Research Article
Journal of Vocational Education in Agriculture Vol. 9 ● No. 2 • July – December 2025

ผลของหลอดไฟแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเบบี้คอสและสลัดเรดปัตตาเวีย

Effect of Light-Emitting Diodes (LEDs) on Growth and Yield of Baby Cos Lettuce and Red Batavia Lettuce

เพ็ญแข รุ่งเรือง[1] ธีรภัทร สงัดกิจ[1] ชุติมา กาบแก้ว[1]และ จารุกิตติ์ ดิษสระ[1*]
Penkhae Rungrueng[1], Teerapat Sangadkit[1], Chutima Kapkaeo[1], and Jarukitt Ditsara[1*]

Received: 18 October 2024
Revised: 15 November 2025
Accepted: 30 December 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของหลอดไฟ LED สำหรับปลูกพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสลัดเบบี้คอสและสลัดเรดปัตตาเวียที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ในห้องควบคุมอุณภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เปิดไฟ 16 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง วางแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ 1) แสงธรรมชาติ (ควบคุม) 2) หลอด LED QBX850-L (PAR=210.61 W•m^{-2} PPFD = 1,003.025 μmol•m^{-2}•s^{-1} และค่าความส่องสว่าง = 66,542.1 ลักซ์) 3) หลอด LED grow light (4000K) (PAR=107.032 W•m^{-2} PPFD = 511.123 μmol•m^{-2}•s^{-1} และค่าความส่องสว่าง 29,518.3 ลักซ์) 4) หลอด LED grow light (warm white) (PAR=105.257 W•m^{-2} PPFD = 500.891 μmol•m^{-2}•s^{-1} และค่าความส่องสว่าง 24,469.6 ลักซ์) และ 5) หลอด LED grow light (pink) (PAR=102.093 W•m^{-2} PPFD = 521.342 μmol•m^{-2}•s^{-1} และค่าความส่องสว่าง 8,975.2 ลักซ์) พบว่าสลัดเบบี้คอสที่ปลูกภายใต้แสง LED ทุกทรีทเมนต์มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการปลูกด้วยแสงธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งด้านจำนวนใบ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ และน้ำหนักสด ขณะที่ค่าสีใบ L*, a*, b* ไม่แตกต่างกัน

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพ ประเทศไทย 10600
[1] Faculty of Science of Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand 10600
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: jarukitt.di@bsru.ac.th

ทางสถิติ สำหรับสลัดเรดปัตตาเวียพบว่าการปลูกภายใต้แสง LED โดยเฉพาะทรีทเมนต์ที่ 3–5 ส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการปลูกกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญ โดยทรีทเมนต์ที่ 3 ให้ค่าน้ำหนักสดต้นรวมรากและน้ำหนักสดต้นมากที่สุด เท่ากับ 123.68±19.83 และ 102.27±14.47 กรัม/ต้น ตามลำดับ และมีสีใบเขียวเข้มกว่าการปลูกด้วยแสงธรรมชาติ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้หลอดไฟ LED โดยเฉพาะหลอด LED TR3 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของผักสลัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผักในโรงเรือนหรือระบบโรงงานผลิตพืช (Plant Factory)

คำสำคัญ: หลอดไฟ LED สลัดเบบี้คอส สลัดเรดปัตตาเวีย

ABSTRACT

The objective was to investigate the effects of Grow Light Emitting Diode (LED) on the growth and yield of baby cos lettuce and red Batavia lettuce in hydroponic systems within a temperature-controlled room at 25±2℃ with a 16-hour photoperiod, compared with outdoor cultivation. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with the following treatments: 1) Sunlight (control), 2) LED QBX850-L(PAR=210.61 $W \cdot m^{-2}$ PPFD = 1,003.025 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ and Illuminance= 66,542.1 lux), 3) LED grow light (4000K) (PAR= 107.032 $W \cdot m^{-2}$ PPFD = 511.123 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ and Illuminance= 29,518.3 lux), 4) LED grow light (warm white) (PAR=105.257 $W \cdot m^{-2}$ PPFD = 500.891 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ Illuminance = 24,469.6 lux), and 5) LED grow light (pink) (PAR=102.093 $W \cdot m^{-2}$ PPFD = 521.342 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ Illuminance = 8,975.2 lux). It was found that baby cos lettuce grown under LED light in all treatments exhibited significantly higher growth and yield than those grown under natural light in terms of leaf number, plant height, canopy width, leaf length and width, fresh weight (with and without roots), and dry weight, while leaf color values (L*, a*, b*) were not significantly different. For red batavia lettuce, treatments 3–5 significantly increased plant height, canopy width, leaf and root length compared with natural light. Treatment 3 produced the highest fresh weight with and without roots at 123.68±19.83 and 102.27±14.47 g/plant, respectively. Red batavia lettuce grown under LED light also showed significantly greener leaves than those grown under natural light. Findings from this study indicate that LED lighting, especially the LED TR3 model, can significantly enhance lettuce growth and yield. Such lighting systems are highly applicable for controlled-environment agriculture, including greenhouse and plant factory production, to improve efficiency and crop consistency.

Keywords: LED Bulbs; Baby Cos Lettuce; Red Batavia Lettuce

บทนำ

หลอดไฟ LED สำหรับปลูกพืชเป็นหลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน มีอายุการใช้งานยาวนานและมีความหลากหลายของสเปกตรัมแสง [1] และสามารถออกแบบความยาวคลื่นให้มีผลต่อกระบวนการ metabolism และสัณฐานวิทยาของพืชที่ดีขึ้น [2] โดยความยาวของคลื่นแสงที่เรานำมาใช้อยู่ในช่วงประมาณ 430-460 nm (แสงสีน้ำเงิน) และ 630-660 nm (แสงสีแดง) เนื่องจากความยาวของคลื่นแสงดังกล่าวเหมาะสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืชมากที่สุดและยังช่วยในการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด [3] การให้แสงเพียงสีใดสีหนึ่งแก่พืชสามารถชักนำให้เกิดการเจริญเติบโตได้ แต่อาจทำให้รูปแบบการเจริญเติบโตแตกต่างไปจากต้นที่เจริญในแสงตามธรรมชาติ เช่น ต้นมะเขือเทศที่ได้รับแสงสีส้ม สีแดง หรือสีเขียว จะมีลักษณะต้นยืดยาวและอ่อนแอ ในขณะที่ต้นมะเขือเทศที่ได้รับแสงผสมระหว่างสีน้ำเงินกับสีแดง หรือแสงสีขาวที่มีส่วนผสมของแสงทุกช่วงความยาวคลื่น มีลักษณะต้นใกล้เคียงกับการปลูกในแสงตามธรรมชาติ [4] Kuan-Hung Lin, et al. พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้แสงแอลอีดีสีแดง-น้ำเงิน ให้แสงวันละ 16 ชั่วโมงต่อวัน ให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง รูปร่าง สีของใบและความกรอบดีที่สุด [5] Kook, et al. รายงานว่าการปลูกผักกาดหอมโดยใช้แสงไฟจากหลอดแอลอีดีสีน้ำเงินความเข้มแสง 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าแสงไฟจากหลอดแอลอีดีสีขาวและสีแดง [6] Onsri, et al.พบว่าแสงจากหลอดแอลอีดีทำให้ผักสลัดเรดโอ๊ค คอส กรีนโครอล และกรีนโอ๊ค มีการเจริญเติบโต น้ำหนักสดผลผลิต ปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์สูง [7] อีกทั้งมีรายงานวิจัยที่ระบุว่า การใช้แสงจากหลอดแอลอีดีช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโต ผลผลิต และสารสำคัญที่เพิ่มขึ้น โดยช่วยเพิ่มน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และน้ำหนักใบต่อพื้นที่แก่ไมโครกรีนของร็อคเก็ต บร็อคโคลี่ มิซูน่า และแรดดิช เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยใช้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ [8] เช่นเดียวกับ Petchthai & Thongket พบว่า การปลูกผักกาดหอมเรดโอ๊คโดยใช้แสงจากหลอดแอลอีดีให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนยอดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [9]

สำหรับการผลิตหลอดไฟ LED สำเร็จรูปเพื่อการปลูกพืชในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบและสามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถหาซื้อได้ผ่านระบบออนไลน์ มีทั้งหลอด LED, LED strip หรือหลอด LED แบบโคมไฟ เป็นต้น ซึ่งระบุช่วงคลื่น ระบุความเข้มแสง ระบุสีของแสง ที่สำคัญคือระบุคุณสมบัติในการปลูกพืชในที่ร่มได้ [7] ซึ่งมีราคาตั้งแต่หลักร้อยบาทจนถึงหลักหมื่นบาท บางชนิดสามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชในที่ร่มได้จริง เช่น จากการศึกษาของ ชุติมา และคณะ [10] และเพ็ญแข และคณะ [11] พบว่าหลอดไฟ LED ทางการค้าชนิดหลอด LED Grow Light (4000K) หลอด Grow Light (Warm White) หลอด Grow Light (Pink) มีแนวโน้มนำมาใช้ในการปลูกผักสลัดเรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค บัตเตอร์เฮด และสลัดแก้วญี่ปุ่นได้ เนื่องจากให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ดีกว่าการปลูกในแสงธรรมชาติ ในด้านผลผลิต พบว่าสลัดบัตเตอร์เฮดและสลัดแก้วญี่ปุ่น ให้น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติ แม้ว่าหลอดไฟ LED สำเร็จรูปทางการค้าจะสามารถนำไปใช้ปลูกพืชได้ แต่มีลักษณะลำต้นที่ยืดยาว และสีใบไม่ตรงตามสายพันธุ์ การนำหลอดไฟ LED มาใช้ในการปลูกผักสลัดจึงควรเพิ่มความเข้มของแสงให้มากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการทดลองเปรียบเทียบหลอดไฟ LED หลายชนิดที่มีค่า PAR, PPFD และ LUX แตกต่างกัน โดยทั่วไปหลอด LED ทางการค้าจะระบุว่าสามารถใช้ปลูกพืชได้ แต่ค่าความส่องสว่าง (LUX) และ PPFD ที่แท้จริงอาจต่ำกว่าที่ระบุไว้มาก ซึ่งส่งผลให้พืชมีลำต้นยืดยาว หรือใบซีด

ผักสลัดเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่ได้รับความนิยมบริโภคอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นผักที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง มีวิตามิน แร่ธาตุ และใยอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะผักสลัดเบบี้คอส (Baby Cos Lettuce) และสลัดเรดบัตตาเวีย (Red Batavia Lettuce) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกและจำหน่าย

ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากมีรสชาติดี ลักษณะใบกรอบ สีสันสวยงาม และมีมูลค่าทางการตลาดสูง สลัดเบบี้คอสเป็นผักที่มีอัตราการเจริญเติบโตดีในระบบไฮโดรโปนิกส์ ให้ผลผลิตเร็ว เหมาะสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์และโรงงานผลิตพืช (Plant Factory) ส่วนสลัดเรดปัตตาเวียเป็นผักใบสีแดงที่อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แอนโทไซยานิน (Anthocyanins) ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพและเป็นที่ต้องการของตลาดระดับพรีเมียม อย่างไรก็ตามการปลูกผักสลัดในสภาพแวดล้อมธรรมชาติมักได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของแสง อุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพและผลผลิต [12]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มแสงของหลอดไฟ LED สำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดที่มีสีแตกต่างกัน 2 พันธุ์ คือ สลัดเรดปัตตาเวีย *Lactuca sativa* “Batavia Red” ซึ่งเป็นผักใบแดง และเบบี้คอส *Lactuca sativa* “Baby Cos Romaine” ซึ่งเป็นผักใบเขียว โดยเปรียบเทียบกับการปลูกภายใต้แสงธรรมชาติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เพาะเมล็ดผักสลัด) เบบี้คอสและเรดปัตตาเวีย (ในฟองน้ำเพาะเมล็ดขนาด 1x1x1 นิ้ว 1 เมล็ดต่อช่อง นำไว้ในที่มืดเป็นเวลา 2 คืน เมื่อเมล็ดงอกนำไปในที่มีแสงแดดรำไร เมื่อต้นกล้ามีอายุ 2 สัปดาห์หรือมีใบจริง 2 ใบ ย้ายต้นกล้าลงในถ้วยปลูกและปลูกลงรางไฮโดรโปนิกส์โดยใช้ระยะระหว่างต้น 10 ซม .ระยะระหว่างแถว 20 ซม .ใส่ปุ๋ยไฮโดรโปนิกส์)stock A และ B ความเข้มข้น 100 เท่าของบริษัท เวสโก้เคมีประเทศไทย จำกัด (โดยควบคุมค่า EC เท่ากับ 1.8 $m \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1}$อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส pH 6-6.5 เปิดให้แสงตามตารางที่ 1 เป็นเวลา16 $h \cdot day^{-1}$ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์)Completely Randomize Design; CRD) ประกอบด้วย 5 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 1 ต้น ดังตารางที่ 1 ซ้ำๆ ละ 10

2. การติดตั้งหลอดไฟ ใช้หลอดไฟ LED สำหรับปลูกพืชตามท้องตลาดชนิดต่างๆ โดยหลอด LED ในทรีทเมนต์ที่ 1 มีขนาดยาว 95 ซม. กว้าง 10 ซม. จำนวน 1 หลอด ทรีทเมนต์ที่ 2-4 หลอด LED ขนาดยาว 50 ซม.กว้าง 2.5 ซม. จำนวน 4 หลอดต่อรางไฮโดรโปนิกส์ขนาด 120 ซม. ติดตั้งที่ความสูง 25 ซม.

.3การบันทึกข้อมูลดังนี้ ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสดต้นและราก ความยาวราก น้ำหนักแห้งต้นและราก โดยนำตัวอย่างส่วนต้นและรากไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสภายในตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนตัวอย่างแห้งสนิท แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง ที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

4. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ค่าความส่องสว่างของหลอดไฟ LED สำหรับปลูกพืชชนิดต่างๆ

ทรีทเมนต์	Photosynthetically Active Radiation (PAR: $W \cdot m^{-2}$)	Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD: $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	ค่าความส่องสว่างที่ระบุ (LUX)	ค่าความส่องสว่างที่วัดได้จริง (LUX)
.1แสงธรรมชาติ (Sunlight)	-	-	-	37,303.0
2. LED QBX850-L [112 PCS warm whitelight (3000k) 84 ชิ้นสีขาว (5000k) 26 ชิ้น สีแดง 650 nm 2 ชิ้น UV 395 2 ชิ้น IR 730 nm]	210.6	1,003.0	66,542.1	32,416.7
3. LED (4000K) [สีขาว 144 ชิ้น]	107.0	511.1	29,518.3	11,416.7
4.LED Grow Light (Sunshine) [สีขาว 109 สีแดง 18 สีน้ำเงิน 12 UV 3 IR 3 ชิ้น]	105.3	500.9	24,469.6	11,366.7
5.LED Grow Light (pink) [สีชมพู 144 ชิ้น]	102.1	521.3	8,975.2	5,266.7

ผลการวิจัย

1. ผักสลัดเบบี้คอส

ผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้มของแสง (Illuminance, PAR, PPFD) ที่แตกต่างกันจากหลอดไฟ LED ในแต่ละทรีทเมนต์มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเบบี้คอส ทั้งในด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และค่าคลอโรฟิลล์ (SPAD value) โดยพบว่าแสงจากหลอดไฟ LED 4000K sunshine และ pink ให้จำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนใบเท่ากับ 13.81±1.16, 13.63±1.20 และ 13.81±1.40 ใบตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับ QBX850-L ในด้านความสูงต้น พบว่าแสงจากหลอดไฟ LED pink ให้ความสูงต้นมากที่สุดเท่ากับ 21.87±2.75 ซม. แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ LED QBX850-L และ 4000K ด้านความกว้างทรงพุ่ม พบว่าการใช้แสง LEDQBX850-L 4000K sunshine และ pink ให้ความกว้างทรงพุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับความยาวใบและความกว้างใบ พบว่าการปลูกผักสลัดเบบี้คอสโดยใช้แสง LED ในทุกทรีทเมนต์ให้ความยาวใบและความกว้างใบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยแสง LED pink ให้ความยาวใบมากที่สุด เท่ากับ 19.93 ±2.23 ซม. และ การใช้แสง LED 4000K และ pink ให้ความกว้างใบมากที่สุด เท่ากับ 10.94±1.56, 10.86 ±1.24 และ 9.40±2.40 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบของผักสลัดเบบี้คอส ที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

ทรีทเมนต์	จำนวนใบ[/1]	ความสูงต้น (ซม.) [1/]	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.) [2/]	ความยาวใบ (ซม.) [1/]	ความกว้างใบ (ซม.) [1/]
sunlight	11.00±1.15[b]	12.96±1.20[c]	19.25±2.81[b]	12.±202.81[d]	2.40±3.24[c]
QBX850-L	10.36±1.68[b]	19.70±3.50[ab]	24.82±11.34[a]	14.77±4.61[c]	4.23±1.37[b]
4000K	13.81±1.16[a]	20.46±1.20[ab]	27.28±2.82[a]	17.36±1.55[b]	10.94±1.56[a]
sunshine	13.63±1.20[a]	18.29±2.22[b]	24.41±3.60[a]	17.21±1.57[b]	10.86±1.24[a]
pink	13.81±1.40[a]	21.87±2.75[a]	25.38±2.76[a]	19.93±2.23[a]	9.40±2.40[a]
F-test	**	**	*	**	**
% CV	15.93	20.52	25.32	22.84	39.22

หมายเหตุ ***,**** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95และ 99 ตามลำดับ

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

[2/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สำหรับค่าคลอโรฟิลล์หรือค่าความเขียวใบ วัดโดยใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์รุ่น Chlorophyll meter SPAD 502 plus พบว่าแสง LED 4000K และ sunshine ให้ค่าคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกในแสงธรรมชาติ (sunlight) โดยให้ค่าคลอโรฟิลล์เท่ากับ 32.56±4.33, 32.47±4.64 และ 31.26±2.88 SPAD unit และให้ค่าความสว่างสีใบ (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเขียว (b*) ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 3)

ในด้านผลผลิต พบว่าการใช้แสง LED sunshine ให้น้ำหนักสดต้นรวมรากมากที่สุดเท่ากับ 90.81±8.53 กรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) กับ LED QBX850-L ให้น้ำหนักสดต้นรวมรากน้อยที่สุดเท่ากับ 19.60±1.46 กรัม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผักสลัดเฉพาะส่วนต้น พบว่าการใช้แสง LED 4000K sunshine และ pink ให้น้ำหนักสดต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ LED QBX850-L โดย LED sunshine ให้น้ำหนักสดต้นมากที่สุดเท่ากับ 71.96±8.04 กรัม ในขณะที่ LED 4000K ให้น้ำหนักแห้งต้นมากที่สุดเท่ากับ 3.90±1.10 กรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ LED sunshine (ตารางที่ 4) สำหรับส่วนของราก พบว่าการใช้แสง LED pink ให้ความยาวรากมากที่สุดเท่ากับ 30.10±0.17 ซม. แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับการปลูกแสง LED QBX850-Lและการใช้แสง LED sunshine ให้น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งรากมากที่สุดเท่ากับ 18.86±0.90 และ 1.04±0.41 กรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับทรีทเมนต์อื่น ๆ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ค่าคลอโรฟิลล์ L* a* b* ของผักสลัดเบบี้คอสที่อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

ทรีทเมนต์	ค่าคลอโรฟิลล์[1/]	L*[1/]	a*[1/]	b*[1/]
sunlight	31.26±2.88[a]	44.63±6.91	-13.50±1.34	25.90±2.53
QBX850-L	21.04±4.89[c]	42.81±5.35	-14.08±2.06	22.81±15.55
4000K	32.56±4.33[a]	40.43±4.83	-14.93±1.40	26.57±4.51
sunshine	32.47±4.64[a]	38.00±7.21	-12.93±2.22	24.78±3.70
pink	26.62±3.38[b]	40.40±7.50	-10.20±8.93	27.86±3.80
F-test	**	ns	ns	ns
% CV	20.87	16.01	34.30	30.00

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

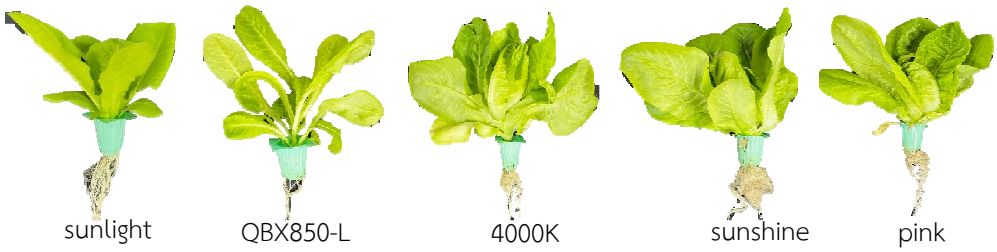
ตารางที่ 4 ความยาวราก น้ำหนักสดต้นรวมราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งราก ของผักสลัดเบบี้คอส ที่อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

ทรีทเมนต์	ความยาวราก (ซม.)	น้ำหนักสดต้นรวมราก (ก.)[1/]	น้ำหนักสดต้น (ก.)[1/]	น้ำหนักสดราก (ก.)[1/]	น้ำหนักแห้งต้น (ก.)[1/]	น้ำหนักแห้งราก (ก.)[2/]
sunlight	19.43±4.05[b]	25.46±4.19[c]	13.38±1.20[b]	10.10±0.50[cd]	0.90±0.13[d]	0.60±0.20[ab]
QBX850-L	27.93±8.12[ab]	19.60±1.46[c]	9.73±0.80[b]	9.87±0.80[d]	1.20±0.23[cd]	0.28±0.06[b]
4000K	24.43±3.12[ab]	80.25±4.61[b]	64.97±2.27[a]	14.35±2.47[bc]	3.90±1.10[a]	0.66±0.22[ab]
sunshine	27.76±3.14[ab]	90.81±8.53[a]	71.96±8.04[a]	18.86±0.90[a]	3.20±1.07[ab]	1.04±0.41[a]
pink	30.10±0.17[a]	79.87±7.02[b]	51.95±26.23[a]	17.27±4.47[ab]	2.30±0.31[bc]	0.60±0.06[ab]
F-test	**	**	**	**	**	*
% CV	20.90	8.72	18.18	30.32	57.40	50.80

หมายเหตุ *, ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 99 ตามลำดับ

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

[2/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 1 ลักษณะผักสลัดเบบี้คอส ที่ปลูกโดยแสงธรรมชาติ (sunlight) และใช้แสง LED ต่างๆ (QBX850-L 4000K sunshine และ pink) ที่อายุ 35 วัน

2. ผักสลัดเรดปัตตาเวีย

จากการทดลองใช้หลอดไฟ LED สำหรับปลูกพืชในผักสลัดเรดปัตตาเวีย พบว่าหลอดไฟ LED 4000K sunshine และ pink ให้จำนวนใบ ความสูงต้น และความกว้างใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนใบเท่ากับ 17.36±2.15, 18.45±2.58 และ 17.81±2.00 ใบ ให้ความสูงต้นเท่ากับ 20.92±2.00, 21.36±1.63 และ 22.96±3.40 ซม. และให้ความกว้างใบเท่ากับ 14.77±1.96, 14.46±1.44 และ 16.22±1.60 ซม. ตามลำดับ สำหรับความกว้างทรงพุ่มและความยาวใบ พบว่าการใช้หลอดไฟ LED QBX850-L 4000K sunshine และ pink ให้ความกว้างทรงพุ่มและความยาวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

สำหรับค่าคลอโรฟิลล์ (ค่าความเขียวใบ) พบว่าการใช้หลอดไฟ LED 4000K sunshine และ pink ให้ค่าคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างจากการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติ โดยให้ค่าคลอโรฟิลล์อยู่ในช่วง 21.77±3.46 - 23.23±1.54 SPAD unit ในขณะที่หลอดไฟ LED QBX850-L ให้ค่าคลอโรฟิลล์น้อยที่สุดและให้ค่าความสว่างสี (L*) มากที่สุด ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเขียว (b*) พบว่าการใช้หลอดไฟ LED QBX850-L 4000K sunshine และ pink ให้ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเขียว (b*) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยการปลูกโดยใช้หลอดไฟ LED sunshine ให้ค่าสีแดง (a*) มากที่สุดเท่ากับ -12.13±1.75 และ LED QBX850-L ให้ค่าสีแดง (a*) น้อยสุดเท่ากับ -14.32±1.86 แต่ให้ค่าสีเขียว (b*) มากที่สุดเท่ากับ 29.90±2.66 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบของผักสลัดเรดปัตตาเวียที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

ทรีทเมนต์	จำนวนใบ[1/]	ความสูงต้น (ซม.) [1/]	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.) [1/]	ความยาวใบ (ซม.) [1/]	ความกว้างใบ (ซม.) [1/]
sunlight	10.80±0.91^{c}	10.94±1.40^{c}	14.93±2.14^{b}	8.55±1.17^{b}	6.96±1.74^{c}
QBX850-L	13.63±2.06^{b}	20.60±2.60^{b}	27.53±4.33^{a}	34.07±2.82^{a}	10.20±2.74^{b}
4000K	17.36±2.15^{a}	20.92±2.00^{ab}	29.38±3.86^{a}	17.93±1.36^{ab}	14.77±1.96^{a}
sunshine	18.452.58±^{a}	21.36±1.63^{ab}	29.73±1.93^{a}	18.30±1.83^{ab}	14.46±1.44^{a}
pink	17.81±2.00^{a}	22.96±3.40^{a}	29.50±2.43^{a}	20.48±1.92^{ab}	16.22±1.60^{a}
F-test	**	**	**	**	**
% CV	22.35	24.40	24.00	22.00	30.90

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 6 ค่าคลอโรฟิลล์ L* a* b* ของผักสลัดเรดปัตตาเวียที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

ทรีทเมนต์	ค่าคลอโรฟิลล์[1/]	L*[/1]	a*[/1]	b*[/1]
sunlight	23.12±3.15^{a}	38.08±3.24^{c}	-3.2.57±64^{a}	12.76±3.81^{d}
QBX850-L	18.90±3.32^{b}	46.70±10.17^{a}	-1.86±14.32^{c}	29.90±2.66^{a}
4000K	23.23±1.54^{a}	45.00±3.23^{ab}	-13.80±1.88^{bc}	27.78±2.17^{ab}
sunshine	22.64±3.30^{a}	41.56±5.52^{abc}	-1.75±12.13^{b}	25.24±2.52^{bc}
pink	21.77±3.46^{a}	39.32±6.23^{bc}	-12.67±1.75^{bc}	23.90±6.30^{c}
F-test	**	**	**	**
% CV	15.24	16.25	37.76	28.61

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ในด้านผลผลิตของผักสลัดเรดปัตตาเวีย พบว่าหลอดไฟ LED 4000K และ pink ให้น้ำหนักสดต้นรวมรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้น้ำหนักเท่ากับ 123.68±19.83 และ 117.98±14.25 กรัม ตามลำดับ และให้น้ำหนักสดต้นรวมรากแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับ LED sunshine เมื่อพิจารณาน้ำหนักของผักสลัดเฉพาะส่วนต้น พบว่าการใช้หลอดไฟ LED 4000K ให้น้ำหนักสดต้นมากที่สุดเท่ากับ 102.27±14.47 กรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทรีทเมนต์อื่นๆ ในขณะที่ LED sunshine ให้น้ำหนักแห้งต้นมากที่สุดเท่ากับ 3.60±1.21 กรัม ในส่วนของราก พบว่าแสงจากหลอดไฟ LEDQBX850-L 4000K sunshine และ pink ให้ความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ และน้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งราก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีทเมนต์ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ความยาวราก น้ำหนักสดต้นรวมราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งราก ของผักสลัดเรดปัตตาเวียที่อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

ทรีทเมนต์	ความยาวราก (ซม.)[1/]	น้ำหนักสดต้นรวมราก (ก.)[1/]	น้ำหนักสดต้น (ก.)[1/]	น้ำหนักสดราก (.ก)	น้ำหนักแห้งต้น (ก.)[2/]	น้ำหนักแห้งราก (.ก)
sunlight	11.03±3.60^{b}	21.02±1.50^{c}	8.71±0.41^{c}	12.30±1.12	0.62±0.03^{c}	0.37±0.07
QBX850-L	25.33±5.48^{a}	31.05±0.98^{c}	34.76±16.30^{c}	6.30±2.16	1.58±0.50^{bc}	0.46±0.60
4000K	26.50±2.88^{a}	123.68±19.83^{a}	102.27±14.47^{a}	11.42±9.87	2.20±1.30^{abc}	0.35±0.12
sunshine	25.63±5.40^{a}	94.32±13.45^{b}	67.74±18.60^{b}	16.48±11.07	3.60±1.21^{a}	0.56±0.21
pink	21.16±4.25^{a}	117.98±14.25^{a}	96.36±21.04^{b}	14.94±3.13	3.31±1.34^{ab}	0.54±0.32
F-test	**	**	**	ns	*	ns
% CV	30.05	59.39	63.64	55.61	38.89	43.49

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

*, ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 99 ตามลำดับ

[1/] ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

[2/] ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 2 ลักษณะผักสลัดเรดปัตตาเวียที่ปลูกโดยแสงธรรมชาติ (sunlight) และใช้แสง LED ต่าง ๆ (QBX850-L 4000K sunshine และ pink) ที่อายุ 35 วัน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการทดลองศึกษาผลของแสงจากหลอดไฟ LED ที่มีขายทั่วไปต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดเบบี้คอสและผักสลัดเรดปัตตาเวีย โดยใช้หลอดไฟ LED ที่ระบุช่วงสเปกตรัมเดียวกัน แต่องค์ประกอบของหลอดและค่าความสว่างมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 1 ผลการทดลองพบว่าการใช้หลอดไฟ LED 4000K sunshine และ pink ให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม และความยาวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในผักสลัดเบบี้คอสและผักสลัดเรดปัตตาเวีย โดยแสงจากหลอดไฟ LED ทั้ง 3 ทรีทเมนต์ มีค่า Photosynthetically Active Radiation (PAR) ที่ใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 102-107 $W \cdot m^{-2}$ และค่า Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD) ในช่วง 500-521 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักสลัดอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงและการสร้างชีวมวลของพืช โดยช่วงค่าดังกล่าวจัดอยู่ในระดับแสงที่เพียงพอสำหรับกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และการผลิตพลังงานภายในเซลล์พืช ซึ่ง

สอดคล้องกับรายงานของ Goto และ Olle &Viršile ที่ระบุว่าผักสลัดมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดเมื่อได้รับความเข้มแสงในช่วง 400–600 μmol·m^{-2}·s^{-1} ภายใต้อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม [13, 14] สำหรับน้ำหนักผลผลิต พบว่าในผักสลัดเบบี้คอส การปลูกโดยใช้แสง LED 4000K sunshine และ pink ให้น้ำหนักผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ผักสลัดเรดปัตตาเวีย การปลูกโดยใช้แสง LED 4000K ให้น้ำหนักผลผลิตมากที่สุด และพบว่าการปลูกโดยใช้แสง LED ยังให้น้ำหนักผลผลิตมากกว่าปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติทั้งในผักสลัดเบบี้คอสและผักสลัดเรดปัตตาเวีย ซึ่งในสภาพธรรมชาติอุณหภูมิและแสงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดวัน โดยเฉพาะในช่วงกลางวันเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 30 °C จะทำให้ผักสลัดลดการเปิดปากใบ (stomatal closure) ส่งผลให้การคายน้ำและการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง ซึ่งกระทบต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโต นอกจากนี้แสงแดดที่มีความเข้มสูงยังอาจก่อให้เกิดภาวะ photoinhibition ซึ่งเป็นสภาวะที่ระบบสังเคราะห์แสง (PSII) ถูกกระทบจนประสิทธิภาพลดลง ส่งผลให้ใบเกิดอาการเหลืองหรือไหม้ [15] ในทางกลับกันสภาพควบคุมอุณหภูมิ (Controlled Environment หรือ Plant Factory) สามารถรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงเหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงของผักสลัด (ประมาณ 22–25 °C) และคงค่าความเข้มแสงในระดับ PAR 102-107 W·m^{-2} และ PPFD 500–521 μmol·m^{-2}·s^{-1} อย่างสม่ำเสมอ ทำให้พืชสามารถคงอัตราการสังเคราะห์แสงได้สูงตลอดวัน ส่งผลให้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตและชีวมวลเพิ่มขึ้น รวมถึงมีค่า SPAD (คลอโรฟิลล์) สูงกว่าในสภาพธรรมชาติ [16] สอดคล้องกับงานทดลองของ Xiao-Xue Fan และคณะ ที่พบว่าต้นอ่อนมะเขือเทศที่ปลูกภายใต้แสงเทียมจากหลอด LED ผสมกันระหว่างสีแดงและสีน้ำเงินที่ความเข้มแสงระหว่าง 300-550 μmol·m^{-2}·s^{-1} มีผลให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมะเขือเทศ และ health index มีอัตราการเติบโตที่ดีกว่า และที่ความเข้มแสงระหว่าง 300-450 μmol·m^{-2}·s^{-1} พืชจะมีขนาดความหนาของใบสูงที่สุด และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงดีที่สุดที่ความเข้มแสง 300 μmol·m^{-2}·s^{-1} [17] และสอดคล้องกับงานทดลองของ ชุติมาและคณะ ซึ่งใช้หลอดไฟLED ชนิดเดียวกับการทดลอง มีค่า PAR และ PPFD เท่ากัน แต่ความเข้มแสงน้อยกว่า พบว่าแสงจากหลอดไฟ LED grow light warm white (สีขาว 109 สีแดง 18 สีน้ำเงิน 12 UV 3 IR 3 ชิ้น) มีค่า PAR 105.257 W·m^{-2} ค่า PPFD 500.891 μmol·m^{-2}·s^{-1} และค่าความเข้มแสง 24,469.6 ลักซ์ สามารถนำมาใช้ปลูกผักสลัดแก้วญี่ปุ่นและสลัดบัตเตอร์เฮดได้ โดยให้ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ค่าสีใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งราก ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติ แต่มีลักษณะต้นยืดยาวเนื่องจากค่าความเข้มแสงที่วัดได้จริงในขณะทำการทดลองอยู่ที่ 6,337 ลักซ์ [10] ความเข้มแสงที่น้อยส่งผลให้ลำต้นยืด การเพิ่มค่าความเข้มแสงหรือความส่องสว่างส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊คเพิ่มขึ้น [18]

สำหรับสีของใบโดยใช้ค่า L* a* b* พบว่าผักสลัดเบบี้คอสที่ปลูกโดยใช้แสง LED ให้ค่าสีใบไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 1) แต่ในผักสลัดเรดปัตตาเวีย พบว่าสีใบของผักสลัดเรดปัตตาเวียที่ปลูกโดยใช้แสง LED จะมีสีเขียว ต่างจากการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติ สังเกตได้จากค่าสี L* a* b* ในตารางที่ 6 และภาพที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งสีใบที่ปลูกโดยใช้แสง LED ไม่สามารถแสดงลักษณะสีแดงออกตามลักษณะประจำพันธุ์ การเกิดสีแดงในใบผักสลัดเรดปัตตาเวียจะพิจารณาจากค่า a* หากค่า a* เป็น (+) แสดงว่าใบมีสีแดง จากผลการทดลองพบว่า ค่า a* เป็น (-) แสดงว่าใบมีสีเขียว สอดคล้องกับงานทดลองของจริญญา ซึ่งพบว่าแหล่งกำเนิดแสงที่พืชได้รับมีผลอย่างยิ่งต่อการแสดงออกของสีใบ โดยสีใบของผักกาดหอมเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบปิดจะมีสีเขียวต่างจากการปลูกกลางแจ้ง [19] และสอดคล้องกับงานทดลองของ เพ็ญแข และคณะ ที่พบว่าหลอดไฟ LED มีแนวโน้มนำมาใช้ในการปลูกผัก

สลัดเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คได้ เนื่องจากให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ดีกว่าการปลูกในแสงธรรมชาติ แต่ให้ลักษณะลำต้นที่ยืดยาว และสีใบของผักสลัดเรดโอ๊คไม่ตรงตามสายพันธุ์ [11] สำหรับหลอดไฟ LED QBX850-L แม้ว่าจะให้การเจริญเติบโตและผลผลิตที่มากกว่าการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติ แต่น้อยกว่าหลอดไฟ LED 4000K sunshine และ pink และลักษณะต้นยืดยาว ซึ่งหลอด LED QBX850-L มีค่า PPFD เท่ากับ 1,003.025 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ซึ่งมากกว่าLED 4000K sunshine และ pink เป็นเท่าตัว การให้แสง PPFD ที่มากเกิน 1,000 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ จะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงต่ำลง ส่งผลต่อการผลิตอาหารที่ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชน้อยลง ทำให้พืชเจริญเติบโตน้อยลง [20]

สรุปได้ว่า หลอดไฟ LED ที่มีขายตามท้องตลาด LED 4000K sunshine และ pink สามารถนำมาใช้ในการปลูกผักสลัดเบบี้คอสได้ ในขณะที่ผักสลัดเรดปัตตาเวียควรเพิ่มความเข้มแสงหรือเพิ่มชั่วโมงการรับแสงเพื่อให้ผักสลัดเรดปัตตาเวียมีสีตรงตามสายพันธุ์ แต่สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงการปลูกพืชโดยใช้หลอดไฟ LED นั่นคือค่าความเข้มแสงและค่า PPFD หากความเข้มของแสงต่ำเกินไป ต้นพืชจะมีขนาดเล็กและระบบรากที่อ่อนแอ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ส่วนความเข้มแสงสูงเกินไป พืชอาจใช้แสงได้ไม่เต็มประสิทธิภาพเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน อีกทั้งอาจทำให้ใบเกิดความเสียหายและลดการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นพืชได้ [21]

References

[1] Kim, H. H., et al. (2004). Green Light Supplementation for Enhanced Lettuce Growth under Red and Blue Light-Emitting Diodes. *HortScience*, 39(6), 1617–1622.

[2] Rittiram, J. & Tira-umphon, T. (2019). Effects of Light Intensity on Growth and Yield of Lettuce in Plant Factory System. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(6), 1243-1250. (in Thai)

[3] Watjanatepin, N. & Boonmee, C. (2017). Which Color of Light from the Light Emitting Diodes is Optimal for Plant Cultivation. *Journal Science and Technology*, 25(1), 158-176. (in Thai)

[4] Xiaoying, L., et al. (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.

[5] Lina, K. H., et al. (2013). Effects of Red, Blue, and White Light-Emitting Diodes on the Growth, Development, and Edible Quality of Hydroponically Grown Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). *Scientia Horticulturae*, 150, 86–91.

[6] Kook, H. E., et al. (2013). Blue LED (Light Emitting Diodes) Mediated Growth Promotion and Control of *Botrytis* Disease in Lettuce. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 63(3), 271–277.

[7] Onsri, K., et al .(2020). Effect of Light-Emitting Diode (LED) on Growth of Four Different Lettuce Varieties .*Thai Journal of Science and Technology*, 9(4), 529-538. (in Thai)

[8] Shibaeva, T. G., et al. (2022). Continuous LED Lighting Enhances Yield and Nutritional Value of Four Genotypes of Brassicaceae Microgreens. *Plants*, 11(2), 176.

[9] Petchthai, P. & T. Thongket. (2017) .Effect of Light Intensity and Light-Exposure Duration

on Growth and Quality of Lettuce .*Songklanakarin Journal of Plant Science,*4(3(,54 - 59. (in Thai)

[10] Kapkaew, C., et al. (2024). Effect of Commercial LED Light on Growth and Yield of Salinas Lettuce and Butterhead Lettuce. *Advanced Science Journal*, 24(2), 59-74. (in Thai)

[11] Rungrueng, P., et al. (2024). Effects of Light from LED Bulb on Growth and Yield of Red Oak and Green Oak Lettuce in Hydroponics.*Thai Journal of Science and Technology*, 32(1), 12-24. (in Thai)

[12] Watjanatepin, N. (2022). Light Emitting Diode: Application to Modern Plant Cultivation. *RMUTSB Academic Journal*, 10(2), 216-242 (in Thai).

[13] Goto, E. (2012). Plant Production in a Closed Plant Factory with Artificial Lighting. *Acta Horticulturae*, 956, 37–49.

[14] Olle, M., & Viršile, A. (2013). The Effects of Light-Emitting Diode Lighting on Greenhouse Plant Growth and Quality. *Agricultural and Food Science*, 22(2), 223–234.

[15] Lee, M., et al. (2016). Growth and Bioactive Compounds of Lettuce Grown under a Combination of Red and Blue Light-Emitting Diodes at Varied Daily Light Integrals. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 57(6), 573–579.

[16] Kozai, T., et al (Eds.). (2016). *Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production*. Cambridge: Academic Press.

[17] Xiao-li, C., et al. (2014). Growth and Quality Responses of 'Green Oak Leaf' Lettuce as Affected by Monochromic or Mixed Radiation Provided by Fluorescent Lamp (FL) and Light-Emitting Diode (LED). *Scientia Horticulturae*, 172, 168–175.

[18] Maneemuang, S., et al. (2015). The Effect of Light Intensity from Growth Light-emitting Diode on Red Oak in Hydroponics Greenhouse System. *Research on Modern Science and Utilizing Technological Innovation Journal*, 8(1), 63-72. (in Thai)

[19] Rittiram, J., (2020). *Effects of Light and Temperature on Growth and Yield of Lettuce in Plant Factory with Artificial Light.* (Master thesis, Suranaree University). (in Thai)

[20] Kaewchana, P., (2020). *Effect of Temperature and Light on Growth and Photosynthesis of Submerged Macrophytes in Songkhla Lake*. (Master thesis, Songkla University). (in Thai)

[21] Sipos, L., et al. (2021). Optimization of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Production in LED Light Environments: A Review. *Scientia Horticulturae*, 289, 110486.