

ผลของแสงจากหลอดไฟ LED แบบ Strip ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักสลัดในระบบไฮโดรโปนิคส์

จารุกิตติ ดิษสระ¹, ศศินา สืบบัวฮาม², ชุตินา กาบแก้ว¹, เพ็ญแข รุ่งเรือง^{2*}

¹สาขาวิชาวิทยาการธุรกิจสุขภาพและความงาม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

²สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author email: Penkhae.ru@bsru.ac.th

ได้รับบทความ: 19 ธันวาคม 2567

ได้รับบทความแก้ไข: 6 มกราคม 2568

ยอมรับตีพิมพ์: 30 มกราคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหลอดไฟ LED แบบ strip ในการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์เรดโอ๊คและกรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ณ ห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ได้รับแสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับการปลูกในสภาพแปลง วางแผนการทดลองแบบ 5×2 Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ 1 ชนิดของแสง 5 แบบ ได้แก่ 1) แสงอาทิตย์ (ควบคุม) 2) แสงจากหลอด LED สีขาว 3) แสงจากหลอด LED แบบ strip (สีแดง 3:น้ำเงิน 1) 4) แสงจากหลอด LED แบบ strip (สีแดง 4:น้ำเงิน 1) และ 5) แสงจากหลอด LED แบบ strip (สีแดง 5:น้ำเงิน 1) และ 2 ชนิดของผักสลัด ได้แก่ 1) ผักสลัดเรดโอ๊ค และ 2) ผักสลัดกรีนโอ๊ค เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า การเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คที่ปลูกภายใต้หลอดไฟ LED ให้จำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ และผลผลิต พบว่า การปลูกด้วยแสงอาทิตย์ ให้น้ำหนักสดต้น รวมราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก ความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นและราก ดีกว่า การปลูกภายใต้หลอดไฟ LED สำหรับสัดส่วนของแสงสีแดงต่อแสงสีน้ำเงิน พบว่า

อัตราส่วนแสงสีแดงต่อแสงสีน้ำเงิน (3:1) มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าอัตราส่วนแสงสีแดงต่อแสงสีน้ำเงิน (4:1) และ (5:1) และหลอดไฟ LED ทั้ง 4 แบบ ยังไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คได้

คำสำคัญ: หลอดไฟ LED แบบ strip/ ผักสลัดกรีนโอ๊ค/ ผักสลัดเรดโอ๊ค/
ไฮโดรโปนิกส์

Effect of Light from LED Strip on Growth and Yield of Lettuce in Hydroponics

Jarukitt Ditsara¹, Sasina Seebuaham², Chutima Kapkaeo¹,
Penkhae Rungrueng^{2*}

¹Beaully and Wellness Business Science Program,
Faculty of Science of Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

²Agricultural Technology Program, Faculty of Science of Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

*Corresponding author email: Penkhae.ru@bsru.ac.th

Received: 19 December 2024

Revised: 6 January 2025

Accepted: 30 January 2025

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effectiveness of commercial LED strip lights on the growth performance and yield of red oak and green oak lettuce in a hydroponic system. The experiment was investigated in a temperature-controlled room at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ for light 16 hours a day compared with outdoor cultivation. The experimental design was organized in a 5x2 factorial in a completely randomized design, factor 1 consisting of five types of LED light: 1) sunlight (Control), 2) white LEDs, 3) LED strip (red 3: blue 1), 4) LED strip (red 4: blue 1), and 5) LED strip (red 5: blue 1). Factor 2 included lettuce types such as 1) red oak, and 2) green oak. The plants were harvested 35 days after planting the seeds. The results revealed that red oak and green oak lettuce grown under LED light had significantly

different numbers of leaves, plant height, and canopy width compared with sunlight ($P < 0.01$). However, concerning yield, plants grown under sunlight exhibited significantly higher leaves with root fresh weight, leaf fresh weight, root fresh weight, leaf and root dry weights, and root length, compared to LED light. The red-to-blue ratio light was found to be that 3:1 tends to give more growth and yield than 4:1 and 5:1. It was observed that LED lights were not favorable to both red oak and green oak lettuce growth.

Keywords: LED strip/ Green oak lettuce/ Red oak lettuce/ Hydroponic

บทนำ

เทคโนโลยีการปลูกพืชด้วยการใช้แสงเทียมหรือแสง LED (Light-Emitting Diode) คือ การปลูกพืชด้วยแสงประดิษฐ์ เป็นการเพาะปลูกพืชผักในโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืชได้มากที่สุด โดยใช้เทคโนโลยีหลอดไฟ LED เพื่อให้แสงแก่พืชทดแทนแสงอาทิตย์ รวมถึงมีการใช้ระบบอัจฉริยะต่าง ๆ เข้ามาควบคุมกระบวนการเพาะปลูก การบริหารจัดการพืชผัก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สะอาด ปลอดภัย ไร้สารพิษ [1] นอกจากนี้ในการปลูกพืชด้วยการใช้แสง LED นิยมใช้เทคนิคในการปลูกพืชร่วมด้วย เช่น ระบบไฮโดรโปนิกส์ ระบบ Plant Factory ซึ่งสามารถปลูกพืชในแนวตั้งได้หลายชั้นอาจมากถึง 10 ชั้น เป็นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเหมาะกับสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด [2] แสงจากหลอด LED ซึ่งเป็นหลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน มีอายุการใช้งานยาวนาน และมีความหลากหลายสเปกตรัมแสง [3] และสามารถออกแบบความยาวคลื่นให้ มีผลต่อกระบวนการ metabolism และสัณฐานวิทยาของพืชที่ดีขึ้น [4] โดยความยาวของคลื่นแสงที่เรานำมาใช้คือ ประมาณ 430-460 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และ 630-660 นาโนเมตร (แสงสีแดง) ความยาวของคลื่นแสงในช่วงนี้เหมาะสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืชมากที่สุด และยังช่วยในการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด [5] ในขณะที่หลอด LED ทั่วไป จะมีความยาวคลื่นแสงประมาณ 555-570 นาโนเมตร การให้แสงเพียงสีใดสีหนึ่งแก่พืชสามารถชักนำให้เกิดการเจริญเติบโตได้ แต่อาจทำให้รูปแบบการเจริญเติบโตแตกต่างไปจากต้นที่เจริญในแสงธรรมชาติ เช่น ผักกาดหอมพันธุ์แกรนด์เรปิดส์ที่ได้รับแสงจากหลอด LED สีขาวให้ผลดีที่สุด โดยมีการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนใบ 3.91 ใบ ความสูง 13.79 เซนติเมตร ค่าความเขียวใบ 13.19 SPAD Unit เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 12.12 เซนติเมตร และน้ำหนักผลผลิต 1.79 กรัม [6] พีรวัจน์ และคณะ [7] พบว่า การปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้แสงจากหลอด LED สีแดงและสีน้ำเงิน ขนาด 28 วัตต์ อัตราส่วน 3:1 มีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้แสงอาทิตย์ กรวิทย์ และคณะ [8] พบว่า การใช้หลอด LED ส่องสว่างทั่วไปขนาด 2x9 วัตต์ แสงผสมชนิดแสงขาว (Day light) และชนิดแสงเหลือง (Warm white) ที่ความสูง 15 เซนติเมตร ทดลองปลูกผักสลัดกรีนโอ๊ค ด้วยวิธีการปลูกแบบรากแช่เต็มอากาศ (Deep Water Culture, DWC) โดยควบคุมค่า EC 1,500 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่า pH 6.5 ควบคุมปริมาณแสงไม่เกิน 15 โมลต่อตารางเมตรต่อวัน 18 ชั่วโมงต่อวัน หรือ ใช้หลอดแสงขาวและหลอดแสงเหลือง ขนาด 2x15

วัตต์ ที่ระยะความสูง 25 เซนติเมตร ในพีชเรดโบล์ ควบคุมปริมาณแสงที่ไม่เกิน 17 โมลต่อตารางเมตรต่อวัน 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่ค่า EC 1,600 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และ pH 6.0 พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ อัจฉรา และคณะ [9] ศึกษาการเจริญเติบโตของ ผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และฟิลเลย์ โดยใช้แสงเทียมที่มีความยาวคลื่นและความเข้มแสง 5 แบบ พบว่า ชุดปลูก A2 ซึ่งมีความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร แสงแบบ RGB LED strip กำลังไฟ 9 วัตต์ มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะกล้าผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และฟิลเลย์ ในช่วง 7-14 วันแรกของการเพาะปลูก โดยต้นกล้าผักสลัดทั้งสามชนิดมีการเติบโตอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น

ปัจจุบันมีการผลิตหลอดไฟ LED สำเร็จรูปเพื่อการปลูกพืชหลากหลายรูปแบบสามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถหาซื้อได้ผ่านระบบออนไลน์ มีทั้งหลอด LED, LED strip หรือหลอด LED แบบโคมไฟ เป็นต้น ซึ่งระบุช่วงคลื่นความเข้มแสง สีของแสง และที่สำคัญคือคุณสมบัติในการปลูกพืชในที่ร่มได้ จากการศึกษาของชุดิมา และคณะ [10] และเพ็ญแข และคณะ [11] พบว่า หลอดไฟ LED ทางการค้าชนิดหลอด LED Grow Light (4000 K) หลอด Grow Light (Warm White) หลอด Grow Light (Pink) มีแนวโน้มนำมาใช้ในการปลูกผักสลัดเรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค บัตเตอร์เฮด และสลัดแก้วญี่ปุ่นได้ เนื่องจากให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ดีกว่าการปลูกด้วยแสงอาทิตย์ ในด้านผลผลิต พบว่า สลัดบัตเตอร์เฮด และสลัดแก้วญี่ปุ่นให้น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับการปลูกโดยใช้แสงอาทิตย์ แม้ว่าหลอดไฟ LED สำเร็จรูปทางการค้าจะสามารถนำไปใช้ปลูกพืชได้แต่มีลักษณะลำต้นที่ยืดยาว และสีใบไม่ตรงตามสายพันธุ์ ประกอบกับหลอดไฟทางการค้ามีหลากหลายรูปแบบ ดังนั้น การเลือกใช้หลอดไฟ LED สำเร็จรูปทางการค้าสำหรับการปลูกพืชจึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกรูปแบบของหลอดไฟให้เหมาะสมกับการใช้งาน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแสงหลอดไฟ LED สำเร็จรูปแบบ strip ที่มีขายในตลาดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คเปรียบเทียบกับปลูกภายใต้แสงอาทิตย์

วัสดุและวิธีการ

1. เพาะเมล็ดผักสลัด (กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค) ในฟองน้ำเพาะเมล็ด 1 เมล็ดต่อช่อง เพาะเลี้ยงในที่มืดเป็นเวลา 2 คืน เมื่อเมล็ดงอกนำไปเพาะเลี้ยงในที่ที่มีแสงแดดรำไร เมื่อต้นกล้ามีอายุ 2 สัปดาห์ หรือมีใบจริง 2 ใบ ย้ายต้นกล้าลงในถ้วยปลูกและปลูกลงในระบบไฮโดรโปนิคส์ โดยใช้ระยะระหว่างต้น 10 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยไฮโดรโปนิคส์ (strock A และ B ความเข้มข้น 100 เท่า ของบริษัทเวสโก้ เคมี ประเทศไทย จำกัด) โดยควบคุมค่า EC เท่ากับ 1.8 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส pH 6-6.5 เปิดให้แสงตามข้อ 3 เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

2. การติดตั้งหลอดไฟ ใช้หลอดไฟ LED แบบ strip สำหรับปลูกพืช ติดตั้งที่ความสูงห่างจากรางปลูก 20 เซนติเมตร

3. วางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ 1 ชนิดของแสง 5 แบบ 1) แสงอาทิตย์ (ควบคุม) 2) แสงจากหลอด LED สีขาว (LED ทั่วไป) 3) แสงจากหลอด LED แบบ strip (แสงสีแดง 3:น้ำเงิน 1) 4) แสงจากหลอด LED แบบ strip (แสงสีแดง 4:น้ำเงิน 1) และ 5) แสงจากหลอด LED แบบ strip (แสงสีแดง 5:น้ำเงิน 1) ค่าความส่องสว่างในแต่ละทรีทเมนต์ ดังตารางที่ 1

และ 2 ชนิดผักสลัด ได้แก่ เรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค

ทำการทดลองทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ต้น

4. การบันทึกข้อมูล ดังนี้ ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ ค่าสีใบ โดยใช้เครื่องวัดสีเขียว Konica Minolta รุ่น CR-400/CR-410 ประเทศญี่ปุ่น และใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์สีเขียว Konica Minolta รุ่น Chlorophyll meter SPAD 502 plus ประเทศญี่ปุ่น น้ำหนักสดต้นและราก ความยาวราก น้ำหนักแห้งต้นและราก ที่อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

5. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 1 ค่าความส่องสว่างของหลอดไฟ LED แบบ strip ในแต่ละทริทเมนต์ โดยวัดกระจาย จำนวน 4 จุด

ทริทเมนต์	ค่าความส่องสว่างที่วัดได้จริง (lux)			
	A	B	C	D
1 แสงอาทิตย์ (ควบคุม)	35,710	37,620	38,580	38,360
2 หลอด LED สีขาว (6500K) (ไฟส่องสว่างทั่วไป)	1,160	1,390	1,160	980
				
3 แสงจากหลอด LED แบบ strip (แสงสีแดง 3: น้ำเงิน 1)	313	315	325	340
				
4 แสงจากหลอด LED แบบ strip (แสงสีแดง 4: น้ำเงิน 1)	383	391	317	319
				
5 แสงจากหลอด LED แบบ strip (แสงสีแดง 5: น้ำเงิน 1)	374	306	321	338
				

ผลการศึกษา

จากการทดลองศึกษาผลของหลอดไฟ LED แบบ strip สำหรับปลูกพืชชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิิกส์ พบว่า แสง LED และชนิดของผักสลัดมีอิทธิพลต่อความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ และ ค่าสีใบ (L^* a^* b^*) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะชนิดของแสงที่ใช้ในการปลูกผักสลัด พบว่า ชนิดของแสง LED ที่แตกต่างกันให้ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และความยาวใบแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยแสงอาทิตย์ (ควบคุม) ให้ความสูงต้น จำนวนใบ และความกว้างใบสลัดมากที่สุด เท่ากับ 17.31 ± 2.35 เซนติเมตร 13.50 ± 1.93 ใบ และ 9.20 ± 1.85 เซนติเมตร ตามลำดับ และแสง LED สีขาว ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่ม และความยาวใบมากที่สุด 22.82 ± 4.04 และ 12.47 ± 2.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ 3) สำหรับค่าสีใบ (L^* a^* b^*) พบว่า การปลูกผักสลัดในแสงอาทิตย์ และการปลูกโดยใช้แสง LED แบบ strip (สีแดง:สีน้ำเงิน) อัตราส่วน 3:1 4:1 และ 5:1 ให้ค่าสีใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบชนิดของผักสลัดภายใต้แสง LED ที่ต่างกัน พบว่า สลัดกรีนโอ๊คให้ความสูงต้น 13.15 ± 4.74 เซนติเมตร ค่าความสว่างสีใบ (L^*) 52.98 ± 7.14 ซึ่งมากกว่าสลัดเรดโอ๊คอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) แต่ให้ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และความยาวใบไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ส่วนความกว้างใบ และค่าสีใบ (a^* และ b^*) พบว่า สลัดเรดโอ๊คให้ความกว้างใบ 4.61 ± 3.23 เซนติเมตร และค่าสีใบ (a^* และ b^*) -13.16 ± 5.76 และ 24.92 ± 9.56 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าสลัดกรีนโอ๊คอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2 และ 3) สำหรับค่าคลอโรฟิลล์ พบว่า แสง LED และชนิดของผักสลัดไม่มีอิทธิพลร่วมกัน และผักสลัดที่ปลูกโดยใช้แสง LED แบบ strip (สีแดง:สีน้ำเงิน) อัตรา 3:1, 4:1 และ 5:1 ให้ค่าคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกโดยใช้แสงอาทิตย์ และการปลูกโดยใช้แสง LED สีขาว ซึ่งการปลูกโดยใช้แสงอาทิตย์ ให้ค่าคลอโรฟิลล์มากที่สุด 27.37 ± 7.15 SPAD unit (ตารางที่ 4)

ในด้านผลผลิต พบว่า ชนิดของผักสลัดและแสง LED ที่ต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักสดต้นและราก น้ำหนักแห้งต้นและราก ($P \geq 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะชนิดของแสง LED ที่ต่างกัน พบว่าแสง LED แบบ strip (สีแดง:สีน้ำเงิน) อัตรา 3:1, 4:1 และ 5:1 ให้น้ำหนักสดต้นและราก น้ำหนักแห้งต้นและราก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกโดยใช้แสงอาทิตย์ (ตารางที่ 4 และ 5) และชนิดผักที่ต่างกันให้น้ำหนักสดต้นและราก และน้ำหนักแห้งต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ผักสลัดกรีนโอ๊คให้น้ำหนักแห้งรากมากกว่าสลัดเรดโอ๊คอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางที่ 2 ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และความกว้างใบ ของผักสลัด กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ที่ปลูกโดยให้แสง LED ชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 35 วัน

ปัจจัย	ทรีทเมนต์	ความสูงต้น (ซม.) ^{1/}	ความกว้าง ทรงพุ่ม (ซม.) ^{1/}	จำนวนใบ ^{1/}	ความกว้าง ใบ (ซม.) ^{1/}
LED (A)	Sunlight (control)	15.68±4.03b	22.45±2.96a	13.50±1.93a	9.20±1.85a
	White LED (LED general)	17.31±2.35a	22.82±4.04a	11.65±1.59b	5.42±1.90b
	LED strip (red 3: blue 1)	9.57±1.06c	11.39±1.11b	8.25±0.85c	2.28±0.24c
	LED strip (red 4: blue 1)	8.97±1.48c	10.48±1.60b	7.65±0.98c	2.21±0.18c
	LED strip (red 5: blue 1)	8.69±1.51c	10.34±2.71b	7.85±0.80c	2.10±0.28c
พันธุ์ (B) ^{1/}	กรีนโอ๊ค	13.15 ± 4.74a	15.60 ± 5.69	9.94 ± 2.80	3.87 ± 2.79b
	เรดโอ๊ค	10.93 ± 3.63b	15.39 ± 7.15	9.62 ± 2.60	4.61 ± 3.23a
F-test A		**	**	**	**
F-test B		**	ns	ns	**
A*B		*	**	**	**
%CV		36.12	41.51	27.60	71.22

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P\leq 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P\leq 0.01$)

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 3 ความยาวใบ ค่าสีใบ (L^* a^* b^*) ของผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ที่ปลูกโดยให้แสง LED ชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 35 วัน

ปัจจัย	ทรีทเมนต์	ความยาวใบ (ซม.) ^{1/}	ค่าสีใบ		
			L^*	$a^{*1/}$	b^*
LED (A)	Sunlight (control)	11.45±1.70b	39.08±12.51b	-8.18±6.32a	17.45±11.02b
	White LED (LED general)	12.47±2.00a	41.73±6.81b	-13.06±2.70b	26.09±3.93a
	LED strip (red 3: blue 1)	5.10±0.41c	53.51±4.75a	-14.23±2.81b	27.77±4.05a
	LED strip (red 4: blue 1)	4.96±1.13c	53.20±5.68a	-13.64±3.81b	27.32±4.34a
	LED strip (red 5: blue 1)	4.83±1.00c	51.15±7.18a	-13.05±3.30b	25.45±7.27a
พันธุ์ (B) ^{1/}	กรีนโอ๊ค	7.92 ± 3.20	52.98±7.14a	-11.71±2.29b	24.71 ± 4.99
	เรดโอ๊ค	7.60 ± 4.21	42.49±9.42b	-13.16±5.76a	24.92 ± 9.56
F-test A		**	**	**	**
F-test B		ns	**	**	ns
A*B		**	**	**	**
%CV		47.93	20.61	17.25	30.59

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P \leq 0.01$)

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4 ปริมาณคลอโรฟิลล์ น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดรากของผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ที่ปลูกโดยให้แสง LED ชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 35 วัน

ปัจจัย	ทรีทเมนต์	คลอโรฟิลล์ (SPAD unit) ^{1/}	นน.สดต้น (ก.) ^{1/}	นน. สดราก (ก.) ^{1/}
LED (A)	Sunlight (control)	27.37±7.15a	15.6±6.60a	7.93±2.9a
	White LED (LED general)	11.96±7.23b	2.57±1.62b	1.29±0.52b
	LED strip (red 3: blue 1)	10.67±7.30c	0.34±0.07c	1.24±0.38b
	LED strip (red 4: blue 1)	10.28±6.74c	0.25±0.09c	1.17±0.52b
	LED strip (red 5: blue 1)	10.01±7.65c	0.25±0.06c	1.28±0.41b
พันธุ์ (B) ^{1/}	กรีนโอ๊ค	7.30±7.10b	6.80 ± 3.58	3.31±2.49
	เรดโอ๊ค	20.82±6.91a	6.55 ± 4.03	2.68±2.64
F-test A		**	**	**
F-test B		**	ns	ns
A*B		ns	ns	ns
%CV		69.41	57.14	86.60

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P \leq 0.01$)

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

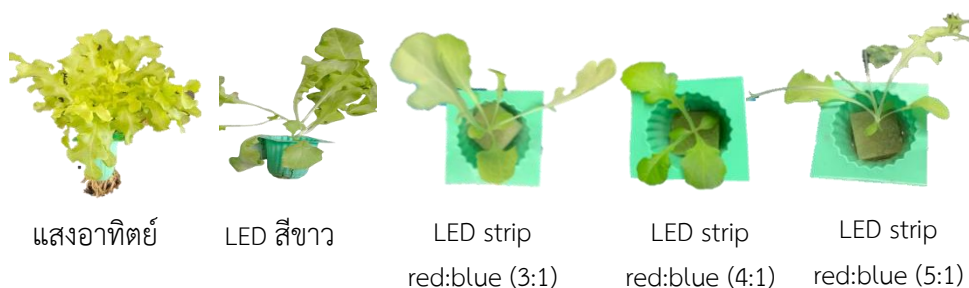
ตารางที่ 5 น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรากของของผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ที่ปลูกโดยให้แสง LED ชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 35 วัน

ปัจจัย	ทรีทเมนต์	นน. แห้งต้น (ชม.) ^{1/}	นน. แห้งราก (ชม.) 1/
LED (A)	Sunlight (control)	0.92±0.34a	0.159±0.104a
	White LED	0.11±0.08b	0.04±0.08b
	(LED general)		
	LED strip (red 3: blue 1)	0.01±0.01b	0.01±0.006b
	LED strip (red 4: blue 1)	0.01±0.01b	0.015±0.006b
	LED strip (red 5: blue 1)	0.01±0.01b	0.018±0.009b
พันธุ์ (B)	กรีนโอ๊ค	0.41±0.21	0.08±0.04a
	เรดโอ๊ค	0.37±0.22	0.07±0.05b
F-test A		**	**
F-test B		ns	**
A*B		ns	ns
%CV		55.10	60.49

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ($P \leq 0.01$)

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 1 ลักษณะผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกโดยใช้แสง LED ชนิดต่าง ๆ ที่อายุ 35 วัน



ภาพที่ 2 ลักษณะผักสลัดเรดโอ๊คที่ปลูกโดยใช้แสง LED ชนิดต่าง ๆ ที่อายุ 35 วัน

วิจารณ์

จากการทดลองศึกษาผลของหลอดไฟ LED แบบ strip สำหรับปลูกพืชชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ พบว่า หลอดไฟ LED ไม่สามารถนำมาใช้ในการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คได้ โดยแสงในทริทเมนต์ที่ 2 เป็นแสงจากหลอด LED สีขาว เป็นหลอดไฟส่องสว่างทั่วไปมีค่าความเข้มแสงที่วัดได้จริง เฉลี่ย 1172 ลักซ์ [1,160 (A) 1,390 (B) 1,160 (C) และ 980 (D) ลักซ์] ส่วนแสง LED แบบ strip (สีแดง:สีน้ำเงิน) อัตรา 3:1, 4:1 และ 5:1 มีความเข้มแสง 323 352 และ 334 ลักซ์ ตามลำดับ ซึ่งมีความเข้มแสงที่น้อยมากและน้อยกว่าหลอดไฟ LED ส่องสว่างทั่วไป ทำให้ความเข้มแสงที่พืชได้รับไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์แสง แม้ว่าหลอดไฟ LED สีขาว จะให้การเจริญเติบโตด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแสง LED แบบ strip (สีแดง:สีน้ำเงิน) อัตรา 3:1, 4:1 และ 5:1

และแสงอาทิตย์ แต่ความเข้มแสงของหลอดไฟ LED สีขาว ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผักสลัด โดยผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ต้องการความเข้มแสงปริมาณที่มากประมาณ 50,000 – 70,000 ลักซ์ [12] จึงทำให้ผักสลัดทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะยืดยาว ต้นไม่แข็งแรง อีกทั้งหลอด LED ทั้งหมดไม่มีสเปกตรัมแสงไม่ครบทุกช่วง และมีความเข้มแสงต่ำมาก จึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นไฟปลูกต้นไม้ แตกต่างจากงานทดลองของ กรวิทย์ และคณะ [8] ที่พบว่าการใช้หลอด LED ส่องสว่างทั่วไปขนาด 2x9 วัตต์ แสงผสมชนิดแสงขาว (Day Light) และชนิดแสงเหลือง (Warm White) ที่ความสูง 15 เซนติเมตร ทดลองปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คด้วยวิธีการปลูกแบบรากแช่เติมน้ำอากาศ (Deep Water Culture, DWC) โดยควบคุมค่า EC 1,500 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่า pH 6.5 ควบคุมปริมาณแสงไม่เกิน 15 โมลต่อตารางเมตร เป็นเวลา 18 ชั่วโมงต่อวัน หรือ ใช้หลอดแสงขาวและหลอดแสงเหลือง ขนาด 2x15 วัตต์ ที่ระยะความสูง 25 เซนติเมตร ในพีชเรดโบล์ ควบคุมปริมาณแสงที่ไม่เกิน 17 โมลต่อตารางเมตร เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่ค่า EC 1,600 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และ pH 6.0 พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าหลอด LED ทั้ง 4 แบบ ให้สีใบสลัดเรดโอ๊คเป็นสีเขียว ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ตรงตามสายพันธุ์ สอดคล้องกับงานทดลองของ พิชญ์สินี และธรรมศักดิ์ [13] ; จริญญา และอารักษ์ [4] ที่พบว่าการปลูกผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คภายใต้แสง LED ให้สีใบจางกว่าปกติอาจเกิดจากความเข้มแสง และระยะเวลาการรับแสงไม่เพียงพอ จึงทำให้พลังงานน้อยเกินไปสำหรับการสังเคราะห์แสง เมื่อแสงลดต่ำลงเกิดการยับยั้งกระบวนการถอดรหัสของยีนในวิธีการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน [14] ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบในพืชที่ให้สีแดง จริญญา [15] พบว่า แหล่งกำเนิดแสงและความเข้มแสงมีผลต่อการเกิดสีแดงในสลัดเรดโอ๊ค โดยการเพิ่มค่า Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD) 200 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที สลัดเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบปิด มีแนวโน้มการเกิดสีแดงมากกว่าค่า PPFD 100 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยเฉพาะการปลูกด้วยแสง LED-W+UV และการปลูกด้วยแสงจากหลอด Fluorescence มีสีใบใกล้เคียงกับการปลูกกลางแจ้งด้วยแสงอาทิตย์ 100 เปอร์เซ็นต์

สำหรับหลอด LED strip ที่ผู้ขายระบุว่าเป็น Full spectrum และมีสัดส่วนของแสงสีแดงต่อแสงสีน้ำเงินแตกต่างกัน ดังนี้ 3:1 ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนและใบ 4:1 ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของสี และใบ และ 5:1 ช่วยการเจริญเติบโต และเพิ่มความสมบูรณ์ของผลและใบ จากการทดลองพบว่า ไม่สามารถนำมาใช้ในการปลูก

สลัดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คได้ เนื่องจากหลอดไฟทั้ง 3 แบบ ให้ความเข้มแสงที่น้อยมาก และ แม้ว่าแสง LED แบบ strip จะมีสัดส่วนของแสงสีแดงต่อแสงสีน้ำเงินในปริมาณที่ต่างกันแต่ ให้การเจริญเติบโตของผักสลัดไม่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากงานทดลองของ กษิดิ์เดช [16] ที่พบว่า การให้แสงเสริมจากหลอด LED สีต่าง ๆ แก่กระชายดำที่ปลูกในกระถางภายใต้ สภาพโรงเรือนพบว่า การให้แสงสีขาวและแสงแบบผสมสีแดงและน้ำเงินอัตราส่วน 5:1 ให้ความกว้างและความสูงทรงพุ่มสูงที่สุดในขณะที่ อัจฉรา และคณะ [9] ศึกษาการ เจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และฟิลเลย์ โดยใช้แสงเทียมที่มีความยาวคลื่นและ ความเข้มแสง 5 แบบ พบว่า ชุดปลูก A2 ซึ่งมีความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร แสงแบบ RGB LED strip กำลังไฟ 9 วัตต์ มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะกล้าผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค เรด โอ๊ค และฟิลเลย์ ในช่วง 7-14 วันแรกของการเพาะปลูก โดยต้นกล้าผักสลัดทั้งสามชนิดมี การเติบโตอย่างสม่ำเสมอ แต่ในการทดลองนี้เริ่มให้แสง LED strip ในผักที่มีอายุ 14 วัน หลังเพาะเมล็ด จึงทำให้ความเข้มแสงของหลอดไฟไม่เพียงพอกับการเจริญเติบโตของ ผักสลัด โดยค่า PPFD สำหรับผักสลัดในระยะต้นกล้าที่ต้องการเท่ากับ 100 ไมโครโมลต่อ ตารางเมตรต่อวินาที ในขณะที่ PPFD สำหรับผักสลัดในระยะโตเต็มที่ที่ต้องการเท่ากับ 100-250 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที [15]

สรุป

จากการศึกษาผลของแสงไฟจากหลอด LED 4 แบบ 1. แสงจากหลอด LED สีขาว (ทั่วไป) 2. แสงจากหลอด LED แบบ Strip (แสงสีแดง 3:น้ำเงิน 1) 3. แสงจากหลอด LED แบบ Strip (แสงสีแดง 4:น้ำเงิน 1) และ 4. แสงจากหลอด LED แบบ Strip (แสงสีแดง 5: น้ำเงิน 1) ให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ ในด้านผลผลิต พบว่า การปลูกด้วยแสงอาทิตย์ ให้น้ำหนักสดต้นรวมราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก ความยาว ราก และน้ำหนักแห้งต้นและราก ดีกว่าการปลูกภายใต้หลอดไฟ LED และหลอดไฟ LED ทั้ง 4 แบบ ยังไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการปลูกผักสลัดเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คได้

ข้อเสนอแนะควรศึกษานิตและอัตราส่วนของแสงจากหลอด LED แบบ strip ใน ระยะต้นกล้า เนื่องจากระยะต้นกล้าเป็นระยะที่ต้องการแสงน้อย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2565

เอกสารอ้างอิง

1. ชิงชัย คนธรรพ์สกุล. LED Farm: เทรนด์ปลูกพืชแห่งอนาคตด้วยแสงประดิษฐ์. [อินเทอร์เน็ต] 2564. [เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2567]. เข้าถึงได้จาก:<https://www.rakbankerd.com/agriculture/hilight-view.php?=268&s=tblheight>
2. Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M. Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. Academic Press, Cambridge. California, U.S.A. 2015.
3. Kim, HH., Goins, GD., Wheeler, RM., Sager, JC. Green light supplementation for enhanced lettuce growth under red and blue light-emitting diodes. HortScience 2004;39:1617-622.
4. จริญญา ฤทธิรัมย์, อารักษ์ อีร์อำพน. ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรี. วารสารแก่นเกษตร 2562;47(6): 1243-250.
5. นภัทร วัจนเทพินทร์, ไชยยันต์ บุญมี. ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2560;25(1):158-76.
6. ชมดาว ขำจริง, อรุณี พลายแก้ว, สมภพ วิสม. อิทธิพลของแสงสีจากหลอดไฟแอลอีดีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์แกรนด์แรปิดส์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2566;6(1):7-14.
7. พีรวัจน์ มีสุข, พรชัย พรหุทัย, พัฒนพล นิลประกอบกุล, อนุวัฒน์ วงวิสัย. การปลูกผักกางต้งฮ่องเต้ไฮโดรโปนิคส์โดยใช้แสงเทียมจากหลอดแอลอีดี. PSRU Journal of Science and Technology 2567;9(1):90-106.
8. กรวิทย์ กระจำพันธ์, ธีระวรรณ สืบธนวงษ์, สุขสันต์ หวังสถิตวงษ์. การออกแบบแสงด้วยหลอด LED ส่องสว่างสำหรับปลูกพืชในอาคารโดยอ้างอิงปริมาณแสงรวมต่อวัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2561;49 พิเศษ(1):498-501.

9. อัจฉรา เพ็ญหนู, มิตรชัย จงเขียวชำนาญ, จุฑามาศ แก้วมโน, สิริรัตน์ เกียรติปฐมชัย, บุรวิทย์ ภมรนาถ. การผลิตผักไฮโดรโปนิคส์คุณภาพด้วยระบบควบคุมแสง. รายงานฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2564.
10. ชุติมา กาบแก้ว, อติสร ฤทธิ์ราญรอน, สุนทรียา กาละวงศ์, เพ็ญแข รุ่งเรือง. ผลของหลอดไฟLED ทางการค้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสลัดแก้วญี่ปุ่น และสลัดบัตเตอร์เฮด. วารสารก้าวหน้าทางโลกวิทยาศาสตร์ 2567;24(2):59-74.
11. เพ็ญแข รุ่งเรือง, น้ำฝน สุวรรณ, สุนทรียา กาละวงศ์, ชุติมา กาบแก้ว. ผลของแสงจากหลอดไฟแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสลัดเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คในระบบไฮโดรโปนิคส์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2567;32(1):12-24.
12. ศุภฤกษ์ เขาวลิตตระกูล. ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ. วิทยาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2561.
13. พิชญ์สินี เพชรไทย, ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 2560;4(3):54-59.
14. Fujita A, Soma N, Goto-Yamamoto N, Mizuno A, Kiso K, Hashizume K. Effect of shading on proanthocyanidin biosynthesis in the grape berry. Journal of the Japanese Society for HortScience 2007;76:112-19.
15. จริญญา ฤทธิรัมย์. อิทธิพลของแสงและอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ของผักกาดหอมในโรงงานผลิตพืชด้วยแสงเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2563.
16. กษิต์เดช อ่อนศรี, ณัฐพงศ์ จันจุฬา,จิรภัทร ลดาวัลย์. ศึกษาอิทธิพลของแสงจากหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด 4 ชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2563;9(4):529-38.