ผลของแสงสีแดง และแสงสีน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Effects of Red and Blue Light on Growth and Yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Sprouts

นูรมัน เจะซอ[1], นิราณี บือราเฮง[1]*

[1] หลักสูตรเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

* Email address: Niranee.b@yru.ac.th

บทคัดย่อ

ไดโอดเปล่งแสง (light emitting diodes, LEDs) หรือแอลอีดี เป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำทางแสงที่มีอิทธิต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งปัจจุบันการใช้แสง LED เป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร แต่ยังมีข้อมูลไม่มากนัก โดยเฉพาะปัจจัยของแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตต้นอ่อนพืช ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของแสงสีแดง และแสงสีน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 10 ทรีทเมนท์ๆ ละ 5 ซ้ำ เก็บบันทึกข้อมูล เปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็วในการงอก ความสูงต้น และน้ำหนักสด จากผลการทดลอง พบว่า การให้แสง LED สีแดงผสมสีน้ำเงิน จำนวน 12 ชั่วโมง ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอก ความสูงต้น และน้ำหนักสดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) เท่ากับ 85.20 เปอร์เซ็นต์ 17.47 เซนติเมตร และ 147 กรัม ตามลำดับ และในขณะที่การให้แสงแอลอีดี และจำนวนชั่วโมงที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความเร็วในการงอกของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง

คำสำคัญ: ไดโอดเปล่งแสง, แอลอีดี, ต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง

Abstract

Light emitting diodes or LEDs are light emitting semiconductor materials that influence plant growth. Which currently uses LED as an alternative to increasing agricultural productivity, but there is not much information especially on the factors of light suitable for plant growth sprouts. Therefore, studied effects of red and blue light on growth of roselle sprouts. The experiment was a completely randomized design (CRD) using 10 treatments with 5 replications. The data recording; germination percentage, speed of germination, plant height, and fresh weight. The results found that 12 hours of red mix blue LED lighting effects on the highest percentage of germination, plant height, and fresh weight ($p \leq 0.01$) were 85.20 percent, 17.47 cm, and 147 g, respectively, while the LED light and period had no effect on the speed of germination of roselle sprouts.

Keywords: Light Emitting Diodes LED Roselle Sprouts.

1. บทนำ

กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียและแอฟริกา สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน โดยเฉพาะกลีบเลี้ยง เนื่องจากมีคุณสมบัติทางยา รวมทั้งมีสารประกอบฟีนอลิก คาร์โบไฮเดรต เพกติน กรดอินทรีย์ต่าง ๆ (เกศนภา และคณะ, 2549 และเอกรินทร์ และคณะ, 2561). ถือได้ว่าเป็นพืชที่น่าใจสำหรับการผลิตเป็นต้นอ่อนพืช เนื่องจากต้นอ่อนหรือไมโครกรีน เป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เมื่อเทียบกับผักชนิดเดียวกันที่เติบโตเต็มที่ ใช้ระยะเวลาน้อยในกระบวนการผลิต และปลอดภัย ซึ่งข้อมูลปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผลิตต้นอ่อนพืชยังคงน้อย โดยเฉพาะปัจจัยของแสง ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง การพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืช และยังสามารถกระตุ้นให้พืชสร้างสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันมีการใช้แสงเทียม หรือแสงประดิษฐ์จากหลอดไฟมาทดแทนแสงธรรมชาติในการปลูกพืช เป็นวิธีการที่ทำให้สามารถปลูกพืชในที่ที่ไม่มีแสงธรรมชาติ เช่น ในบ้าน ในอาคาร ในห้อง หรือ การผลิตพืชแบบแพลนท์แฟคทอรี่ (Plant Factory; PF) เป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชที่การควบคุมปัจจัยการผลิตภายนอก ได้แก่ ความเข้มแสง อุณหภูมิ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การจัดการโรคและแมลง ช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพสูง โดยใช้หลอด Light Emitting Diodes (LEDs หรือ แอลอีดี) เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ให้พลังงานแก่พืชในการสังเคราะห์แสง (จูนลิฎา และคณะ, 2550; นภัทร และ ไชยยันต์, 2560 และ พิชญ์สินี และ ธรรมศักดิ์, 2560) ซึ่งหลอดแอลอีดีเป็นหลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน อายุการใช้งานที่ยาวนาน และมีความหลากหลายสเปกตรัมแสงมากกว่าการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) และสามารถออกแบบความยาวคลื่นให้มีผลต่อกระบวนการ metabolism และสัณฐานวิทยาของพืชที่ดีขึ้น เนื่องจากสามารถควบคุมปริมาณและระดับของแสงในรอบวันได้ (Jiao et al., 2007; Bourget, 2008; Massa et al., 2008; Morrow; 2008 Liu et al., 2015 และจริญญา และอารักษ์, 2562) โดยเฉพาะแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงิน มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นแหล่งพลังงานหลักในกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระตุ้นความแข็งแรงของพืช นอกจากนี้ยังพบว่า แสงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนพืชหลายชนิด ช่วยเพิ่มอัตราการงอกและปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ (ชานนท์, 2560; พรอนันต์ และหฤทัย, 2561 และ สุภาและคณะ, 2561) อย่างไรก็ตามความต้องการสีของแสงและความเข้มของแสงในพืชแต่ละชนิดหรือแต่ละพันธุ์นั้นมีความต้องการแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องทำการทดลองกับพืชและพันธุ์ที่สนใจโดยตรง เพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชมากที่สุด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาอิทธิของแสงสีแดง และสีน้ำเงิน จากหลอดแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 10 ทรีทเมนท์ๆ ละ 5 ซ้ำ โดยมีการใช้แสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และสีแดงผสมสีน้ำเงิน จากหลอดแอลอีดีสี ความเข้มแสง 1,500 Lumen ให้แสงจำนวน 4, 8 และ12 ชั่วโมง ดังนี้ (T1) แสงธรรมชาติ (ควบคุม), (T2) แอลอีดีสีแดง 4 ชั่วโมง, (T3) แอลอีดีสีน้ำเงิน 4 ชั่วโมง, (T4) แอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน 4 ชั่วโมง, (T5) แอลอีดีสีแดง 8 ชั่วโมง, (T6) แอลอีดีสีน้ำเงิน 8 ชั่วโมง, (T7) แอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน 8 ชั่วโมง, (T8) แอลอีดีสีแดง 12 ชั่วโมง, (T9) แอลอีดีสีน้ำเงิน 12 ชั่วโมง และ(T10) แอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน 12 ชั่วโมง.โดยนำเมล็ดกระเจี๊ยบแดงที่สมบูรณ์แช่น้ำ 8 ชั่วโมง และนำไปบ่มในทิชชู 8 ชั่วโมง แล้วนำไปเพาะลงในวัสดุเพาะซึ่งเป็นดินเพาะสำเร็จรูป โรยเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดงที่ผ่านการบ่ม จำนวน 100 เมล็ดต่อตะกร้า โดยโรยให้กระจายและสม่ำเสมอทั่วตะกร้า กลบทับด้วยวัสดุเพาะประมาณ 0.5 - 1.เซนติเมตร จากนั้นฉีดพ่นน้ำตะกร้าละ 100 มิลลิลิตร วางในกล่องพลาสติกขนาดขนาด 38x57x31 เซนติเมตร ให้น้ำวันละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 7 วัน (ภาพที่ 1) บันทึกเปอร์เซ็นต์การงอก (%) ความเร็วในการงอก (วัน) สำหรับความสูงต้น (เซนติเมตร) ทำการสุ่มต้น จำนวน 10 ต้น วัดจากโคนต้นถึงยอด และน้ำหนักสด (กรัม) โดยการถอนต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดงของแต่ละทรีตเมนท์ที่งอกทั้งหมดในแต่ละตะกร้า ทำการล้างรากเพื่อ

นำวัสดุเพาะที่ติดกับรากออก สะเด็ดน้ำให้แห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนักสด และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของแสงสีแดง สีน้ำเงิน และแสงสีแดงผสมสีน้ำเงิน ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอก ความสูงต้น และน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ยกเว้นความเร็วในการงอก ไม่มีความแตกต่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 1 ซึ่งแสงที่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด คือ แสงจากแอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน (T10) กับแอลอีดีสีน้ำเงิน ที่ให้แสงจำนวน 12 ชั่วโมง (T9) เท่ากับ 85.2 และ 84.8 % ตามลำดับ รองลงมา คือ แอลอีดีสีน้ำเงิน (T6) กับแอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน ที่ให้แสงจำนวน 8 ชั่วโมง (T7) มีค่าเท่ากับ 83.6 และ 81.8 % ตามลำดับ และแสงที่มีอิทธิพลต่อความสูงต้นสูงที่สุด คือ แสงจากแอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน (T10) กับแอลอีดีสีแดง ที่ให้แสงจำนวน 12 ชั่วโมง (T8) มีความสูง เท่ากับ 17.47 และ 17.46 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ แอลอีดีสีน้ำเงิน ที่ให้แสงจำนวน 12 ชั่วโมง (T9) มีความสูง เท่ากับ 16.61 เซนติเมตร ส่วนน้ำหนักสดของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง พบว่า แสงจากแอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน ที่ให้แสงจำนวน 12 ชั่วโมง (T10) มีอิทธิผลต่อน้ำหนักสดสูงที่สุด เท่ากับ 147 กรัม รองลงมา คือ แอลอีดีสีน้ำเงิน ที่ให้แสงจำนวน 12 ชั่วโมง (T9) และแอลอีดีสีน้ำเงิน ที่ให้แสงจำนวน 8 ชั่วโมง (T6) ให้น้ำหนักสดเท่ากับ 141 กรัม (ภาพที่ 2 และ3)

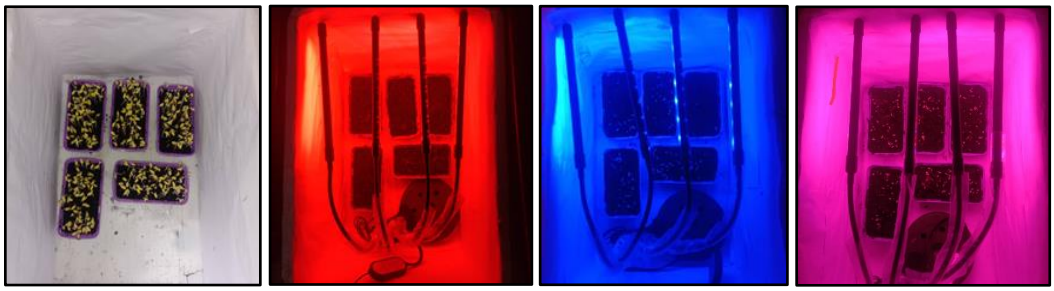
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติและค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็วในการงอก ความสูงต้น และน้ำหนักสดของต้นอ่อนกระเจี๊ยบ

ทรีทเมนท์	เปอร์เซ็นต์การงอก(%)	ความเร็วในการงอก (วัน)	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)
T1 = แสงธรรมชาติ (ควมคุม)	60^{c}	2.42	15.64^{bc}	83^{c}
T2 = แอลอีดีสีแดง 4 ชั่วโมง	61.2^{c}	2.42	15.27^{c}	84^{c}
T3 = แอลอีดีสีน้ำเงิน 4 ชั่วโมง.	62.6^{c}	2.41	15.98^{bc}	89^{c}
T4 = แอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน 4 ชั่วโมง.	61.2^{c}	2.41	15.25^{c}	86^{c}
T5 = แอลอีดีสีแดง 8 ชั่วโมง	78.8^{b}	2.43	15.90^{bc}	127^{b}
T6 = แอลอีดีสีน้ำเงิน 8 ชั่วโมง	83.6^{ab}	2.44	16.05^{bc}	141^{ab}
T7 = แอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน 8 ชั่วโมง	81.8^{ab}	2.40	15.93^{bc}	130^{b}
T8 = แอลอีดีสีแดง 12 ชั่วโมง	79.4^{b}	2.43	17.46^{a}	129^{b}
T9 = แอลอีดีสีน้ำเงิน 12 ชั่วโมง	84.8^{a}	2.44	16.61^{ab}	141^{ab}
T10 = แอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน 12 ชั่วโมง.	85.2^{a}	2.43	17.47^{a}	147^{a}
F-test	**	ns	**	**
C.V.(%)	**3.64**	**1.77**	**3.22**	**6.78**

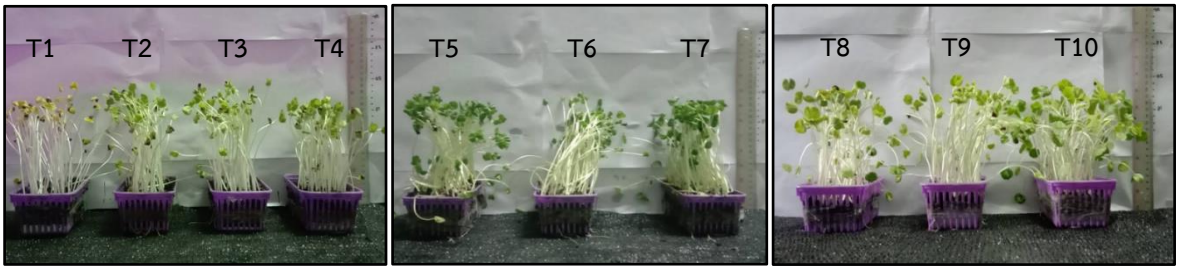
หมายเหตุ * : มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** : มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

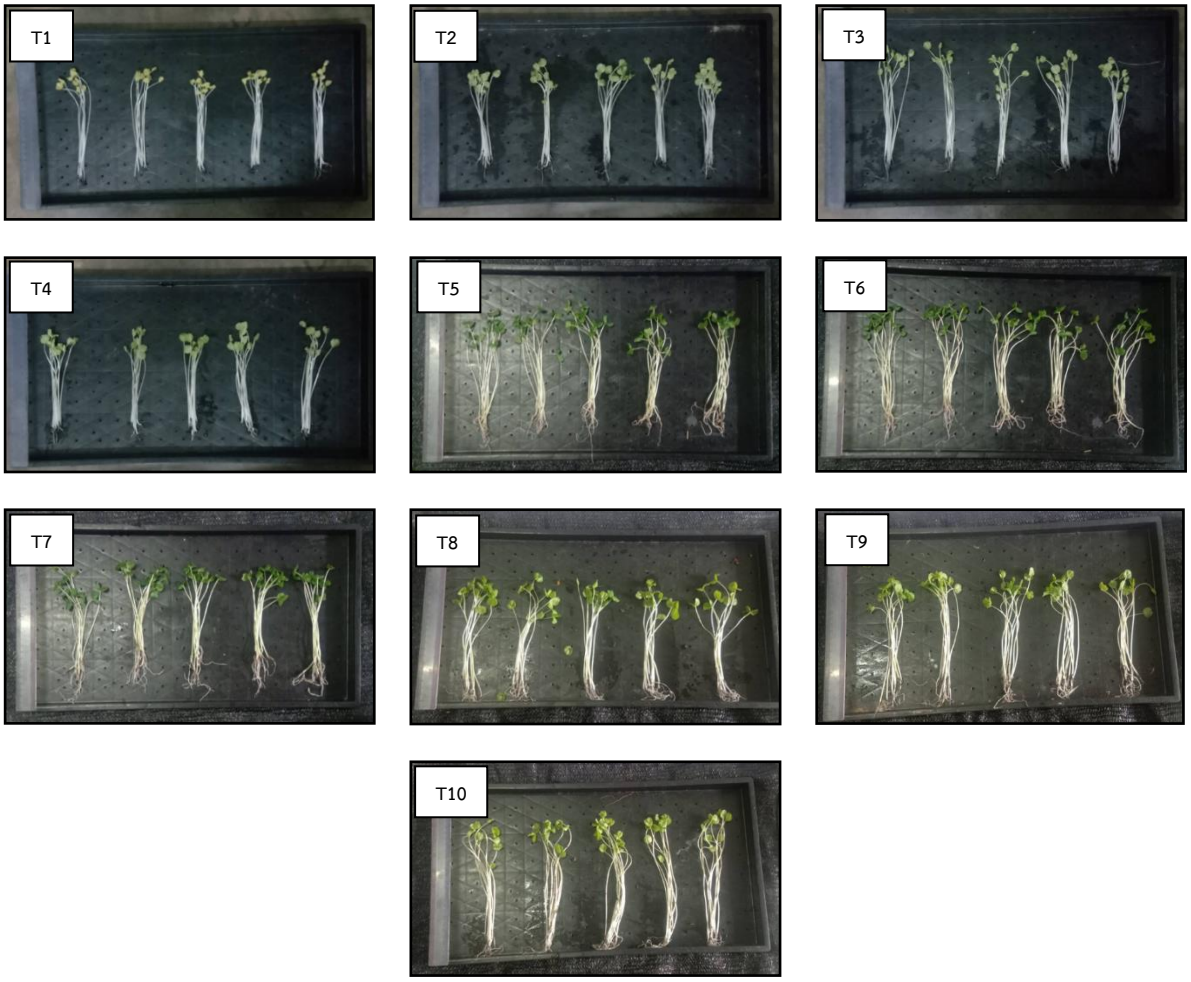
ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 1 ต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดงเพาะภายใต้การใช้แสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม) แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และสีแดงผสมสีน้ำเงินจากหลอดแอลอีดี ความเข้มแสง 1,500 Lumen



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดงภายใต้การให้แสงแอลอีดีและจำนวนชั่วโมงที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 3 ความสูงของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดงภายใต้การให้แสงแอลอีดีและจำนวนชั่วโมงที่แตกต่างกัน

4. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองข้างต้น การให้แสงจากหลอดแอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน และหลอดแอลอีดีสีแดง ที่ให้แสงจำนวน 12 ชั่วโมง ส่งผลต่อความสูงของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดงมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชานนท์ (2560) ที่ทำการศึกษาผลของหลอดไฟแอลอีดีสีขาว แดง และน้ำเงิน ต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบอะควาโพนิค พบว่า หลอดแอลอีดีสีแดงมีผลต่อความสูงต้นมากที่สุด เช่นเดียวกันกับงานวิจัย สุภา และคณะ (2561) ที่ทำการศึกษาผลของชนิดแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนหัวไช้เท้าอินทรีย์ พบว่า ต้นอ่อนหัวไช้เท้าอินทรีย์ที่ได้รับแสงสีแดงมีความสูงต้นสูงที่สุด คือ 7.60 เซนติเมตร สำหรับเปอร์เซ็นต์งอกของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง ที่ได้รับแสงจากหลอดแอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงินกับหลอดแอลอีดีสีน้ำเงิน ที่ให้แสงจำนวน 12 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์งอกของต้นสูงที่สุดที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภา และคณะ (2561) พบว่า ต้นอ่อนหัวไช้เท้าอินทรีย์ที่ได้รับแสงสีน้ำเงินมีอัตราการงอกมากที่สุด ในขณะที่ Park et al. (2019) ศึกษาผลของไดโอดเปล่งแสงต่อการสะสมของสาร Glucosinolates และสารประกอบฟีนอลิกในต้นอ่อนคาโนลา (*Brassica napus* L.) หลังเพาะ 14 วัน. ผลจากการทดลอง พบว่า ต้นอ่อนคาโนลาที่ได้รับแสงสีแดงมีน้ำหนักสด และความยาวของยอดสูงสุดเมื่อเทียบกับต้นอ่อนคาโนลาที่ได้แสงสีขาว สีน้ำเงินและสีน้ำเงินผสมสีแดง

จากงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการให้แสงแอลอีดีสีแดงผสมสีน้ำเงิน ส่งผลอัตราการงอก ความสูงต้น และน้ำหนักสด แต่ไม่มีผลต่อความเร็วในการงอกของต้นอ่อนกระเจี๊ยบ ดังนั้นการวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาลักษณะคุณภาพของต้นอ่อนกระเจี๊ยบแดง เช่น สี รสชาติ ความกรอบ เป็นต้น รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการ สารอนุมูลอิสระ และสารสำคัญอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อหาตัวชี้วัดข้อดีของการให้แสงแอลอีดี และหาจุดคุ้มทุนกับค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติ และผลผลิตที่มีคุณภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์หลักสูตรเกษตรศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่อำนวยความสะดวก และสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

เกศนภา ถาวร, ณธร ชัยญาคุณาพฤกษ์ และวิษณุ ธรรมลิขิตกุล. (2549). การทบทวนวรรณกรรมอย่าง เป็นระบบการศึกษาประสิทธิภาพทางคลินิกของกระเจี๊ยบแดง, *วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ,* 1(3), 219-225.

จริญญา ฤทธิรัมย์ และ อารักษ์ ธีรอำพน. (2562). ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรี่. *วารสารแก่นเกษตร*, 47(6), 1243-1250.

จูนลิฎา โยธาทิพย์, พาสินี สุนากร และ พัชรียา บุญกอแก้ว. (2550). การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์. *การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตรวิทยาเขตกำแพงแสน.* ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 2007-2014.

ชานนท์ ลาภจิตร. (2560). ผลของหลอดไฟแอลอีดีสีขาว แดง และน้ำเงิน ต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบอะควาโพนิค. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 4(2), 26-32.

นภัทร วัจนเทพินทร์ และ ไชยยันต์ บุญมี. (2560). ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช?. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(1), 158-176.

พรอนันต์ บุญก่อน และ หฤทัย ไทยสุชาติ (2561). การใช้แสงอัลตราไวโอเลตเพื่อกระตุ้นความสามารถในการต้านอนุมูล อิสระและสารต้านอนุมูลอิสระบางชนิดในต้นอ่อนทานตะวัน. *วารสารแก่นเกษตร*, 46(1), 1248-1253.

พิชญ์สินี เพชรไทย และ ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. (2560). ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์,* 4(3), 54-59.

สุภา พ่วงนิ่ม, อภิชัย เจนจบ, สุนทร โมลำ, ชลิดำ ชลไมตรี, ผ่องเพ็ญ จิตอำรีย์รัตน์ และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ. (2561). ผลของแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินต่ออัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนหัวไช้เท้าอินทรีย์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(2), 669-672.

เอกรินทร์ สารีพัว, ปริญดา แข็งขัน และ ชยพร แอคะรัจน์ (2561). ผลของพันธ์และวัสดุ เพาะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ในการผลิตต้นอ่อนผักบุ้ง. *วารสารแก่นเกษตร,* 46(3), 543-548.

Bourget, C.M. (2008). An introduction to light emitting diodes. *HortSci*, 43(7), 1944–1946.

Jiao, Y., Lau, O. S. and Deng, X. W. (2007). Light-regulated Transcriptional Networks in Higher Plants. *Nature Reviews Genetics*, 8(3), 217–230.

Liu, J.D., Goodspeed, D., Sheng, Z., Li, B., Yang, Y., Kliebenstein, D.J. and Braam, J. (2015). Keeping the Rhythm: Light/Dark Cycles during Postharvest Storage Preserve the Tissue Integrity and Nutritional Content of Leafy Plants. *BMC Plant Biology*, 15(92), 1-9.

Massa, G.D., Kim, H.H., Wheeler, R.M. and Mitchell, C.A. (2008). Plant productivity in response to LED lighting. *HortSci,* 43(7), 1951–1956.

Morrow, R.C. (2008). LED lighting in horticulture. *HortSci*, 43(7), 1947–1950.

Park, C. P., Kim, N. S., Park, J. S., Lee, S. Y., Lee, J. W. and Park, S. U. (2019). Effects of Light-Emitting Diodes on the Accumulation of Glucosinolates and Phenolic Compounds in Sprouting Canola (*Brassica napus* L.). *Foods*, 8(76), 2-9.