



ผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ  
Effects of LED light on growth and quality of Brassicaceae  
microgreens

นางสาววิมลทิพย์ มากประดิษฐ์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)  
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อผู้ยืมเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการพิเศษปีการศึกษา 2563

ผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ

Effects of LED light on growth and quality of Brassicaceae microgreens

วิมลทิพย์ มากประดิษฐ์

โครงการพิเศษนี้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

(เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

*อัญญา จันทระ*

(ดร.อัญญา จันทระปะทิว อาสุจา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โครงการพิเศษ

ผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ

Effects of LED light on growth and quality of Brassicaceae microgreens



เสนอ

หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง / หัวข้อโครงการพิเศษ	: ผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของไมโครกรีน ผักงวงศ์กะหล่ำ
ผู้เขียน	: นางสาววิมลทิพย์ มากประดิษฐ์
ปริญญา	: วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช)
หลักสูตร	: เทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช
ภาควิชา	: เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ดร.อัญญา จันท์ปะทิว อาสุจา

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันผู้บริโภคนิยมรับประทานไมโครกรีน (อายุ 7-14 วันหลังเพาะ) เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง จึงได้ทำการศึกษาค่าผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของไมโครกรีนผักงวงศ์กะหล่ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x4 (Factorial in CRD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของผัก จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ คะน้า บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้า ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของแสง จำนวน 4 ชนิด คือ แสงธรรมชาติ แสงสีขาวจากหลอด LED โดยให้แสงที่ความเข้มแสง  $487 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  นาน 24 ชั่วโมงต่อวัน แสงสีแดงจากหลอด LED โดยให้แสงที่ความเข้มแสง  $327 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  นาน 24 ชั่วโมงต่อวัน และแสงสีน้ำเงินจากหลอด LED โดยให้แสงที่ความเข้มแสง  $355 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  นาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จากผลการทดลองพบว่า ในแสงทุกชนิดไมโครกรีนหัวไชเท้ามีเปอร์เซ็นต์การออกของเมล็ดที่สูงที่สุด และแสง LED สีขาว สีแดง และสีน้ำเงินให้ไมโครกรีนบร็อกโคลี่มีเปอร์เซ็นต์การออกของเมล็ดที่สูงที่สุดด้วยเช่นกัน ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติมีความยาวรากสูงที่สุด (4.71 เซนติเมตร) และน้ำหนักแห้งสูงที่สุด (6.40 กรัม) ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ได้รับแสง LED สีขาว ไมโครกรีนหัวไชเท้าและไมโครกรีนคะน้าที่ได้รับแสงธรรมชาติ และไมโครกรีนบร็อกโคลี่ที่ได้รับแสง LED สีน้ำเงินมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุด คือ 0.514, 0.459, 0.439 และ 0.429  $\mu\text{g/g}$  ตามลำดับ ไมโครกรีนคะน้าที่ปลูกภายใต้แสงสีขาวและแสงธรรมชาติมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (28.68, 29.56  $\mu\text{mole TE g}^{-1}\text{ FW}$ ) ในขณะที่ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระทุกชนิดที่ไมโครกรีนหัวไชเท้าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนไมโครกรีนบร็อกโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด (104.96  $\mu\text{mole GA g}^{-1}\text{ FW}$ )

**คำสำคัญ :** การเจริญเติบโต, แสงแอลอีดี, ไมโครกรีน, ผักงวงศ์กะหล่ำ

**Title** : Effects of LED light on growth and quality of Brassicaceae microgreens  
**Author** : Miss Wimonthip Makpradit  
**Degree** : Bachelor of Science (Management Technology for Plant Production)  
**Program** : Management Technology for Plant Production  
**Department** : Agricultural Technology  
**Advisor** : Dr. Anjana junpatiw Ahuja

### Abstract

Over the last few years, consumption of microgreens (7-14 days old after sowing) has increased due to its high nutritional value. Therefore, we are studying the effects of LED light on growth and quality of Brassicaceae microgreens. The experiment was laid out in 2x4 factorial in CRD (Completely Randomized Design), designed with four replications. There were two factors in the study: factor A as three species of Brassicaceae (Chinese kale, broccoli and radish) and factor B as 4 types of light (natural light, white LEDs light ( $487 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  for 24 h·day<sup>-1</sup>), red LEDs light ( $327 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  for 24 h·day<sup>-1</sup>), and blue LEDs light ( $355 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  for 24 h·day<sup>-1</sup>)) The results revealed that radish microgreens grown under all types of light and broccoli microgreens grown under white, red and blue LED lights gave the highest percentage of germination. Radish microgreens under natural light had the highest root length (4.71 cm) and dry weight (6.40 g). Radish microgreens under white LED light, radish microgreens and Chinese kale microgreens under natural light and broccoli microgreens under blue LED light gave the highest chlorophyll content at 0.514, 0.459, 0.439 and 0.429  $\mu\text{g}/\text{g}$ , respectively. Chinese kale microgreens under white LED light and under natural light had the highest antioxidant capacity (28.68, 29.56  $\mu\text{mole TE g}^{-1}$  FW). However, there was no significant difference in antioxidant activity. Broccoli microgreens under red LED light gave the highest content of phenolic compounds (104.96  $\mu\text{mole GA g}^{-1}$  FW).

**Keywords:** Growth, LED light, Microgreen, Brassicaceae vegetable

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ดร.อัญญา จันทร์ปะทิว อาศุจา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่เสียสละเวลา แรงกาย แรงใจ ให้คำแนะนำปรึกษาและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการพิเศษ ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องในการจัดทำโครงการพิเศษและกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำตลอดจนอบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาโดยตลอดขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืชทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจจนทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา บุคคลในครอบครัว ที่ได้ให้การสนับสนุนทั้งกำลังกายกำลังใจในการศึกษาและการทำโครงการพิเศษในครั้งนี้

วิมลทิพย์ มากประดิษฐ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	2
2.1 คำน้า บร็อคโคลี่ หัวไชเท้า	2
2.2 ไมโครกรีน (microgreens)	3
2.3 แสงและการเจริญเติบโตของพืช	3
2.4 รังควัตถุ	3
2.5 Photoreceptor	4
2.6 การตอบสนองของพืชต่อแสง	4
2.7 คุณภาพของแสง	4
2.8 ไดโอดเปล่งแสง	5
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	7
3.1 พันธุ์พืช	7
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	7
3.3 สารเคมี	7
3.4 วิธีการทดลอง	8
3.5 บันทึกผลการทดลอง	9
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	11
3.7 สถานที่ทำการทดลอง	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	12
4.1 การงอกของเมล็ด	12
4.2 ความยาวของรากและลำต้น	13
4.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง	15
4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์	15
4.5 ค่าสี	17
4.6 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี (DPPH)	19
4.7 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี (FRAP)	19
4.8 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC)	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	25
ภาคผนวก ก ลักษณะของแสง	26
ภาคผนวก ข การวัดความยาวรากและลำต้น	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การงอก ความยาวรากและความยาวลำต้นของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำภายใต้แสงชนิดต่างๆ	14
2. น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำภายใต้แสงชนิดต่างๆ	16
3. ค่าสีของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำภายใต้แสงชนิดต่างๆ	18
4. ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำภายใต้แสงชนิดต่างๆ	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงลักษณะของแสง 4 ชนิด แสงธรรมชาติ (A), แสงสีขาว (B), แสงสีแดง (C) และแสงสีน้ำเงิน (D)	26
2. แสดงลักษณะต้นอ่อนคณน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสงธรรมชาติ	27
3. แสดงลักษณะต้นอ่อนคณน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสง LED สีขาว	27
4. แสดงลักษณะต้นอ่อนคณน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสง LED สีแดง	27
5. แสดงลักษณะต้นอ่อนคณน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสง LED สีน้ำเงิน	27

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ไมโครกรีนเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่รักสุขภาพ ปลอดภัยจากสารเคมีที่เป็นพิษและจัดเป็นรูปแบบใหม่ในการบริโภคผักของคนไทย เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุเมื่อเทียบกับผักชนิดเดียวกันที่เติบโตเต็มที่ ระยะเวลาที่นิยมเก็บเกี่ยวไมโครกรีน คือ มีใบจริงประมาณ 2 ใบ หรือหลังเพาะเมล็ดประมาณ 7-14 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ซึ่งในระยะนี้จะเป็นระยะที่ไมโครกรีนมีคุณค่าทางอาหารสูงมาก ไมโครกรีนจะอุดมไปด้วย ไฟโตนิวเทรียนท์ (phytonutrients) เส้นใยอาหาร และสารประเภทสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งช่วยลดสารพิษในร่างกาย เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้และมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ การบริโภคผักเป็นประจำนั้นมีการลดความเสี่ยงด้านการเจ็บป่วย เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดและโรคมะเร็ง เป็นต้น ในปัจจุบันการปลูกพืชในโรงเรือนและใช้แสงไฟเทียมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากสามารถควบคุมความยาวคลื่น และปริมาณแสงที่ให้ในแต่ละวันได้ (สุภา และคณะ, 2018) ไดโอดเปล่งแสง หรือ Light-emitting diode (LED) เป็นแหล่งกำเนิดแสงเทียมที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดไฟชนิดอื่น ๆ เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงทั่วไป ไฟ LED มีราคาถูกลง และสามารถควบคุมได้ โดยเฉพาะแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอันเนื่องมาจากมีผลต่อการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง และเป็นแหล่งพลังงานหลักในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และมีผลต่อการเจริญพัฒนาและกระตุ้นความแข็งแรงของพืชอีกด้วยเช่นกัน (Zhang et al., 2020)

### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.2.1 **คะน้า** ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* L.H. Bailey จัดอยู่ในวงศ์ Brassicaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย โดยปลูกกันมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น จีน ฮองกง ไต้หวัน มาเลเซีย และประเทศไทย สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีแต่ช่วงเวลาที่ปลูกได้ผลดีที่สุดในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเมษายน ใช้เวลาเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วันเป็นผักที่นิยมปลูกและบริโภคกันมากทั่วทุกภาคของประเทศไทย ส่วนที่ใช้บริโภคคือใบและลำต้น คะน้ามีสารอาหารมากมายที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น วิตามินซี โฟเลต เบต้าแคโรทีน วิตามินบี3 เหล็ก ฟอสฟอรัสแคลเซียม โพแทสเซียม ช่วยบำรุงผิวพรรณและเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันโรคของร่างกาย ช่วยบำรุงสายตาให้การมองเห็นเป็นปกติ ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง ป้องกันโรคกระดูกพรุน และช่วยให้กล้ามเนื้อทำงานเป็นปกติ นอกจากนี้ยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งที่กระเพาะอาหาร ลำไส้ ลำคอ ปอด และกระเพาะปัสสาวะได้

2.2.2 **บร็อคโคลี่** ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* L. Var italica จัดอยู่ในวงศ์ Brassicaceae เป็นพืชผักเมืองหนาวในวงศ์กะหล่ำที่วิวัฒนาการมาจากบร็อคโคลี่พันธุ์ป่า มีแหล่งกำเนิดในพื้นที่แถบทวีปยุโรปตลอดไปจนถึงแถบทะเล เมดิเตอร์เรเนียน และบางพื้นที่ในทวีปเอเชีย ต่อมามีการพัฒนาสายพันธุ์บร็อคโคลี่ขึ้นใหม่ในหลาย ๆ ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเนเธอร์แลนด์ บร็อคโคลี่เป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติที่มีระบบรากค่อนข้างตื้น มีความยาวราก 46.73 เซนติเมตร ใบมีขนาดใหญ่และยาวมีสีเขียวเข้มออกเทา เนื้อใบหนา ใบบริเวณใต้ช่อดอกมีขนาดเล็กกว่าบริเวณลำต้น และเอียงโค้งเข้าหาช่อดอกเพื่อป้องกันดอก ลำต้นอวบใหญ่สูง 50-90 เซนติเมตร มีข้อปล้องยาวกว่ากะหล่ำดอกและกะหล่ำปลี มีช่อดอกแบบ raceme ช่อดอกมีสีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ก้านช่อดอกยาว 60-70 เซนติเมตร ในหนึ่งช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยจำนวน 5,000-8,000 ดอก

2.2.3 **หัวไชเท้า** ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Raphanus sativus* Linn จัดอยู่ในวงศ์ Brassicaceae หัวไชเท้าเป็น พืชล้มลุกลำต้นสูงประมาณ 20 – 100 เซนติเมตร หัวไชเท้าเป็นผักที่มีคุณค่าทางสารอาหารหลายอย่าง อาทิ เช่น วิตามินซี กลูโคส ธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และไนอะซิน หัวไชเท้ามีวิตามินซีสูงมากประมาณ 26 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์จึงช่วยป้องกันและรักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน หรือโรคลักปิดลักเปิดได้ส่วนตำรา พื้นบ้านของอินเดียระบุไว้ว่า รับประทานหัวไชเท้าจะช่วยให้นอนหลับ และแก้โรค

ประสาทใต้ซึ่งเหมือนตำราไทยส่วนในปัจจุบันนี้มีการศึกษาวิจัยพบว่า ในเมล็ดของหัวไชเท้ามีสารซัลโฟราฟีน (Sulphoraphene) ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียบางชนิด เช่น Streptococcus และ Pneumococcus และมีสารราฟานิน (Raphanin) ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแกรมลบได้หลายชนิด

## 2.2 ไมโครกรีน (microgreens)

ไมโครกรีน หมายถึง ต้นกล้าขนาดเล็ก ที่ได้จากการเพาะเมล็ด พืชผัก สมุนไพรและเมล็ดพืชอื่น ๆ มีขนาดความสูงของต้นประมาณ 1-3 นิ้ว ประกอบด้วยลำต้นและใบจริง 2-3 ใบ เก็บเกี่ยวโดยการตัดลำต้นอ่อนเหนือผิววัสดุ ต่างจาก sprouts (ตัวอย่างเช่น ถั่วงอก) ซึ่งเป็นเมล็ดที่เพิ่งงอกออกมา (germinating seed) และไม่ต้องการแสงในการงอก ในขณะที่ไมโครกรีนต้องการแสงเพื่อเจริญเติบโตของต้นกล้าและสร้างคุณค่าทางอาหารต่อมาอีกระยะหนึ่งเป็นเวลา 4-7 วัน ไมโครกรีนได้รับความนิยมในการบริโภคเนื่องจากเป็นผักที่สะอาด ปลอดภัย รูปร่างและสีที่มีความเป็นธรรมชาติ มีรสชาติดี มีความกรอบ มีกลิ่นและรสชาติเฉพาะ มีคุณค่าทางอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีวิตามิน แร่ธาตุ เอนไซม์ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรับประทานในรูปแบบผักสดจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถสร้างภูมิคุ้มกันทางร่างกายได้ดี ลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจ มะเร็ง และโรคอัลไซเมอร์

## 2.3 แสงและการเจริญเติบโตของพืช

การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้พืช สาหร่าย และแบคทีเรียบางชนิดได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ สิ่งมีชีวิตแทบทั้งหมดล้วนอาศัยพลังงานที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อการเจริญเติบโตทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้ยังมีการผลิตออกซิเจน ซึ่งมีเป็นองค์ประกอบในสัดส่วนที่มากของบรรยากาศโลกด้วย สิ่งมีชีวิตที่สร้างพลังงานจากกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ เรียกว่า "phototrophs" โดยโมเลกุลที่มีความสามารถในการดูดกลืนแสงที่มีอยู่ในพืชและสิ่งมีชีวิตนี้คือ รงควัตถุ (pigment)

## 2.4 รงควัตถุ

รงควัตถุ คือสารที่สามารถดูดกลืนแสง รงควัตถุแต่ละชนิดจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างกัน คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่พบในใบไม้สามารถดูดกลืนแสงสี ม่วง น้ำเงิน แดงซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400-700 nm ได้ดีแต่สะท้อนแสงสีเขียว

## 2.5 Photoreceptor

พืชชั้นสูงมีตัวรับแสง (Photoreceptor) 3 ชนิด คือ Cryptochrome, Phytochrome และ Phototropin โดย Cryptochrome และ Phytochrome ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืช โดยตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นแสง ความเข้มแสง และช่วงแสง ส่วน Phototropin จะตอบสนองต่อทิศทางของแสง

**2.5.1 Cryptochrome** เป็นตัวรับแสงสีน้ำเงิน ซึ่งใน cryptochrome มียีนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับ circadian rhythms ใน photoreception จะใช้สัญญาณแสงสีน้ำเงินในการพัฒนาพืชเมื่อ cryptochrome ได้รับแสงจะส่งผลต่อความดัน turgor และทำให้เกิดการยืดตัวของลำต้น ซึ่งในตัว cryptochrome จะมียีนที่รับผิดชอบต่อการขยายใบเลี้ยงและการขยายตัวของใบ ซึ่งนอกจากนี้ยีนนี้ยังมีบทบาทในการเร่งเวลาออกดอกในช่วงแสงต่อเนื่อง

**2.5.2 Phytochrome** เป็นระบบของรงควัตถุที่ตอบสนองต่อแสงสีแดง และไกลแดง ซึ่งพบทั่วไปในพืชชั้นสูง ซึ่งแสงสีแดงสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดได้ดีที่สุด ส่วนแสง Far red จะระงับการงอกของเมล็ด Phytochrome ที่ถูกกระตุ้นโดยแสงสีแดงจะส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์หลายชนิด เช่น เพิ่มระดับของเอนไซม์ ฟีนีลอะลานีน แอมโมเนียไลเอส (Phenylalanine Ammonia Lyase) ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในต้นอ่อนของมัสตาด ในกรณีนี้แสง สีแดงกระตุ้นให้เอนไซม์ที่มีอยู่เดิมเกิดมีกิจกรรมขึ้นมากกว่าที่จะสังเคราะห์เอนไซม์ใหม่

**2.5.3 Phototropin** ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อทิศทางของแสง

## 2.6 การตอบสนองของพืชต่อแสง

แสงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน

**2.7 คุณภาพของแสง (Light quality)** หมายถึง ความยาวของคลื่นแสง โดยแต่ละช่วงความยาวคลื่นจะมีสีต่างกัน แสงที่ใช้จะมีผลต่อพืชคือ

**2.7.1 แสงสีแดง** พืชมีความไวต่อสีแดงในสเปกตรัมของแสง ความไวที่เกิดขึ้นนั้นมาจากพืชที่มีสิ่งที่ถูกเรียกว่า เซลล์รับแสงสีแดง (Red light photoreceptor) ตัวรับที่เป็นรงควัตถุสีฟ้า-เขียว เรียกว่า Phytochrome มีอยู่ในเซลล์ของพืชแสงสีแดงส่งผลกระทบบต่อพืชในหลายๆด้าน พืชที่ปลูกในที่ที่มีแสงสีแดง

มักมีขนาดใหญ่ แต่โดยทั่วไปจะให้การเจริญเติบโตด้านความสูงกับกิ่งก้านมากมาย ถ้า Photoreceptor รับแสงสีแดงเป็นปริมาณมาก การผลิตฮอโมน (Meta-topolin) จะเพิ่มขึ้น ฮอโมนนี้ช่วยป้องกันคลอโรฟิลล์ในพืชที่ถูกทำลายลงเพื่อให้สีเขียวสด และเป็นประโยชน์ เพราะพืชต้องการคลอโรฟิลล์เพื่อแปลงพลังงานของแสงเป็นน้ำตาล

**2.7.2 สีน้ำเงิน** สำหรับแสงสีน้ำเงิน พืชจะใช้ตัวรับแสงที่เรียกว่า Cryptochrome ถ้ามีแสงสีน้ำเงินมากเช่นเดียวกับในธรรมชาติฤดูใบไม้ร่วงและฤดูหนาว ตัวรับนี้จะรองรับการทำงานของฮอโมนพืชที่เรียกว่า Auxin ฮอโมนนี้มีบทบาทในการเจริญเติบโตของลำต้น นอกจากนี้ใช้ในการข่มตายอดต่อตาข้าง (Apical dominance) นอกจากนี้พืชยังใช้ปริมาณของแสงสีน้ำเงินกำหนดการเปิดของปากใบและเพิ่มจำนวนของคลอโรพลาสต์ แสงสีน้ำเงินที่มากขึ้นจะทำให้ปากใบเปิด เพื่อเร่งการเผาผลาญ ระดับแสงสีน้ำเงินที่สูงขึ้นจะส่งเสริมการเผาผลาญอาหารที่เพิ่มขึ้นและขยายการเจริญเติบโตและพัฒนาในพืช

**2.8 ไดโอดเปล่งแสง หรือ Light-emitting diode (LED)** เป็นแหล่งกำเนิดแสงเทียมที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดไฟ ชนิดอื่น ๆ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดเมทัลฮาไลด์ หลอดโซเดียมความดันไอสูง และหลอดอินแคน -เดสเซนต์ (Bourget, 2008 ; Singh et al., 2015) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดแสงในระบบการปลูกพืช (Massa et al., 2010; Xiaoying et al., 2012; Kozai et al., 2016) แสงเทียมที่ใช้ในการปลูกพืชนั้นควรต้องมีความเหมาะสมทั้งในเชิงคุณภาพ (ช่วงความยาวคลื่นแสง) และเชิงปริมาณ (ความเข้มแสง) เพื่อส่งเสริมการสังเคราะห์แสงของพืช และทำให้ได้ลักษณะของพืชเหมือนกับการปลูกในธรรมชาติมากที่สุด แสงมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด เมล็ดพืชส่วนใหญ่ไม่ต้องการแสงในการงอกของเมล็ด แต่ในสภาพที่ไม่มีแสงเมล็ดพืชจะมีการเจริญเติบโต โดยการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์โดยอาศัย อาหารสะสมในเมล็ดและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในสภาพไม่มีแสงสารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น auxin และ gibberellins จะมีผลต่อขบวนการเมตาบอลิซึม ส่งผลให้มีการแบ่งเซลล์และการยืดยาวของเซลล์ได้อย่างรวดเร็ว (Zhang et al., 2020)

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภา และคณะ (2561) ศึกษาผลของชนิดแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์ ภายใต้แสงสีขาวจากหลอด Fluorescent แสงสีแดง แสงสีน้ำเงินจากหลอด LED ที่ความเข้มแสงเท่ากับ  $60 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  ตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับแสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) และเก็บเกี่ยวต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์ 7 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์ที่ได้รับแสงสีแดงมีความสูงของยอดมากที่สุด ( $p \geq 0.01$ ) คือ 7.60 เซนติเมตร เนื่องจากแสงสีแดงมีคุณสมบัติในการกระตุ้นฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในพืช ซึ่งเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ช่วยให้เซลล์เกิดการยืดยาว ทำให้ต้นอ่อนหัวไชเท้ามีความสูงของยอดมากที่สุด (ส่วนแสงธรรมชาติทำให้ต้นอ่อนหัวไชเท้ามีความยาวของรากมากที่สุด)

ธนาพร นพรัตน์ไพบูลย์ (2560) ศึกษาผลกระทบของสัดส่วนของแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินจากหลอด LED ต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชเบญจมาศ คาร์เนชั่น ลิเซียนทัส และสตรอว์เบอร์รี โดยการให้แสงจากหลอด LED ที่มีสัดส่วนของแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินแตกต่างกัน โดยพืชจะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ ตั้งแต่เวลา 6.00 - 18.00 น. และได้รับแสงสว่างจากหลอด LED ในตอนกลางคืนเป็นเวลา 10 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 19.00 - 05.00 น. พบว่าการให้แสงเสริมที่มีสัดส่วนของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินแตกต่างกัน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทั้งในเชิงบวกและเชิงลบของพืช

Gerovac et al. (2016) ได้ศึกษาหาปริมาณผลกระทบแหล่งของแสงที่มาจากหลอด LED คุณสมบัติและความเข้มของแสงที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาต่อปริมาณสารอาหารของไมโครกรีนพืชวงศ์กะหล่ำปลี ได้แก่ กะหล่ำปลีม่วง, มิซุนา และมัสตาร์ด โดยความเข้มแสงที่ 105, 210 และ  $315 \text{ mmol}\cdot\text{mL}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่ใช้ในการปลูก

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 พันธุ์พืช

- เมล็ดบร็อคโคลี่
- เมล็ดหัวไชเท้า
- เมล็ดคะน้า

#### 3.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ตะกร้าพลาสติก
2. ป้าย (Tax)
3. ขวดสเปรย์พ่นน้ำ
4. หลอด LED สีขาว, หลอด LED สีแดง, หลอด LED สีน้ำเงิน
5. หลอดแก้วทดลอง
6. เครื่อง homogenizer
7. เครื่อง spectrophotometer
8. เครื่องวัดสี Chroma meter
9. ขุยมะพร้าว
10. พีทมอส

#### 3.3 สารเคมี

- 3.3.1 สารละลาย acetone ความเข้มข้น 80%
- 3.3.2 2,2-Diphenyl-1-picnylhycrazyl
- 3.3.3 Sodium Acetate hydrate
- 3.3.4 Acetic acid
- 3.3.5 2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ)
- 3.3.6 FeCl<sub>3</sub>
- 3.3.7 Folin
- 3.3.8 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 วิธีการทดลอง

การทดลอง ศึกษาผลของชนิดแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อน คენ้ำ บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า

วางแผนการทดลองแบบ 3x4 (Factorial in CRD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของผัก จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ คენ้ำ บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของแสง จำนวน 4 ชนิด คือ แสงธรรมชาติ แสงสีขาวจากหลอด LED โดยให้แสงที่ความเข้มแสง  $487 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  นาน 24 ชั่วโมงต่อวัน แสงสีแดงจากหลอด LED โดยให้แสงที่ความเข้มแสง  $327 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  นาน 24 ชั่วโมงต่อวัน และแสงสีน้ำเงินจากหลอด LED โดยให้แสงที่ความเข้มแสง  $355 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  นาน 24 ชั่วโมงต่อวัน

**การเตรียมเมล็ด** นำเมล็ดคენ้ำ บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ชนิดละ 250 เมล็ด มาแช่น้ำอุ่นทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง

**การเตรียมวัสดุเพาะ** โดยนำวัสดุเพาะ-ที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าวและพีทมอส ผสมให้เข้ากันในอัตราส่วน 1:1 มาโรยลงในตะกร้าพลาสติก (กว้าง 14 x ยาว 20 x สูง 6 เซนติเมตร) หนาประมาณ 3 เซนติเมตร โดยเกลี่ยวัสดุเพาะให้เรียบเสมอกัน

**การเพาะเมล็ด** โดยนำเมล็ดพันธุ์-คენ้ำ, บร็อคโคลี่, และหัวไชเท้า ที่ผ่านการแช่น้ำอุ่นไว้ มาโรยกระจายให้สม่ำเสมอทั่วตะกร้าปลูกที่เตรียมไว้ แล้วโรยวัสดุเพาะกลบทับให้หนาประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางภายใต้แสงชนิดต่างๆ รดน้ำโดยใช้ขวดสเปรย์พ่นน้ำให้ทั่วตะกร้าเพาะทุกวันจนอายุครบ 7 วัน จึงบันทึกการเจริญเติบโตและวิเคราะห์คุณภาพ

### 3.5 บันทึกผลการทดลอง

#### 1) เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

เก็บผลโดยการนำเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด มาทำการทดสอบในแสงแต่ละชนิด

$$\text{ค่าเปอร์เซ็นต์ความงอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติทั้งหมด}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

#### 2) ความยาวของราก และลำต้น (เซนติเมตร)

ทำการวัดความยาวจากราก-จนถึงยอด โดยการสุ่มซ้ำละ 10 ต้น ทำการสุ่มเก็บโดยกระจายทั่วตะกร้า

#### 3) น้ำหนักแห้ง (กรัม)

ทำการสุ่มต้นอ่อนน้ำหนักสด 2 กรัม บรรจุภาชนะที่สามารถห่อได้ นำไปอบโดยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักแห้ง ดังสมการ

$$\text{น้ำหนักแห้ง (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักสด (กรัม)}} \times 100$$

#### 5) การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์

ชั่งน้ำหนักต้นอ่อนคะน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ชนิดละ 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย acetone ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง homogenizer จนกระทั่งต้นอ่อนแต่ละตัวอย่างและสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำสารสกัดตัวอย่างเก็บในที่มืด เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จึงนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตรและ 663 นาโนเมตร แล้ววิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ ธนิกพงศ์ (2555)

$$\text{Chlorophyll content (ไมโครกรัมต่อกรัม)} = (0.999 \times \text{Abs}_{645}) - (0.0989 \times \text{Abs}_{663})$$

#### 4) ค่าสี

วัดค่าสีใบของต้นอ่อนด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter บันทึกค่าความสว่าง (L\*) ความสว่างของค่าสีอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 กรณี L\* มีค่าเป็น 0 หมายถึงสีที่ได้จะมีมืดเป็นสีดำ แต่ถ้ามีค่าเป็น 100 สีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว ค่าความเป็นสีแดง (a\*) กรณี a\* มีค่าเป็นบวก ผลที่ได้จะมีสีแดง กรณี a\* มีค่าเป็นลบ ผลที่ได้จะมีสีเขียว ค่าความเป็นสีเหลือง (b\*) กรณี b\* มีค่าเป็นบวก ผลที่ได้จะมีสีเหลือง กรณี b\* มีค่าเป็นลบ ผลที่ได้จะมีสีน้ำเงิน (Wang et al., 2006)

#### 6) ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี Antioxidant Activity (DPPH)

สกัดต้นอ่อนคหน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้าโดยใช้ Methanol เป็นตัวทำละลาย โดยใช้ต้นอ่อนคหน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า น้ำหนักชนิดละ 1 กรัม ผสมกับ Methanol ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากันด้วย Homogenizer จากนั้นนำไปเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 15 นาที นำสารสกัดที่ได้มาทำการทดลอง ดังนี้ โดยนำสารสกัดปริมาตร 200 ไมโครลิตร มาทำปฏิกิริยากับ น้ำกลั่น ปริมาตร 2.45 มิลลิลิตรและ DPPH reagent 0.25 มิลลิลิตร แล้วนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ได้ค่า A0 จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่ อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Visible spectrophotometer ได้ค่า A30 แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง DPPH ตามวิธีการของ อินทิตรา และเบญจมาศ (2019) ตามสูตรดังนี้

$$DPPH \text{ free radical Scavenging activity (\%)} = \frac{(A_0 - A_{30})}{(A_0)} \times 100$$

A0 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 0 นาที

A30 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 30 นาที

### 7) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี antioxidant capacity (FRAP)

ชั่งน้ำหนักต้นอ่อนคะน้า บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้า น้ำหนักชนิดละ 1 กรัม ผสมกับ 80 เปอร์เซ็นต์ Ethanol ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไป Homogenizer เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 12,000 rpm เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนใสที่ได้ 0.3 มิลลิลิตร มาทำปฏิกิริยากับ FRAP reagent ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร ทำการหาค่ากิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Trolox แสดงผลปริมาณกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระในหน่วย  $\mu\text{mole Trolox equivalent/g fresh weight}$  (Benzie and Strain., 1996)

### 8) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด Total phenolics content (TPC)

สกัดต้นอ่อนคะน้า บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้าโดยใช้เมทานอล เป็นตัวทำละลาย ใช้ต้นอ่อนคะน้า บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้า น้ำหนักชนิดละ 1 กรัม ผสมกับเมทานอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากันด้วย Homogenizer จากนั้นนำไปเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็วรอบ 1,200 rpm เป็นเวลา 15 นาที นำสารสกัดที่ได้มาทำการทดลอง โดยนำตัวอย่างละ 20 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมน้ำ 1.58 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagents ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex ทิ้งไว้ 5 นาที เติมน้ำ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ความเข้มข้น 20% ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันอีกครั้ง แล้วจึงเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ตามวิธีการของ รัชฎาพร และคณะ (2554)

### 3.6 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistics Package for Social Sciences (SPSS)

### 3.7 สถานที่ทำการทดลอง

#### 3.7.1 อาคารปฏิบัติการเกษตร (smart farm)

#### 3.7.2 อาคารปฏิบัติการเกษตร หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

## บทที่ 4

### ผลและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ ได้แก่ ค่ะน้า บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้า ภายใต้แสง 4 ชนิด ได้แก่ แสงธรรมชาติ แสงสีขาวจากหลอด LED แสงสีแดงจากหลอด LED และแสงสีน้ำเงินจากหลอด LED ได้ผลการทดลองดังนี้

#### 4.1 การงอกของเมล็ด

การงอกของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ ได้แก่ ค่ะน้า บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้าภายหลังการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีความงอกอยู่ที่ 64.00 – 99.50 เปอร์เซ็นต์ ไมโครกรีนหัวไชเท้าและไมโครกรีนบร็อกโคลี่มีการงอกได้ดีที่สุด โดยไมโครกรีนหัวไชเท้ามีการงอกได้ดีในแสงทุกชนิด คือ แสงธรรมชาติ แสงสีขาว แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงินที่ 99.50 99.00 99.00 และ 97.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือ ไมโครกรีนบร็อกโคลี่มีการงอกได้ดีที่สุดที่ปลูกภายใต้แสงสีน้ำเงิน แสงสีขาว แสงสีแดง ที่ 91.50 91.00 และ 88.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนไมโครกรีนค่ะน้าที่ปลูกภายใต้แสงสีแดงมีความงอกต่ำสุดที่ 64.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ในปี 2018 สุภา และคณะ ได้ศึกษาผลของแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินต่ออัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์ พบว่า ต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์ที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีอัตราการงอกสูงที่สุด เนื่องมาจากแสงสีน้ำเงินมีความสามารถในการกระตุ้นการเปิดของปากใบโดยชักนำให้ปากใบพืชเปิดและกระตุ้นตัวรับแสงซึ่งส่งสัญญาณหรือกระตุ้นให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง หรือ phytochrome (Lino et al., 1985; Travis and Mansfield, 1981; Zeiger and Zhu, 1998) จึงทำให้พืชที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีอัตราการงอกมากกว่า แสงสีแดงและแสงอื่นๆ

#### 4.2 ความยาวของรากและลำต้น

ความยาวของรากของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ ได้แก่ คะน่ำ บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้าภายหลังการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติมีความยาวรากสูงที่สุด (4.71 เซนติเมตร) รองลงมา คือ ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีน้ำเงิน (4.17 เซนติเมตร) ส่วนที่มีความยาวของรากต่ำที่สุด คือ ไมโครกรีนคะน่ำที่ปลูกภายใต้แสงสีขาว (2.46 เซนติเมตร) (ตารางที่ 1)

ความยาวลำต้นของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ ได้แก่ คะน่ำ บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้าภายหลังการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยไมโครกรีนบร็อกโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีขาวมีความยาวลำต้นสูงที่สุด (11.06 เซนติเมตร) รองลงมา คือ ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีแดง (7.87 เซนติเมตร) ซึ่งสูงกว่าไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีน้ำเงินและบร็อกโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีแดง (6.90, 6.67 เซนติเมตร) ตามลำดับ ส่วนความยาวลำต้นที่ต่ำที่สุด คือ ไมโครกรีนคะน่ำที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ (4.87 เซนติเมตร) (ตารางที่ 1) ซึ่งต่างจากการศึกษาของ นิภาพร และคณะ (2019) ได้ศึกษาผลของแสงแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตการกระตุ้นการสร้างสารพฤกษเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระของต้นอ่อนผักขี้หูดพบว่า ต้นอ่อนผักขี้หูดที่ได้รับแสงสีแดง มีความสูงของลำต้นสูงที่สุด เนื่องจากแสงสีแดงมีผลต่อการกระตุ้นฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในพืช ช่วยให้เซลล์เกิดการยืดยาวทำให้ต้นอ่อนผักขี้หูดมีความสูงของลำต้นมากที่สุด (Arney and Mitchell, 1969)

**ตารางที่ 1** การงอก ความยาวรากและความยาวลำต้นของไมโครกรีนผักกาดฮ่องเต้แสงชนิดต่างๆ

Treatment	การงอก (%)	ความยาวราก (ซม.)	ความยาวลำต้น (ซม.)
คะน้า+แสงธรรมชาติ	80.00 <sup>bc</sup>	2.86 <sup>de</sup>	4.87 <sup>c</sup>
คะน้า+แสงสีขาว	80.50 <sup>bc</sup>	2.46 <sup>e</sup>	6.13 <sup>bc</sup>
คะน้า+แสงสีแดง	64.00 <sup>d</sup>	2.82 <sup>de</sup>	5.80 <sup>bc</sup>
คะน้า+แสงสีน้ำเงิน	72.50 <sup>cd</sup>	2.83 <sup>de</sup>	5.65 <sup>c</sup>
บร็อคโคลี่+แสงธรรมชาติ	85.00 <sup>b</sup>	3.17 <sup>cd</sup>	5.53 <sup>c</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีขาว	91.00 <sup>ab</sup>	3.92 <sup>b</sup>	11.06 <sup>a</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีแดง	88.00 <sup>ab</sup>	3.18 <sup>cd</sup>	6.67 <sup>bc</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีน้ำเงิน	91.50 <sup>ab</sup>	3.48 <sup>c</sup>	6.22 <sup>bc</sup>
หัวไชเท้า+แสงธรรมชาติ	97.50 <sup>a</sup>	4.71 <sup>a</sup>	5.92 <sup>bc</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีขาว	99.50 <sup>a</sup>	2.85 <sup>de</sup>	6.00 <sup>bc</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีแดง	99.00 <sup>a</sup>	3.99 <sup>b</sup>	7.87 <sup>b</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีน้ำเงิน	99.00 <sup>a</sup>	4.17 <sup>b</sup>	6.90 <sup>bc</sup>
F-test	**	**	**

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3 น้ำหนักแห้ง (กรัม)

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของของไมโครกรีนผักงศ์กะหล่ำ ได้แก่ ค่ะน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ภายหลังการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยไมโครกรีนมีน้ำหนักแห้ง ระหว่าง 4.72 – 6.40 กรัม (ตารางที่ 2)

#### 4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์

การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ของไมโครกรีนผักงศ์กะหล่ำ ได้แก่ ค่ะน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ภายหลังการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีขาวมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุด (0.514  $\mu\text{g/g}$ ) รองลงมา คือ ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ (0.459  $\mu\text{g/g}$ ) ซึ่งสูงกว่าไมโครกรีนคะน้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ และไมโครกรีนบร็อคโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีน้ำเงิน (0.439, 0.429  $\mu\text{g/g}$ ) ตามลำดับ ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ต่ำที่สุด คือ ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีแดง (0.005  $\mu\text{g/g}$ ) (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ เนื่องจากแสงสีน้ำเงินที่ผสมอยู่กับแสงสีแดงเป็นช่วงคลื่นที่คลอโรฟิลล์ในพืชสามารถดูดกลืนได้ดี ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้แสงสีน้ำเงินสามารถชักนำให้พืชมีการสร้างคลอโรฟิลล์ได้มากขึ้น (Kim et al., 2004)

ตารางที่ 2 น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำภายใต้แสงชนิดต่างๆ

Treatment	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ ( $\mu\text{g/g}$ )
คะน้า+แสงธรรมชาติ	5.09	0.439 <sup>ab</sup>
คะน้า+แสงสีขาว	5.01	0.366 <sup>b</sup>
คะน้า+แสงสีแดง	5.76	0.068 <sup>c</sup>
คะน้า+แสงสีน้ำเงิน	5.56	0.077 <sup>c</sup>
บร็อคโคลี่+แสงธรรมชาติ	6.37	0.017 <sup>c</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีขาว	5.42	0.024 <sup>c</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีแดง	6.38	0.349 <sup>b</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีน้ำเงิน	5.26	0.429 <sup>ab</sup>
หัวไชเท้า+แสงธรรมชาติ	6.40	0.459 <sup>ab</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีขาว	5.57	0.514 <sup>a</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีแดง	5.41	0.005 <sup>c</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีน้ำเงิน	4.72	0.131 <sup>c</sup>
F-test	ns	**

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.5 ค่าสี

การวัดค่าสีใบของไมโครกรีนผักงศ์กะหล่ำ ได้แก่ ค่ะน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ภายหลังจากเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยไมโครกรีนมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ระหว่าง 44.45 - 33.22 (ตารางที่ 3)

การหาค่าความเป็นสีเขียว ( $a^*$ ) พบว่า ไม่มีความแตกต่างสถิติ โดยไมโครกรีนมีค่าความเป็นสีเขียว ( $a^*$ ) ระหว่าง (-8.30) – (-6.65) (ตารางที่ 3) โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ลดลงมีความเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของเซลล์หรือการชราภาพ มักใช้ในการประเมินการสูญเสียคุณภาพของผักสีเขียว (Kyriacou et al., 2016)

การหาค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยไมโครกรีนคะน้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติมีค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) มากที่สุด (20.87) รองลงมา คือ ไมโครกรีนคะน้าที่ปลูกภายใต้แสงสีขาว (19.40) ซึ่งสูงกว่าไมโครกรีนคะน้าที่ปลูกภายใต้แสงสีน้ำเงิน และไมโครกรีนบร็อคโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีขาว (18.40, 18.05) ตามลำดับ ส่วนที่มีค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) น้อยที่สุด คือ ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีขาว (10.67) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าสีของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำภายใต้แสงชนิดต่างๆ

Treatment	ค่าสี		
	L*	a*	b*
คะน้า+แสงธรรมชาติ	42.47	-8.05	20.87 <sup>a</sup>
คะน้า+แสงสีขาว	38.97	-8.10	19.40 <sup>ab</sup>
คะน้า+แสงสีแดง	41.55	-7.90	17.87 <sup>abc</sup>
คะน้า+แสงสีน้ำเงิน	42.05	-8.10	18.40 <sup>ab</sup>
บร็อคโคลี่+แสงธรรมชาติ	38.90	-7.00	17.72 <sup>abc</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีขาว	37.55	-8.22	18.05 <sup>abc</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีแดง	44.45	-7.82	16.77 <sup>bcd</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีน้ำเงิน	41.97	-8.20	17.67 <sup>abc</sup>
หัวไชเท้า+แสงธรรมชาติ	39.65	-7.67	14.95 <sup>cd</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีขาว	33.22	-6.65	10.67 <sup>e</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีแดง	37.95	-7.45	13.82 <sup>d</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีน้ำเงิน	38.80	-8.30	17.22 <sup>bc</sup>
F-test	ns	ns	**

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%,  
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.6 ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี Antioxidant Activity (DPPH)

การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) ของไมโครกรีนผักงศ์กะหล่ำ ได้แก่ คะน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ภายหลังจากเพาะเมล็ด 7 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยไมโครกรีนมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี (DPPH) ระหว่าง 92.47 – 39.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) แต่จากรายงานของ สุภา และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษากลของแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินต่อ อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์ พบว่าต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์ที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มากที่สุด เนื่องมาจากแสงสีน้ำเงินมีความสามารถในการกระตุ้นการเปิดของปากใบโดยชักนำให้ปากใบพืชเปิดและกระตุ้นตัวรับแสงซึ่งส่งสัญญาณหรือกระตุ้นให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง หรือ phytochrome (Lino et al., 1985; Travis and Mansfield, 1981; Zeiger and Zhu, 1998)

#### 4.7 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี Antioxidant capacity (FRAP)

การวิเคราะห์หาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) ของไมโครกรีนผักงศ์กะหล่ำ ได้แก่ คะน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ภายหลังจากเพาะเมล็ด 7 วัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยไมโครกรีนคะน้าที่ปลูกภายใต้แสงสีขาวมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) สูงที่สุด (29.56  $\mu\text{mole TE g}^{-1}$  FW) รองลงมา คือ ไมโครกรีนคะน้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ และไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีแดง (28.68, 18.56  $\mu\text{mole TE g}^{-1}$  FW) ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) ที่ต่ำที่สุด คือ ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ (1.45  $\mu\text{mole TE g}^{-1}$  FW) (ตารางที่ 4)

#### 4.8 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด Total phenolics content (TPC)

การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ของไมโครกรีนผักงศ์กะหล่ำ ได้แก่ คะน้า บร็อคโคลี่ และหัวไชเท้า ภายหลังจากเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยไมโครกรีนบร็อคโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีแดงมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ที่สูงที่สุด (104.97  $\mu\text{mole GA g}^{-1}$  FW) รองลงมา คือ ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีแดง (81.27  $\mu\text{mole GA g}^{-1}$  FW) ส่วนปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ที่ต่ำที่สุด คือ ไมโครกรีนบร็อคโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีขาว (10.54  $\mu\text{mole GA g}^{-1}$  FW) (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (FRAP) และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำภายใต้แสงชนิดต่างๆ

Treatment	ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (%)	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธีFRAP (μmole TE g-1 FW)	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (μmole GA g-1 FW)
คะน้า+แสงธรรมชาติ	72.88	28.68 <sup>a</sup>	18.55 <sup>d</sup>
คะน้า+แสงสีขาว	92.47	29.56 <sup>a</sup>	75.17 <sup>abc</sup>
คะน้า+แสงสีแดง	45.86	3.35 <sup>c</sup>	45.56 <sup>bcd</sup>
คะน้า+แสงสีน้ำเงิน	57.03	4.86 <sup>c</sup>	20.30 <sup>cd</sup>
บร็อคโคลี่+แสงธรรมชาติ	53.75	1.46 <sup>c</sup>	24.22 <sup>bcd</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีขาว	44.11	1.84 <sup>c</sup>	10.54 <sup>d</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีแดง	45.00	9.31 <sup>bc</sup>	104.97 <sup>a</sup>
บร็อคโคลี่+แสงสีน้ำเงิน	59.86	8.28 <sup>c</sup>	49.30 <sup>abcd</sup>
หัวไชเท้า+แสงธรรมชาติ	50.02	1.45 <sup>c</sup>	29.09 <sup>bcd</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีขาว	68.85	1.62 <sup>c</sup>	21.69 <sup>cd</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีแดง	39.00	18.56 <sup>b</sup>	81.27 <sup>ab</sup>
หัวไชเท้า+แสงสีน้ำเงิน	52.71	6.96 <sup>c</sup>	42.51 <sup>bcd</sup>
F-test	ns	**	**

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผล

การศึกษาผลของแสง LED ต่อการเจริญเติบโตของไมโครกรีนผักวงศ์กะหล่ำ ได้แก่ กระนำ บร็อกโคลี่ และหัวไชเท้า พบว่า ไมโครกรีนหัวไชเท้ามีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดได้ดีที่สุดในแสงทุกชนิด ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ แสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงมีความยาวรากสูงที่สุด ส่วนในไมโครกรีนบร็อกโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีแดง มีความยาวลำต้นสูงที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผักทั้ง 3 ชนิดแล้ว พบว่าการเจริญเติบโตของไมโครกรีนหัวไชเท้าเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในแสงทุกชนิด การหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง พบว่าไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงที่สุด รองลงมาเป็น ไมโครกรีนบร็อกโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีแดงและแสงธรรมชาติตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า ไมโครกรีนหัวไชเท้าที่ปลูกภายใต้แสงสีขาวและแสงธรรมชาติมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ไมโครกรีนกระนำที่ปลูกภายใต้แสงสีขาวและแสงธรรมชาติ มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก พบว่า ไมโครกรีนบร็อกโคลี่ที่ปลูกภายใต้แสงสีแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด

## เอกสารอ้างอิง

- ธนาพร นพรัตน์ไพบูลย์. 2560. ผลกระทบของสัดส่วนของแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จากหลอด LED ต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชเบญจมาศ คาร์เนชั่น ลิเซียนทัส และสตรอว์เบอร์รี. วิทยาศาสตร์บัณฑิต. ภาควิชาฟิสิกส์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ. 99 หน้า.
- นิภาพร โพธิ์ทอง ณิชชัย พงษ์ประเสริฐ วาริช ศรีละออง ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย และพนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย. 2019. ผลของแสงแอลอีดีต่อการเจริญเติบโต การกระตุ้นการสร้างสารพฤกษเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระของต้นอ่อนผักชีหูด. ว. วิทย. กษ. 50(2)(พิเศษ): 281-284.
- ธนิภพงค์ ครองข้าวนาสาร. 2555. การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีคลอโรฟิลล์ และเส้นใยอาหาร ของต้นทานตะวันงอก. ปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กำแพงแสน. 22. หน้า.
- รัชฎาพร อุ่ณศิริวิไลย์, จิรารวรรณ อุ่ณเมตตาอาร และจิตรา สิงห์ทอง. 2554. รายงานวิจัยเรื่อง ฤทธิ์ทางชีวภาพ และคุณสมบัติเชิงหน้าที่ ของสารสกัดย่านางเครือหมาน้อย และรางจืด. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา
- สุภา พ่วงนิ่ม, อภิชัย เจนจบ, สุนทร โมลา, ชลิตา ชลไมตรี, ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์, และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2018. ผลของแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินต่ออัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนหัวไชเท้าอินทรีย์. ว. วิทย. กษ. 49(2)(พิเศษ): 669-672.
- อุดมลักษณ์ มัจฉาชีพ. 2554. วิทยาการเมล็ดพันธุ์(ฉบับปรับปรุง). ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- อุดมลักษณ์ มัจฉาชีพ, สิริวรรณ สุขนิคม, จันท์เพ็ญ บุตรใส, พาขวัญ ทองรักษ์, อรุณีชัยศรี, อัจฉริยา มณีน้อย, สุรัชย์ มัจฉาชีพ, และสมเจตน์เจริญศรีสัมพันธ์. 2557. การศึกษาการผลิตไมโครกรีนพืชที่บ้านเพื่อการค้าในสภาพโรงเรือน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. พระนครศรีอยุธยา. 121 หน้า.
- อินทิรา ขุดแก้ว และ เบญจมาศ พุ่งเกษม. ผลของวิธีการให้สารและความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเติบโตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในต้นอ่อนทานตะวัน. แก่นเกษตร 47 (2) :379-386 (2562).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Arney, S.E. and Mitchell D.L., 1969, The Effect of Abscisic on Stem Elongation and Correlative Inhibition, *New Phytologist*, Vol. 68, pp. 1001-1015
- Bourget, C.M. 2008. An introduction to light-emitting diodes. *HortScience*. 43, 1944-1946.
- Kim, Y. J., Kim, H. M., Kim, H. M., Lee, H. R., Jeong, B. R., Lee, H.-J., ... Hwang, S. J. (2020). Growth and phytochemicals of ice plant (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) as affected by various combined ratios of red and blue LEDs in a closed-type plant production system. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 100267. doi:10.1016/j.jarmap. 2020.100267
- Kozai, T., Niu, G & Takagaki, M. 2016. *Plant Factory An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production*. U.S.A: Nikki Levy.
- Kyriacou, M. C., Roupheal, Y., Di Gioia, F., Kyratzis, A., Serio, F., Renna, M., Santamaria, P. 2016. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology*. 57, 103–115.
- Iino, M., Ogawa, T. and Zeiger E., 1985, Kinetic Properties of the Blue-light Response of Stomata, *Proceeding of the National Academy of Science*, 82: pp. 8019-8023.
- Massa, G. D., Kim, H.H., Wheeler, R. M., & Mitchell, C. A. 2010. Plant Productivity in Response to LEDLighting. *Hortscience*, 43 (Suppl. 7), 1951-1956.
- Perez-Balibrea, S., Moreno, D.A. and Garcia-Viguera, C., 2008, Influence of Light on Health-Promoting Phytochemicals of Broccoli Sprouts, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5): pp. 904– 910.
- Travis, A.J. and Mansfield, T.A., 1981, Light Saturation of Stomatal Opening on the Adaxial and Abaxial Epidermis of *Commelina communis*, *Journal of Experimental Botany*, 32: pp. 1169-1179
- Xiaoying, L., Shirong, G., Taotao, C., Zhigang, X. & Tezuka, T. 2012. “Regulation of the growth And photosynthesis of cherry tomato seedlings by different light irradiations of light emitting diodes (LED)”. *African journal of biotechnology*, 11 (Suppl. 22), 6169-6177.

- Zeiger, E. and Zhu, J., 1998, Role of Zeaxanthin in Blue Light Photoreception and the Modulation of Light-CO<sub>2</sub> Interactions in Guard Cells, *Journal of Experimental Botany*, 49: pp. 433-342
- Zhang, X., Z. Bian, X. Yuan, X. Chan, and C. Lu. 2020. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens. *Trends in Food Science & Technology*. 203-216

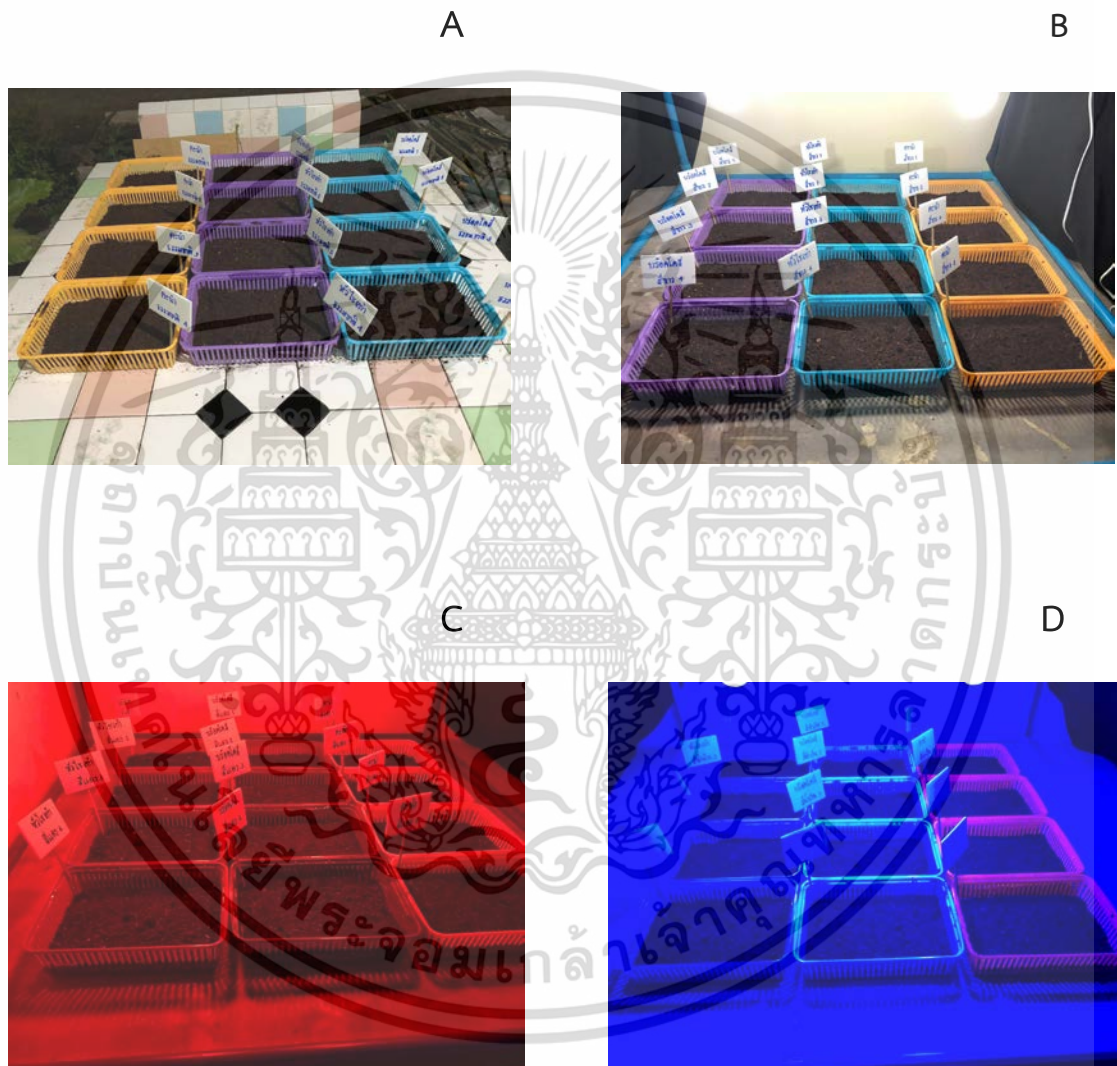




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## ภาพแสดงลักษณะของแสง 4 ชนิด



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของแสง 4 ชนิด แสงธรรมชาติ (A), แสงสีขาว (B), แสงสีแดง (C) และแสงสีน้ำเงิน (D)

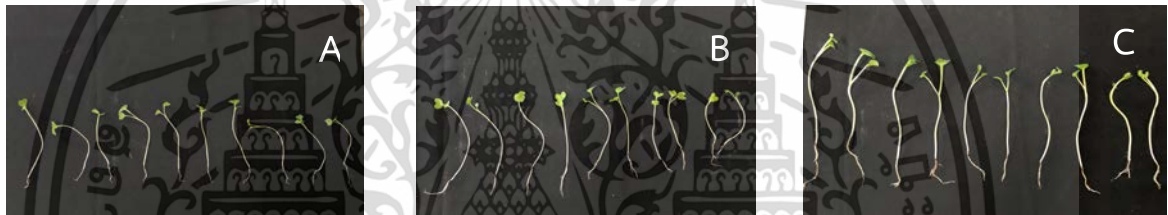
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

## ภาพแสดงการวัดความยาวรากและลำต้น



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะต้นอ่อนกระน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสงธรรมชาติ



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะต้นอ่อนกระน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสง LED สีขาว



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะต้นอ่อนกระน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสง LED สีแดง



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะต้นอ่อนกระน้ำ (A) บร็อคโคลี่ (B) และหัวไชเท้า (C) โดยการใช้แสง LED สีน้ำเงิน

## ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล	นางสาววิมลทิพย์ มากประดิษฐ์
วัน/เดือน/ปี เกิด	26 สิงหาคม 2541
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 21/1 หมู่ 5 ตำบลทะเลทรัพย์ อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
ประวัติการศึกษา	อนุบาล 1-2 โรงเรียนอนุบาลปะทิว อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนอนุบาลปะทิว อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนปะทิววิทยา อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนปะทิววิทยา อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ปัจจุบันศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการผลิตพืช ชั้นปีที่ 4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้