แก่นเกษตร 47 (6) : 1243-1250 (2562). KHON KAEN AGR. J. 47 (6) : 1243-1250 (2019). /doi:10.14456/kaj.2019.113.

ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรี่

Effects of light intensity on growth and yield of lettuce in plant factory system

จริญญา ฤทธิรัมย์[1] และ อารักษ์ ธีรอำพน[1*]

Jarinya Rittiram[1] and Arak Tira-umphon[1*]

บทคัดย่อ: การศึกษาความเข้มแสงของหลอดไฟชนิด Light Emitting Diodes (LEDs หรือ แอลอีดี) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรี่ เปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง วางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorial in CRD ปัจจัยที่ 1 คือปลูกภายใต้ความเข้มแสง 5 ระดับ ได้แก่ 1) แอลอีดีสีขาวความเข้มแสง 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 2) แอลอีดีสีขาวความเข้มแสง 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 3) แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 4) แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และ 5) การปลูกกลางแจ้งภายใต้แสงอาทิตย์ ความเข้มแสง 1,200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และปัจจัยที่ 2 คือพันธุ์ผักกาดหอม ได้แก่ เรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์น้ำลึกแบบแนวตั้ง เปิดไฟนาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ควบคุมอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 45 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้ระบบแพลนท์แฟคทอรี่ ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และพื้นที่ใบของผักกาดหอมสูงที่สุดแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง แต่หลังจากเก็บเกี่ยว พบว่าการปลูกกลางแจ้งให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผักกาดหอมทั้ง 2 พันธุ์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คการตอบสนองมากที่สุด โดยให้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงที่สุด แต่มีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่าผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊ค
คำสำคัญ: ระบบแพลนท์แฟคทอรี่ หลอดไฟชนิด Light Emitting Diodes การปลูกแนวตั้ง ผักกาดหอม

ABSTRACT: The effects of different of Light Emitting Diodes (LEDs) intensity on growth and yield of lettuce grow in plant factory was compare with outdoor cultivation. The experimental design was 5x2 factorial in CRD, factors 1 was consisting of 5 treatments: 1) White LEDs with intensity of 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 2) White LEDs with intensity of 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 3) Mix white red and blue LEDs with intensity of 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 4) Mix white red and blue LEDs with intensity of 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ and 5) Sun light with intensity of 1,200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ and factor 2 was lettuce types : green oak and red oak. Lettuce seedlings were transplanted into vertical farming systems in DFT, with a 16-h photoperiod at 24 ◦C and harvesting at 45 days after sowing. The result showed that lettuce grown under plant factory system had significantly the highest mean average leaf width, number of leaf and leaf area of the lettuce as compared with outdoor cultivation. After harvest, the result indicated that outdoor cultivation had significantly the highest fresh weight, dry weight and chlorophyll content. Lettuce types had no significantly different negative growth in the stem green oak lettuce was the highest mean average leaf area, fresh weight and dry weight. While but chlorophyll content was less than the red oak lettuce
Keywords: Plant factory, light emitting diode (LED), vertical farming, lettuce

Received February 21, 2019

Accepted July 12, 2019

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000
School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology

[*] Corresponding author : Arak@sut.ac.th

บทนำ

การผลิตพืชในปัจจุบันเริ่มมีข้อจำกัดมากขึ้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีความแปรปรวน ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชและความหลากหลายทางชีวภาพ (Food and Agriculture. Organization of the United Nations (FAO), 2012) ทำให้ผลผลิตในภาคการเกษตรลดลง และไม่ได้คุณภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าประชากรโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม จากการคาดการณ์ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ระบุว่าในปี ค.ศ. 2050 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 9,100 ล้านคน ส่งผลถึงความต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 70 และบทวิเคราะห์ “Food Security Risk Index” ของสหประชาชาติในปี 2554 ชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยอยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงด้านความมั่นคงทางอาหารในระดับกลาง นั่นคือ “ความไม่ยั่งยืนของการผลิตอาหารจากข้อจำกัดในด้านทรัพยากร” (คณะอนุกรรมการจัดทำแผนเพื่อการบริหารความมั่นคงทางด้านอาหาร, 2555) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตพืช จากเดิมที่พึ่งพาธรรมชาติอย่างเดียว ไปสู่การผลิตที่ควบคุมได้ เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีคุณภาพและปลอดภัย ซึ่งเทคโนโลยีการปลูกพืชแนวใหม่นี้คือ Plant factory (PF) เป็นการนำเทคโนโลยีแขนงต่างๆ ทั้งด้านสรีรวิทยาพืช การเกษตร วิศวกรรม และการจัดการให้มีศักยภาพสูงในการพัฒนาระบบการปลูกพืช โดยเลือกใช้ระบบไฮโดรพอนิกส์ปลูกพืชแนวตั้ง (Vertical farming) ร่วมกับการควบคุมปัจจัยภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น ธาตุอาหาร และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น การผลิตในระบบนี้ เป็นที่ยอมรับว่าได้เปรียบในการใช้พื้นที่ เนื่องจากปลูกได้หลายชั้น การเจริญเติบโตของพืชสั้นกว่าปกติ และสามารถผลิตพืชได้สูงถึง 100 เท่าของการทำการเกษตรแบบดั้งเดิมในพื้นที่เท่ากัน (กมล เลิศรัตน์, 2012 และ Kozai et al,. 2016)

แสงนับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนับว่าเป็นปัจจัยที่มีต้นทุนสูง ในการนำมาใช้ในระบบ PF พบว่าในปัจจุบันนิยมใช้หลอด Light Emitting Diodes (LEDs หรือ แอลอีดี) ซึ่งเป็นหลอดไฟที่ประหยัดพลังงาน อายุการใช้งานที่ยาวนาน และมีความหลากหลายสเปกตรัมแสงมากกว่าการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) (Kimet et al,. 2004) หลอดแอลอีดีสามารถออกแบบความยาวคลื่นให้มีผลต่อกระบวนการ metabolism และสัณฐานวิทยาของพืชที่ดีขึ้น (Bourget, 2008; Massa et al., 2008; Morrow, 2008) Kuan-Hung Lin และคณะ (2013) รายงานผลการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมภายใต้แสง 3 รูปแบบ คือ 1) แอลอีดีแดง-สีน้ำเงิน 2) แอลอีดีสีแดง-สีน้ำเงิน-สีขาว และ 3) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง รูปร่าง สีของใบและความกรอบของผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้แสงรูปแบบที่ 2 ดีที่สุด รองลงมา คือ รูปแบบที่ 1 และ 3 ตามลำดับ และพบว่าสารอาหารของผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้แสงรูปแบบที่ 2 มีค่าสูงกว่ารูปแบบอื่นๆ และจากการรายงานของ Jeong Hwa Kang และคณะ (2013) พบว่าการให้ความเข้มแสงที่ 290 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมดีกว่าการให้ความเข้มแสงที่ 260 230 และ 200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และจากการศึกษาระยะเวลาการให้แสงต่อวันพบว่าการให้แสงเปิด-ปิด 6/2 (3 รอบ/วัน) ให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตดีที่สุด อย่างไรก็ตามการปลูกพืชในระบบ PF ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น จึงยังต้องมีการค้นคว้าวิจัยอีกมากถึงความต้องการแสงของพืชแต่ละชนิด เนื่องจากผลของแสงมีความซับซ้อนทั้งในเรื่องปริมาณแสง (light intensity) คุณภาพของแสง (light wavelength) และระยะเวลาให้แสง (photoperiod) ที่ให้ความคุ้มค่าในเชิงการค้า (พิชญ์สินี และธรรมศักดิ์, 2559) เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกในสภาพปกติกลางแจ้ง ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มแสงของหลอด

ไฟชนิดแอลอีดี ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่มีสีแตกต่างกัน 2 พันธุ์ คือ กรีนโอ๊ค ซึ่งเป็นผักใบเขียว และเรดโอ๊ค ซึ่งเป็นผักใบแดง ในระบบ PF โดยเปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์ และการควบคุมสภาพแวดล้อมการเจริญเติบโต

เพาะเมล็ดผักกาดหอม 2 พันธุ์ ลงในถาดเพาะโดยใช้เพอร์ไลท์เป็นวัสดุปลูก ปลูกทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว อาคารเกษตรภิวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลนีสุรนารี โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 24±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60±10 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้แสงแอลอีดีสีขาวที่มีค่าความความเข้มแสงที่ 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (photon flux density; PFD) เปิดให้แสงระยะเวลา 16 ชั่วโมง/วัน เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 1-2 สัปดาห์ ให้สารละลาย A และ B สูตร มทส. (SUT-NS5) ที่ความเข้มข้นของสารละลายเท่ากับ (EC) 0.8 mS/cm และ pH 5.5-6.5 เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ ย้ายกล้าปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนด (ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในการทดลองประมาณ 395±10 ppm ในสภาพบรรยากาศ) เมื่อต้นกล้าอายุ 3 สัปดาห์ เพิ่มความเข้มข้นของสารละลายใหม่ค่า EC 1.5-1.8 mS/cm และควบคุม pH ที่ 5.5-6.5 โดยวางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorial in CRD ปัจจัยที่ 1 คือปลูกภายใต้หลอดแอลอีดี ระยะเวลาการให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 24±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60±10 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ 1) แอลอีดีสีขาวความเข้มแสง 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 2) แอลอีดีสีขาวความเข้มแสง 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 3) แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 4) แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และ 5) เปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้งภายใต้แสงอาทิตย์ความเข้มแสง 1,200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (โรงเรือนระบบปิด ควบคุมอุณหภูมิที่ 24±5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60±10 เปอร์เซ็นต์) และปัจจัยที่ 2 คือพันธุ์ผักกาดหอม ได้แก่ เรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ต้น เมื่อผักกาดหอมอายุ 45 วันทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต

การบันทึกข้อมูล

การเจริญเติบโต โดยเก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต ประกอบด้วย ความสูงของต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ วัดทุก สัปดาห์ และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวนำใบวัดค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) โดยใช้เครื่อง SPAD chlorophyll meter รุ่น SPAD 502 plus เก็บข้อมูลในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. วัดจากใบที่ 4 นับจากยอดของต้นผักกาดหอมจำนวน 3 ใบ และนำใบทั้งต้นมาวัดพื้นที่ใบทั้งหมด ด้วยเครื่อง AREA METER จากนั้นชั่งน้ำหนักผลผลิตสด และน้ำหนักผลผลิตแห้ง ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง น้ำหนักแห้งของผลผลิต โดยนำผลผลิตสดอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS for Windows Version 14.0 วิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

หลังจากย้ายกล้าผักกาดหอมทั้ง 2 พันธุ์ ลงรางปลูกที่มีความแตกต่างของความเข้มแสงและสีของหลอดแอลอีดีต่างกัน เปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้ง พบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าการปลูกภายใต้หลอดแอลอีดี ทุกระดับความ

เข้มแสง มีความกว้าง จำนวนใบ และพื้นที่ใบสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้งภายใต้แสงอาทิตย์ โดยผักกาดหอมที่มีการเจริญเติบโตสูงสุด พบว่าเป็นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีพื้นที่ใบ 1,829 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่เรดโอ๊คมีพื้นที่ใบ 1,559 ตารางเซนติเมตร ในด้านความกว้าง ความสูง และจำนวนใบ ทั้งพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊คมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) จะเห็นได้ว่าการปลูกภายใต้หลอดแอลอีดีส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมโดยสังเกตจาก Figure 1 ที่แสดงให้เห็นลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผักกาดหอม โดยจะเห็นได้ว่าผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้หลอดแอลอีดีมีขนาดทรงพุ่มที่ใหญ่กว่าการปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ และพบว่าพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกภายใต้หลอดแอลอีดี มีการแสดงออกของสีใบจางกว่าปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกกลางแจ้งภายใต้แสงอาทิตย์มีสีใบที่มีลักษณะแดงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของพิชญ์สินี และธรรมศักดิ์ (2560) พบว่าการปลูกผักกาดหอมเรดโอ๊คมีสีจางกว่าปกติ เนื่องจากการปลูกภายใต้หลอดไฟทั้งหลอดแอลอีดีและฟลูออเรสเซนต์อาจเกิดจากระยะเวลาให้แสงทุกระยะให้พลังงานแสงที่น้อยเกินไปสำหรับการสร้างรงควัตถุ เมื่อแสงลดต่ำลงเกิดการยับยั้งกระบวนการถอดรหัสของยีนในวิถีการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (Fujita, 2007) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบในพืชที่ให้สีแดง ดังเช่นในผักกาดหอมเรดโอ๊ค

หลังย้ายกล้าผักกาดหอมลงรางปลูกที่มีความได้รับแสงแตกต่างกัน ที่อายุ 45 วันหลังเพาะกล้า นำใบมาวัดค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) และเก็บผลผลิตของผักกาดหอมทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าการปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ มีค่า SPAD chlorophyll สูงที่สุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (23.78 SPAD-unit) รองลงมาคือ การปลูกภายใต้แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (20.55 SPAD-unit) และแอลอีดีสีขาว ความเข้มแสง 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (19.60 SPAD-unit) และการปลูกภายใต้แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (18.22 SPAD-unit) และแอลอีดีสีขาว ความเข้มแสง 120

Table 1 Plant height, plant width, number of leaves and leaf area of lettuce grown in different light intensity at 45 days after sowing

Factor	Treatment ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Number of leaves	Leaf area (cm^2)
Light intensity (A)	1200 (Sun light)	10.25±0.59	22.01±1.64^{b}	19.25±1.67^{b}	1426.40±96.79^{b}
	140 (W LEDs)	11.33±0.63	30.25±1.52^{a}	21.33±4.40^{ab}	1796.40±68.62^{a}
	120 (W LEDs)	11.42±1.13	30.46±2.93^{a}	22.58±2.76^{a}	1557.40±57.61^{b}
	120 (WRB LEDs)	13.25±1.52	30.58±2.91^{a}	22.00±1.56^{a}	1867.70±70.99^{a}
	110 (WRB LEDs)	11.83±2.07	31.83±2.88^{a}	21.92±1.22^{a}	1821.60±80.52^{a}
Lettuce (B)	Green Oak	12.22±4.84	28.89±4.29	21.4±2.69	1829.00±49.08^{a}
	Red Oak	11.03±4.14	29.17±4.38	21.43±2.88	1559.00±52.48^{b}
A*B		ns	ns	ns	ns
%CV		39.51	8.82	12.39	12.82

Data are presented factors A is treatments; 1) White LEDs with intensity of 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 2) White LEDs with intensity of 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 3) Mix white red and blue LEDs with intensity of 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 4) Mix white red and blue LEDs with intensity of 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ and 5) Sun light with intensity of 1,200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ and Factor B was lettuce types ; Green Oak and Red Oak (ns shows non-significant difference at $p > 0.05$)

$\mu molm^{-2}s^{-1}$ (17.58 SPAD-unit) ให้ค่า SPAD chlorophyll น้อยที่สุด (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตของผักกาดหอม ตามรายงานของ Brougham (1960) ที่กล่าวว่าปริมาณคลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์ต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ส่งผลให้การปลูกผักกาดหอมภายใต้แสงอาทิตย์ให้น้ำหนักสด (ต้น 93.29 กรัม และราก 23.37 กรัมต่อ) น้ำหนักแห้ง (ต้น 6.00 กรัม และราก 1.20 กรัม) สูงที่สุด รองลงมาคือการปลูกผักกาดหอมภายใต้แอลอีดีสีขาว ความเข้มแสง 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ แอลอีดีสีขาว แดง น้ำเงิน ความเข้มแสง 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และแอลอีดีสีขาว ความเข้มแสง 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ อย่างไรก็ตามพบว่านอกจากปริมาณคลอโรฟิลล์แล้ว ความเข้มแสงมีผลต่อผลผลิตเช่นกัน การปลูกภายใต้แสงอาทิตย์พบว่ามีความเข้มแสงสูงถึง 1,200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ซึ่งในการทดลองการปลูกภายใต้หลอดแอลอีดีมีความเข้มแสงน้อยว่าแสงอาทิตย์ถึง 10 เท่า แต่พบว่าน้ำหนักสดของผักกาดหอมที่ปลูกภายใต้แอลอีดีสีขาว ที่ความเข้มแสง 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (น้ำหนักผลผลิตสดต้น-ราก รวม 96.87 กรัม) มีน้ำหนักน้อยกว่าการปลูกภายใต้แสงอาทิตย์เพียง 16.70 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักผลผลิตสดต้น-ราก รวม 116.29 กรัม) สอดคล้องกับการทดลองของ Jeong Hwa Kang (2013) พบว่าผลผลิตของผักกาดหอมสูงขึ้นเมื่อได้รับความเข้มแสงมากขึ้น โดยเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงของหลอดแอลอีดีจาก 200 230 260 และ 290 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ซึ่งพบว่าการให้ความเข้มแสงที่ 290 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ให้ผลิตผักกาดหอมสูงที่สุด (น้ำหนักผลผลิตสดต้น-ราก รวม 95.51 กรัม) ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อพืชได้รับแสงที่มีความเข้มแสงสูงขึ้น

Table 2 Fresh weight, dry weight and total chlorophyll content (SPAD-unit) of lettuce grown in different light intensity at 45 days after sowing

Factor	Treatment	Fresh weight (g)		Dry weight (g)		Total chlorophyll content (SPAD-unit)
		Shoot	Root	Shoot	Root	
Light	1200 (Sun light)	93.29±7.35^{a}	23.37±0.80^{a}	6.00±0.40^{a}	1.20±0.05^{a}	23.78±1.94^{a}
intensity	120 (W LEDs)	64.66±4.71^{c}	8.54±0.72^{d}	2.19±0.16^{c}	0.31±0.04^{c}	17.85±2.18^{c}
(A)	140 (W LEDs)	80.22±4.65^{ab}	16.29±1.56^{b}	3.15±0.24^{b}	0.45±0.04^{b}	19.60±2.07^{b}
	110 (WRB LEDs)	67.74±7.35^{bc}	8.48±0.72^{d}	2.42±0.23^{bc}	0.24±0.05^{c}	18.22±1.80^{c}
	120 (WRB LEDs)	72.87±3.91^{bc}	11.53±0.72^{c}	2.98±0.17^{b}	0.39±0.03^{b}	20.55±1.95^{b}
Lettuce	Green Oak	85.72±4.10^{a}	14.65±1.20^{a}	3.46±0.35	0.58±0.08^{a}	13.58±0.49^{b}
(B)	Red Oak	65.79±2.51^{b}	12.64±1.18^{b}	3.24±0.24	0.46±0.06^{b}	26.42±0.49^{a}
	A*B	ns	ns	ns	**	ns
	%CV	24.30	21.04	26.30	18.33	8.33

Data are presented as means ± SE. Data not followed by the same letter in a column are significantly different ($p<0.05$) by DMRT. Factors A is treatments; 1) White LEDs with intensity of 120 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 2) White LEDs with intensity of 140 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 3) Mix white red and blue LEDs with intensity of 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ 4) Mix white red and blue LEDs with intensity of 110 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ and 5) Sun light with intensity of 1,200 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ and Factor B was lettuce types ; Green Oak and Red Oak

(ns shows non-significant difference at $p>0.05$ ** highly significant difference at 0.01)

กระบวนการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้น จนเมื่อได้รับความเข้มแสงจนถึงระดับอิ่มตัวด้วยแสง (Light saturation point) อัตราการสังเคราะห์แสงจะไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นผลการทดลองและรายงานการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการปลูกผักกาดหอมภายใต้แสงอาทิตย์อาจมีความเข้มแสงที่มากเกินความจำเป็นได้

สรุปผลการทดลอง

การปลูกผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรี่ โดยศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม 2 พันธุ์ พบว่าการปลูกภายใต้หลอดแอลอีดีที่ควบคุมสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 24±1 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้ควบคุม (ปลูกกลางแจ้ง ภายใต้แสงอาทิตย์) แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตของผักกาดหอม พบว่าการปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ให้ผลผลิตดีกว่าการปลูกภายใต้แอลอีดี เนื่องจากผลของความเข้มแสง โดยแสงอาทิตย์มีความเข้มแสงสูงกว่าหลอดแอลอีดีถึง 10 เท่า แต่ผลผลิตของผักกาดหอมที่ได้ มีน้ำหนักรวมสูงกว่าแอลอีดีเพียง 16 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อสังเกตด้วยตา พบว่าการปลูกในระบบแพลนท์แฟคทอรี่เหมาะกับผักใบเขียวมากกว่าผักใบแดง การปลูกในระบบนี้ทำให้ผลผลิตมีความกรอบ และรสชาติดีกว่า (ไม่มีข้อมูลแสดง) มากกว่าการปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ การทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ความต้องการแสงของผักกาดหอมเมื่อปลูกภายใต้แสงอาทิตย์อาจได้รับแสงมากเกินความจำเป็น ดังนั้นควรมีการทำการทดลองในทำนองเดียวกัน เพื่อยืนยันผลในเรื่องคุณภาพของผักกาดหอม เช่น เรื่องรสชาติ ความกรอบ เพื่อหาตัวชี้วัดในข้อดีของการปลูกผักในระบบแพลนท์แฟคทอรี่ เพื่อหาจุดคุ้มทุนกับค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับผลผลิตพืชที่มีคุณภาพเนื่องจากการปลูกพืชในระบบนี้ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่าย เพราะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นสูง ทั้งในเรื่องอุปกรณ์ และค่าพลังงานที่เกิดขึ้นหลังการปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยธรรมชาติ

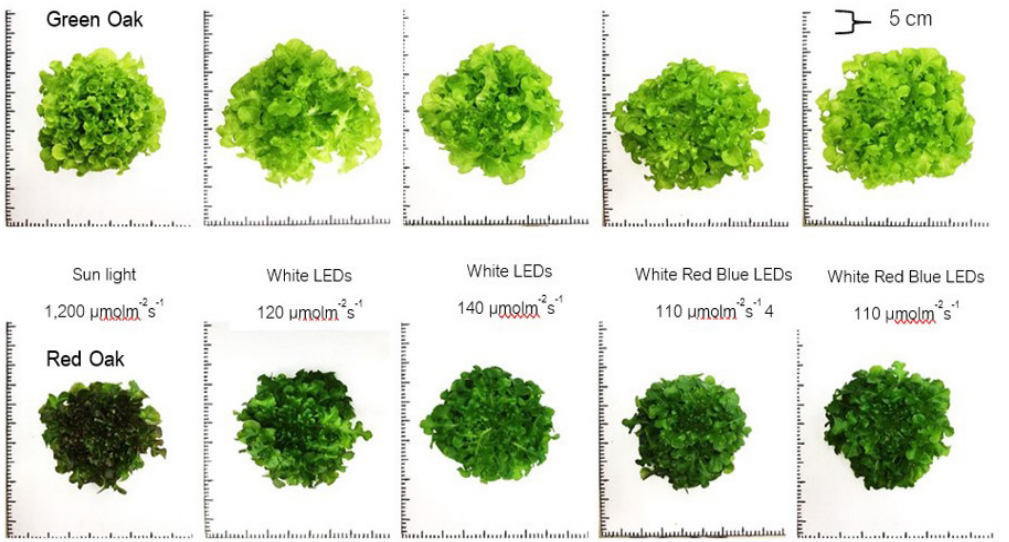

Figure 1 Effects of lettuce grown in different light intensity at 45 days after sowing.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนโครงการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา และขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและส่วนงานฟาร์ม มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในการเอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความความสะดวกในการปฏิบัติงานในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์. 2555. เทคโนโลยีการผลิตพืชแห่งศตวรรษที่ 21. ว.แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 4 : 1-8.

คณะอนุกรรมการจัดทำแผนเพื่อการบริหารความมั่นคงทางด้านอาหาร. “กรอบยุทธศาสตร์ความมั่นคงด้านอาหาร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (พ.ศ.2556-2559)”. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555.

พิชญ์สินี เพชรไทย และ ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2560. ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม. ว.พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 4 : 54-59.

Bourget, C.M., 2008. An introduction to light-emitting diodes. HortSci 43.1944–1946.

Brougham, R.K. 1960. The relationship between the critical leaf area, total chlorophyll content, and maximum growth-rate of some pasture and crop plants. Ann. Bot. (Lond.) 24: 463–474.

Food and Agriculture. Organization of the United Nations (FAO). “Global food security index 2012”. Economist Intelligence Unit, p 10. 2012.

Fujita, A., Soma, N., Goto-Yamamoto, N., Mizuno, A., Kiso, K. and Hashizume, K. 2007. Effect of shading on proanthocyanidin biosynthesis in the grape berry. Journal of the Japanese Society for HortSci 76(2): 112-119.

Jeong Hwa Kang, Sugumaran Krishna Kumar, Sarah Louise Sua Atulba, Byoung Ryong Jeong, and Seung Jae Hwang. 2013. Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system Hort. Environ. Biotechnol. 54(6): 501-509.

Kim H-H, Goins G, Wheeler R, and Sager J. 2004. Green light supplementation for enhanced lettuce growth under red and blue light-emitting diodes, HortSci. 39: 1617-1622.

Kozai, T., G. Niu and M. Takagaki. 2016. Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. Academic Press., California, U.S.A.

Kuan-Hung Lina, Meng-Yuan Huangb,, Wen-Dar Huangc, Ming-Huang Hsuc, Zhi-Wei Yang, Chi-Ming Yang. 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). HortSci 150: 86-91.

Massa, G.D., Kim, H.H., Wheeler, R.M., Mitchell, C.A., 2008. Plant productivity inresponse to LED lighting. HortSci 43: 1951–1956.

Morrow, R.C., 2008. LED lighting in horticulture. HortSci 43: 1947–1950.