardening Under Artificial light. Fluorescent Lamp. [www.victoria-adventure.org/water_gardening/luminary_prospects.htm]. วันที่ 19 มีนาคม 2550.

Warrington, I.J., Edge, E.A. and L.M. Green. 1978. Plant growth under high radiant energy fluxes. Ann. Bot. 42:1305-1313.

Woodbury, G.W. and J.R. Ridley. 1969. The influence of incandescent and fluorescent light on bulbing response of three onion varieties. J. Am. Soc. Hort. Sci. 94:365-367.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 20 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0004	0.0002	0.29^{ns}
Treatment	4	0.0477	0.0119	16.86^{**}
Error	8	0.0057	0.0007	
Total	14	0.0537	0.0038	

CV. = 1.19%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 25 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 10 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0026	0.0013	1.16^{ns}
Treatment	4	0.0594	0.0149	13.36**
Error	8	0.0089	0.0011	
Total	14	0.0709	0.0051	

CV. = 1.22%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 30 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0059	0.0029	2.54^{ns}
Treatment	4	2.4211	0.6053	523.29**
Error	8	0.0093	0.0012	
Total	14	2.4362	0.1740	

CV. = 1.00%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 35 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 20 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0029	0.0015	0.86^{ns}
Treatment	4	5.4575	1.3644	801.78**
Error	8	0.0136	0.0017	
Total	14	5.4740	0.3910	

CV. = 1.22%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 40 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 25 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0010	0.0005	0.53^{ns}
Treatment	4	8.8321	2.2080	2308.04**
Error	8	0.0077	0.0010	
Total	14	8.8407	0.6315	

CV. = 0.65%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 45 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0046	0.0023	2.30^{ns}
Treatment	4	14.8088	3.7022	3720.79**
Error	8	0.0080	0.0010	
Total	14	14.8214	1.0587	

CV. = 1.22%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบ ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 20 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0008	0.0004	0.29 ^{ns}
Treatment	4	0.3224	0.0806	60.61 **
Error	8	0.0106	0.0013	
Total	14	0.3338	0.0238	

CV. = 1.58%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบ ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 25 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสง sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue ที่เป็นเวลา 10 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0018	0.0009	0.24^{ns}
Treatment	4	5.8110	1.4527	400.39**
Error	8	0.0290	0.0036	
Total	14	5.8418	0.4173	

CV. = 1.58%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบ ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 30 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0098	0.0049	0.48^{ns}
Treatment	4	46.0898	11.5225	1122.86**
Error	8	0.0821	0.0103	
Total	14	46.1817	3.2987	

CV. = 1.59%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบ ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 35 วันหลังงอก เมื่อได้รับ sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue ที่เป็นเวลา 20 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0587	0.0293	0.58^{ns}
Treatment	4	264.8019	66.2005	1311.38**
Error	8	0.4039	0.0505	
Total	14	265.2645	18.9475	

CV. = 2.09%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบ ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 40 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 25 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.1259	0.0630	0.46^{ns}
Treatment	4	1328.4196	332.1049	2447.77**
Error	8	1.0854	0.1357	
Total	14	1329.6309	94.9736	

CV. = 2.00%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพื้นที่ใบ ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 45 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.5015	0.2527	4.46^{ns}
Treatment	4	6144.213	1536.0534	3464.59**
Error	8	3.5469	0.4434	
Total	14	6148.2169	439.1616	

CV. = 2.10%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 20 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0000	0.0000	0.33^{ns}
Treatment	4	0.0009	0.0002	15.85^{**}
Error	8	0.0001	0.0000	
Total	14	0.0010	0.0001	

CV. = 5.82%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 25 วันหลังงอก เมื่อได้รับ sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue ที่เป็นเวลา 10 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0743	0.0372	0.96^{ns}
Treatment	4	0.5693	0.1423	3.67**
Error	8	0.3104	0.0388	
Total	14	0.9540	0.0681	

CV. = 21.42%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 30 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0004	0.0002	1.02^{ns}
Treatment	4	0.0650	0.0163	91.63**
Error	8	0.0014	0.0002	
Total	14	0.0668	0.0048	

CV. = 6.81%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 35 วันหลังงอก เมื่อได้รับ sunlight, fluorescent, plant growth fluorescent, incandescent red และ incandescent blue ที่เป็นเวลา 20 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0011	0.0006	1.62^{ns}
Treatment	4	0.3406	0.0851	243.33**
Error	8	0.0028	0.0003	
Total	14	0.3445	0.0246	

CV. = 5.48%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 40 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 25 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0063	0.0032	2.17^{ns}
Treatment	4	1.4816	0.3704	253.99**
Error	8	0.0117	0.0015	
Total	14	1.4996	0.1071	

CV. = 6.44%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสด ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 45 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0560	0.0280	2.38^{ns}
Treatment	4	7.0194	1.7549	149.54**
Error	8	0.0939	0.0117	
Total	14	7.1692	0.5121	

CV. = 10.11%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้ง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 20 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 5 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.0840	0.0420	0.39^{ns}
Treatment	4	9.1027	2.2757	20.94^{**}
Error	8	0.8693	0.1087	
Total	14	10.0560	0.7183	

CV. = 5.92%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้ง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 25 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 10 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.3720	0.1860	0.43^{ns}
Treatment	4	97.5960	24.3990	56.94^{**}
Error	8	3.4280	0.4285	
Total	14	101.3960	7.2426	

CV. = 6.45%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้ง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 30 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 15 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2.7513	1.3807	2.31^{ns}
Treatment	4	593.8240	148.4560	248.88**
Error	8	4.7720	0.5965	
Total	14	601.3573	42.9541	

CV. = 4.32%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้ง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 35 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 20 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.7560	0.3780	0.31^{ns}
Treatment	4	2045.5494	511.3874	423.04**
Error	8	9.6707	1.2088	
Total	14	2055.9761	146.8554	

CV. = 3.66%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้ง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 40 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 35 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1.3440	0.6720	0.34^{ns}
Treatment	4	10679.2980	2669.8245	1348.17**
Error	8	15.8427	1.9803	
Total	14	10696.4847	764.0346	

CV. = 2.69%

ns = non significant

** = significant at 99% level

ตารางผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้ง ของผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่อายุ 45 วันหลังงอก เมื่อได้รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดต่างๆเป็นเวลา 30 วัน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	167.4573	83.7287	3.17^{ns}
Treatment	4	55744.1509	13936.0377	527.08**
Error	8	211.5225	26.4403	
Total	14	56123.1307	4008.7951	

CV. = 5.65%

ns = non significant

** = significant at 99% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายกิตติพงษ์ เจตธรรมคุณ
เกิดเมื่อ : 1 กันยายน 2527
ที่อยู่ปัจจุบัน : 27 ซอย ตากสิน 4 แขวง บางยี่เรือ เขต ธนบุรี จ. กรุงเทพฯ 10600
การศึกษา : พ.ศ. 2534-2539 ระดับประถมศึกษาโรงเรียนจรวยพรวิทยา จ.กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2540-2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน จ.กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2543-2546 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน จ.กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2546 – 2549 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล : นายสุรชัย แซ่ฮ้อ
เกิดเมื่อ : 28 มิถุนายน 2527
ที่อยู่ปัจจุบัน : 782/48 หมู่ 2 แขวงบางปะกอก เขตราษฎร์บูรณะ จ.กรุงเทพฯ 10140
การศึกษา : พ.ศ. 2534-2539 ระดับประถมศึกษาโรงเรียนเผยอิง จ.กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2540-2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย จ.กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2543-2546 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย จ.กรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2546 – 2549 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้