ผลของแสงต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นชิโซะที่ปลูกในระบบปิด

Effects of Light on Growth and Flowering of Green Perilla Grown in Closed System

ศุภธิดา อับดุลลากาซิม[1*] บรรพต แซ่โค้ว[2] และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ[3]

Supatida Abdullakasim[1*] Bunpot Saekow[2] and Thammasak Thongket[3]

Received: July 18, 2022

Revised: September 26, 2022

Accepted: September 28, 2022

Abstract: Green perilla or shiso (*Perilla frutescens* (L.) Britton) is a culinary herb for cooking and dish decoration. Shiso is a short-day plant that light supplement is necessary for prolong vegetative growth and delay flowering. This research consists of 2 parts of the experiments in order to clarify the effect of light duration per day and the effect of LEDs light supplement on flowering of shiso; 1) study of the effect of light duration (11, 12, 13, 14, 15, 16 h) from white fluorescent light, 120 µmol $m^{-2}s^{-1,}$ on flowering time of shiso 2) study of the effect of supplemented light spectrum (white, red, blue and red and blue combination) from LEDs 12 µmol $m^{-2}s^{-1}$, 4 h following white LED 120 µmol $m^{-2}s^{-1}$, 12 h on growth and days to flower of shiso. The experimental design was completely randomized (CRD) with 3 replications per treatment and six plants per replication. Shiso plants were grown in a closed room with controlled air temperature at 25 °C and relative humidity of 65-70%. The results showed that the application of white fluorescent light for 15-16 h per day delayed days-to-flowering of shiso up to 180 days after transplanting (DAT). For the LED light spectrum experiment, the red-LED light strongly promoted the average number of leaves (21.25 leaves) and the combination of red and blue light promoted the plant average height (87.14 cm) which were significantly different from the white LED which the plant had 15 leaves and 64.58 cm in plant height, respectively. However, the white LED considerably had the longest the days-to-flowering of 103.58 DAT, while the blue-LED had only 49.17 DAT.

Keywords: herb, light supplement, LEDs, light duration

บทคัดย่อ: ชิโซะใบเขียว (*Perilla frutescens* (L.) Britton) เป็นพืชสมุนไพรที่นิยมบริโภคและประดับตกแต่งจานอาหาร เป็นพืชวันสั้นซึ่งการให้แสงเสริมช่วยยืดเวลาการออกดอก และการเจริญเติบโตทางลำต้นเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตใบได้นานขึ้น งานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ 1) การศึกษาผลของชั่วโมงรับแสงต่อวันต่อการออกดอกของต้นชิโซะ ได้แก่ การรับแสงฟลูออเรสเซนต์ 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ 11, 12, 13, 14, 15

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[2] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

[2] National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC), National Science and Technology Development Agency (NSTDA) Pathumthani 12120

[3] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

[3] Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

* Corresponding author: fagrsds@ku.ac.th

และ 16 ชั่วโมงต่อวัน และ 2) การศึกษาผลของการเสริม LEDs (สีขาว สีแดง สีน้ำเงิน และสีแดงผสมกับสีน้ำเงิน) ที่ 12 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที นาน 4 ชั่วโมง ภายหลังให้แสง LED สีขาว 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที 12 ชั่วโมงต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นชิโซะ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทรีทเมนต์และ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ต้น ปลูกในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70% ผลการทดลองพบว่า การให้แสงฟลูออเรสเซนต์ 15-16 ชั่วโมงต่อวัน ยืดเวลาการออกดอกได้นานถึง 180 วันหลังย้ายปลูก ส่วนการให้แสงเสริม LEDs พบว่า แสงสีแดงให้จำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด 21.25 ใบ แสงสีแดงผสมแสงสีน้ำเงินให้ความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุด 87.14 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับแสงสีขาวที่ให้จำนวนใบ 15 ใบ และความสูงต้น 64.58 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม แสงสีขาวทำให้ต้นชิโซะใช้เวลาในการออกดอกมากที่สุดคือ 103.58 วันหลังย้ายปลูก ส่วนแสงสีน้ำเงินทำให้ชิโซะออกดอกเร็วที่สุดคือ 49.17 วันหลังย้ายปลูก

คำสำคัญ: สมุนไพร, แสงเสริม, LEDs, ชั่วโมงรับแสง

คำนำ

ชิโซะ (Shiso) หรือโอบะ (Oba) เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ Lamiaceae เช่นเดียวกับกระเพรา และโหระพา มีถิ่นกำเนิดทางเอเชียตะวันออกนิยมใช้ประกอบอาหารในหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น จีน และอินเดีย เป็นต้น ชิโซะสามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มใบสีเขียว (green-leafed Shiso) เช่น *Perilla frutescens* (L.) Britton และกลุ่มใบสีแดง (red-leafed Shiso) เช่น *P. crispa* (Thunb) Tanaka ที่ใบมีปริมาณแอนโทไซยานินค่อนข้างมาก ชิโซะเป็นพืชฤดูเดียว (annual crop) จึงเจริญเติบโต ออกดอกติดเมล็ดและตายภายในหนึ่งฤดูกาล และเป็นพืชผสมตัวเอง (self-pollination) ต้นเจริญแตกกิ่งข้างเป็นพุ่ม ใบมีขอบหยัก ต้นมีความสูงได้ถึง 1 เมตร เติบโตได้ดีที่สภาพอากาศร้อนชื้น ดินร่วนโปร่ง ระบายความชื้นได้ดี (Lee and Yang, 2009)

ใบชิโซะมีสารประกอบที่มีประโยชน์หลายชนิดได้แก่ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน เทนนิน สารต้านอนุมูลอิสระ สารลดการอักเสบ และสารต้านแบคทีเรีย มีกลิ่นเฉพาะตัวจากน้ำมันหอมระเหยได้แก่ กลุ่ม monoterpenes ประกอบด้วย perillaldehyde (สารหลักที่ให้รสและกลิ่น) และสารอื่นๆ ได้แก่ D-Limonene, p-Mentha-1(7), 8-diene, Isocaryophyllene, 2-Hexanoylfuran เป็นต้น (Dimita *et al*., 2022) ดังนั้นใบชิโซะจึงถูกนำมาใช้ดับคาวของอาหาร และประดับตกแต่งในเมนูอาหารญี่ปุ่นหลายชนิด ปัจจุบันสารสกัดจากชิโซะยังถูกนำไปใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่น ครีมบำรุงผิวหน้า และแป้ง เป็นต้น

ชิโซะเป็นพืชวันสั้น (short-day plant) จึงพัฒนาตาดอก (inflorescence primordium) เมื่ออยู่ในช่วงที่เวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน ชิโซะกลุ่มใบสีเขียวเป็น quantitative short-day plant คือ ช่วงวันสั้นสามารถกระตุ้นการออกดอกได้เร็วขึ้นและวันยาวสามารถยืดระยะการออกดอกให้นานขึ้น แต่สุดท้ายการออกดอกก็สามารถเกิดขึ้นได้แม้ว่าจะได้รับแสงตลอดเวลา โดยจะมีการออกดอกเมื่ออายุ 77 วันหลังหยอดเมล็ด ในขณะที่ชิโซะกลุ่มใบสีแดงมีพฤติกรรมการออกดอกเป็นแบบ qualitative short-day plant คือ ต้องได้รับความยาวช่วงแสงของวันที่น้อยกว่าค่าวิกฤติจึงจะออกดอกได้หรืออีกนัยหนึ่งคือถ้าได้รับแสงนานเกินค่าวิกฤติจะไม่มีการพัฒนาตาดอก ซึ่งความยาวช่วงแสงวิกฤติของชิโซะกลุ่มใบสีแดงอยู่ในช่วง 14-16 ชั่วโมง (Jacobs, 1982) โดยในการปลูกชิโซะของเกษตรกรเพื่อเก็บเกี่ยวใบจำหน่าย จำเป็นต้องควบคุมมิให้พืชได้รับช่วงวันสั้นไม่เช่นนั้นต้นชิโซะจะออกดอกอย่างรวดเร็ว คืออาจเกิดขึ้นก่อน 60 วันหลังหยอดเมล็ด เมื่อออกดอกแล้วการพัฒนาทางลำต้น และใบจะลดลงอย่างชัดเจน ทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตใบได้ ดังนั้นหากสามารถยืดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นเป็นระยะเวลานาน เช่น 5-6 เดือน โดยยับยั้งมิให้ต้นชิโซะออกดอกก่อน จะช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตใบชิโซะได้เป็นจำนวนมาก เพิ่มพูนรายได้และคุ้มค่าต่อการลงทุน

พืชใช้แสงในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตรในการสังเคราะห์แสงซึ่งเรียกความยาวคลื่นช่วงนี้ว่า Photosynthetically Active Radiation (PAR) อย่างไรก็ตาม พืชโดยทั่วไปดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 430-470 นาโนเมตร และแสงสีแดง ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 600-650 นาโนเมตร มากกว่าความยาวคลื่นในช่วงอื่นๆ (Taiz and Zeiger, 2006) ดังนั้นการให้ความยาวคลื่นแสงที่จำเพาะพบว่าช่วยให้พืชหลายชนิดเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ปัจจุบันจึงนิยมนำหลอดไฟประเภท Light Emitting Diodes (LEDs) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช เนื่องจากสามารถกำหนดช่วงความยาวคลื่นแสงให้จำเพาะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดได้ อีกทั้งยังช่วยประหยัดพลังงาน และมีอายุการใช้งานนาน การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์สองประการ ประการแรกเพื่อศึกษาระยะเวลาในการให้แสงเสริมต่อวันเพื่อยับยั้งการออกดอกของต้นชิโซะ จากนั้นนำข้อมูลระยะเวลาที่ได้มาศึกษาผลของสีแสงต่อการเจริญเติบโตและการยับยั้งการออกดอกของต้นชิโซะ

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของความยาววันต่อการออกดอกของต้นชิโซะในสภาพห้องทดลอง

ติดตั้งหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ในตู้ปลูกขนาด กว้าง 80 เซนติเมตร สูง 105 เซนติเมตร และลึก 70 เซนติเมตร (Figure 1) โดยกำหนดให้มีความเข้มแสงในตู้ 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตั้ง timer ให้แสงระยะเวลาแตกต่างกัน 6 ระดับ (ทรีทเมนต์) ได้แก่ 11, 12, 13, 14, 15 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 6 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 6 ซ้ำ (ต้น) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT)

ก่อนย้ายปลูกทำการเตรียมเพาะต้นกล้าชิโซใบเขียวในถาดเพาะกล้าโดยใช้ พีทมอสเป็นวัสดุเพาะปลูก กลบเมล็ดบางๆ และดูแลรดน้ำ หลังต้นกล้างอก ย้ายปลูกลงในถาดหลุม และให้แสงไฟเสริมใน เวลากลางคืน เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง เมื่อต้นกล้าอายุครบ 2 สัปดาห์ จึงย้ายปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว กระถางละ 1 ต้น จากนั้นย้ายกระถางเข้าไปยังตู้ปลูกในห้องทดลองตามทรีทเมนต์ ควบคุมอุณหภูมิห้องตลอดที่ทำการทดลองที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70% ดูแลให้สารละลายธาตุอาหารสูตร Enshi (Sarkar *et al.*, 2008) ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสารละลายเท่ากับ 1.2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และค่า pH เท่ากับ 6.0 ผ่านทางระบบน้ำหยด อัตราการไหล 4 ลิตรต่อชั่วโมง จากนั้นทำการเก็บข้อมูลจำนวนวันที่พืชใช้ในการออกดอก

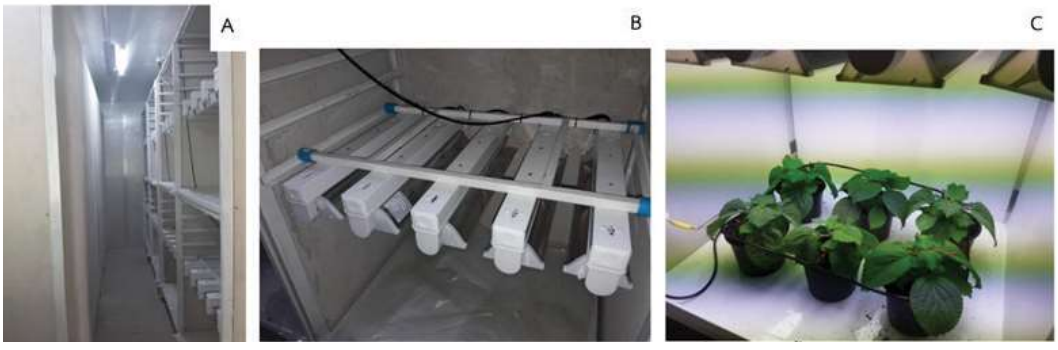

Figure 1 Growth chambers of Shiso (A), a set of fluorescent lamps in a chamber (B) Shiso pots equipped with drip fertigation system (C).

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของสีจากแสงเสริมของหลอด LEDs ต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นซิโซะในสภาพห้องทดลอง

หลังจากทราบผลจากการทดลองที่ 1 ที่ศึกษาระยะเวลาการให้แสงเสริมต่อการยืดระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้น และทำให้ออกดอกช้าที่สุด นำช่วงเวลาดังกล่าวมาใช้ในการทดลองที่ 2 โดยในการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของความยาวคลื่นแสงสีต่างๆ จากระบบไฟ LEDs ต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นซิโซะ โดยติดตั้งไฟ LEDs สีขาวในแต่ละตู้ให้มีความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาทีโดยจะทำการเปิดไฟตลอดเวลาที่ปลูกเลี้ยง 12 ชั่วโมงต่อวัน (6.00-18.00 น.) จากนั้นเสริมด้วยไฟ LEDs สีต่างๆ เพิ่มอีกเป็นระยะ 4 ชั่วโมง (18.00-22.00 น.) รวมเป็นได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ได้แก่ 1) การเสริมด้วยไฟ LEDs สีขาว 2) LEDs สีแดง 3) LEDs สีน้ำเงินและ 4) LEDs สีแดงผสมกับสีน้ำเงิน (Figure 2) แต่ละทรีทเมนต์มี 6 ซ้ำ (ต้น) ควบคุมอุณหภูมิห้องตลอดเวลาที่ทำการทดลองที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70% ให้สารละลายธาตุอาหารผ่านทางระบบน้ำหยดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 จากนั้นบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และจำนวนวันที่ใช้ในการออกดอกของต้นซิโซะ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT)

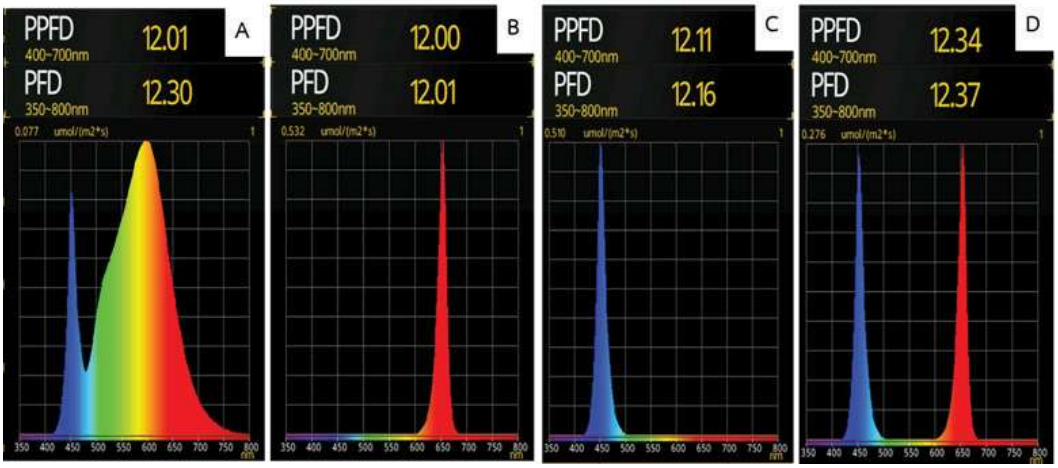

Figure 2 Light spectrums for white (A), red (B), blue (C) and red plus blue (D) LED used in this experiment.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ผลของความยาววันต่อการออกดอกของต้นซิโซะในสภาพห้องทดลอง

จากการทดลองปลูกต้นซิโซะในตู้ทดลองโดยให้ได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เป็นระยะเวลาแตกต่างกันตั้งแต่ 11 ถึง 16 ชั่วโมงต่อวัน พบว่าต้นซิโซะที่ได้รับแสง 11 ชั่วโมงต่อวัน ใช้เวลาในการออกดอกเพียง 18 วัน แต่เมื่อได้รับแสงเป็นเวลา 15-16 ชั่วโมงต่อวัน ใช้เวลาในการออกดอกเพิ่มเป็น 180 วัน (Table 1) ดังนั้นความยาววันจึงมีผลต่อการยืดอายุการออกดอกของต้นซิโซะได้โดยเมื่อความยาววันเพิ่มขึ้น จำนวนวันที่พืชซิโซะออกดอกจะเพิ่มขึ้นแบบทวีคูณ (non-linear) ทั้งนี้เป็นเพราะซิโซะเป็นพืชวันสั้น เมื่อได้รับความยาววันน้อยกว่าความยาววันวิกฤติ (critical day length) จะออกดอก ในทางกลับกันถ้าได้รับความยาววันมากกว่าความยาววันวิกฤติจะไม่ออกดอก ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าความยาววันระหว่าง 11-14 ชั่วโมงต่อวันนั้นน่าจะน้อยกว่าความยาววันวิกฤติของต้นซิโซะ ซึ่งอาจอยู่ที่ 15-16 ชั่วโมงต่อวัน หรืออีกนัยหนึ่ง

Agricultural Science and Management J. 5 (3) : 81-88 (2022)

คือช่วงเวลากลางคืนต้องไม่เกิน 8-9 ชั่วโมงต่อวัน ในการทดลองนี้พบว่าต้นชิโซะที่ได้รับความยาววันที่ 15 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ไม่มีการออกดอกเลยหลังการย้ายปลูกจนครบ 180 วัน นอกจากนี้พฤติกรรมของการออกดอกได้เร็วขึ้นหรือช้าลงเมื่อความยาววันลดหรือเพิ่มขึ้นก่อนถึงความยาววันวิกฤติของต้นชิโซะที่พบในการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าต้นชิโซะน่าจะเป็นพืชวันสั้นแบบ Quantitative กล่าวคือการออกดอกของพืชจะเกิดขึ้นได้เร็วขึ้นหรือช้าลงขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงวันที่ได้รับน้อยกว่าความยาววันวิกฤติเพียงใด (พูนภิภพ, 2556)

Table 1 Days to flowering of green perilla grown under different light duration per day condition.

Treatments (exposure time of light/day)	Days to flowering (days)
11 h	18a
12 h	19b
13 h	24c
14 h	56d
15 h	180e
16 h	180e
F-test	*

Notes: Different letters within a column indicate significant differences at P < 0.05 according to Duncan's new multiple range test. * = Significantat at $p < 0.05$.

การทดลองที่ 2 ผลของสีของแสงสีต่างๆ จากหลอด LEDs ต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นชิโซะในสภาพห้องทดลอง

จากการทดลองที่ 1 พบว่าต้นชิโซะจำเป็นต้องได้รับแสงเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15-16 ชั่วโมงต่อวัน จึงจะสามารถยืดระยะเวลาการออกดอกได้ การทดลองที่ 2 จึงกำหนดให้ต้นชิโซะได้รับแสงต่อวัน 16 ชั่วโมง แต่แบ่งเป็น 12 ชั่วโมงแรกได้รับแสงสีขาวจากหลอดไฟ LEDs เลียนแบบสภาพตามธรรมชาติ และอีก 4 ชั่วโมงให้แสงเสริมเป็นหลอดไฟ LEDs สีต่างๆ ได้แก่ สีขาว สีแดง สีน้ำเงิน และสีแดงผสมสีน้ำเงิน เพื่อให้ทราบผลของ LEDs สีต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและการยืดอายุการออกดอกของต้นชิโซะ ผลการทดลองพบว่า ต้นชิโซะที่ได้รับแสงเสริมสีแดงมีจำนวนใบเฉลี่ยมากถึง 21.25 ใบ รองลงมาคือการให้สีแดงผสมสีน้ำเงินที่ทำให้มีจำนวนใบเฉลี่ย 17.67 ใบ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการเสริมด้วยแสงสีน้ำเงินหรือสีขาวที่มีจำนวนใบเฉลี่ยเพียง 15-15.67 ใบ (Table 2) สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้าที่พบว่าแสงสีแดงช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ทำให้พืชที่ได้รับแสงสีแดงมีจำนวนใบและพื้นที่ใบที่มากและมีรากยาว (Dou, *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2020) ส่วนความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยพบว่าการเสริมแสงไฟ LEDs สีแดง น้ำเงิน หรือสีแดงผสมกับสีน้ำเงิน ทำให้ความกว้างทรงพุ่มมีค่ามากและไม่แตกต่างกัน คือ 83.84-87.14 เซนติเมตร ส่วนการเสริมด้วยแสงสีขาวพบว่าต้นชิโซะมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 64.58 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับทรีทเมนต์อื่นๆ (Table 2) ส่วนความสูงพบว่าการเสริมด้วยไฟ LEDs ทั้ง 4 ทรีทเมนต์ไม่ทำให้ความสูงต้นมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2, Figure 2) ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการทดลองพบว่าการเสริมแสงไฟ LEDs สีแดง หรือสีแดงผสมสีน้ำเงิน ส่งผลให้ต้นชิโซะมีการเจริญเติบโตในภาพรวมดีที่สุด

Table 2 Growth of green perilla at 70 days after transplanting and illuminated with white LED light, PPFD 120 μmol $m^{-2}s^{-1}$ for 16 h followed by supplemented LED lights with various colors of lighting for 4 h.

Treatments	Plant height (cm)	Canopy size (cm)	Number of leaves
White 12 h+ white 4 h	36.18	64.58b	15.00b
White 12 h+ red 4 h	36.67	84.54a	21.25a
White 12 h+ blue 4 h	33.71	83.94a	15.67b
White 12 h+ red plus blue 4 h	35.79	87.14a	17.67ab
F-test	ns	*	*

Notes: Different letters within a column indicate significant differences at P < 0.05 according to Duncan's new multiple range test. ns= non-significant difference. * = Significantat at $p < 0.05$.

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจำนวนวันในการออกดอกพบว่าการเสริมด้วยแสงไฟ LEDS สีขาวเป็นเวลาเพิ่มอีก 4 ชั่วโมงรวมได้รับแสงทั้งหมด 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ต้นชิโซะใช้เวลานานถึง 103.58 วันหลังย้ายปลูกจึงออกดอก รองลงมาคือการเสริมด้วยสีแดงผสมสีน้ำเงินที่มีอายุการออกดอก 71.08 วันหลังย้ายปลูก ส่วนการเสริมด้วยแสงสีแดงหรือสีน้ำเงินเพียงอย่างเดียว ทำให้ต้นชิโซะออกดอกเร็วขึ้นซึ่งใช้เวลาเพียง 59.33 และ 49.17 วันหลังย้ายปลูกตามลำดับ (Table 3) แสดงให้เห็นว่านอกจากจำนวนชั่วโมงที่ต้นชิโซะจำเป็นต้องได้รับแสง ความยาวคลื่นของแสง (light spectrum) หรือสีของแสงยังเกี่ยวข้องกับการชะลอหรือกระตุ้นการออกดอกด้วย โดยที่แสง LEDs สีเดี่ยว คือสีแดง (พีคที่ 660 nm) หรือสีน้ำเงิน (พีคที่ 450 nm) ในการทดลองนี้ คาดว่าจะไปกระตุ้น photoreceptor จากนั้น photoreceptor ไปกระตุ้นยีนที่เกี่ยวข้องในการชักนำการออกดอกของต้นชิโซะแม้ว่าจะได้รับแสงแบบช่วงวันยาว โดยมีรายงานผลการวิจัยที่คล้ายคลึงกันในเบญจมาศซึ่งเป็นพืชวันสั้นเช่นเดียวกับต้นชิโซะ ซึ่งพบว่าการปลูกเลี้ยงในตู้ควบคุมโดยให้แสง LEDs สีแดงผสมกับสีน้ำเงินเป็นเวลา 11 ชั่วโมง แล้วเสริมด้วยสีน้ำเงินอย่างเดียวอีก 4 ชั่วโมง (รวม 15 ชั่วโมง) พบว่าสามารถชักนำการออกดอกในต้นเบญจมาศได้ แต่หากให้เฉพาะ LEDs สีแดงผสมกับสีน้ำเงินเป็นเวลา 11 ชั่วโมง โดยไม่มีการเสริมแสงเพิ่มจะไม่พบการออกดอก (SharathKumar *et al*., 2021) ดังนั้นแสงสีน้ำเงินช่วยกระตุ้นการออกดอกในสภาวะวันยาวของพืชประเภทวันสั้นอย่างเช่นต้นชิโซะและเบญจมาศได้ ส่วนการเสริมด้วยแสงสีแดงตอนกลางคืน (night-break) พบว่ายับยั้งการออกดอกในพืชวันสั้นบางชนิด เช่น ต้น cocklebur (*Xanthium strumarium*) ถั่วเหลือง และเบญจมาศ ซึ่งหากต้องการชักนำการออกดอกหลังจากการยับยั้งด้วยแสง LEDs สีแดงแล้วต้องเสริมต่อด้วยแสง LEDs ประเภท far-red (Downs, 1956; SharathKumar *et al*., 2021) ดังนั้นการตอบสนองของต้นชิโซะต่อการเสริมด้วยแสงสีแดงแตกต่างกับพืชวันสั้นที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากในการทดลองนี้การเสริมด้วยแสงสีแดงช่วยกระตุ้นการออกดอกในสภาวะวันยาวเช่นเดียวกันกับการเสริมด้วยแสงสีน้ำเงิน ดังนั้นสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกต้นชิโซะเพื่อเก็บเกี่ยวใบจำหน่ายควรหลีกเลี่ยงการใช้ไฟ LEDs แสงสีแดงหรือสีน้ำเงินเพียงอย่างเดียว ที่แม้ว่าสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ แต่พบว่าจะชักนำให้ต้นชิโซะเข้าสู่ระยะการออกดอกเร็วขึ้นมาก ทำให้เก็บเกี่ยวใบได้น้อย ดังนั้นควรใช้ไฟแสงสีขาวหรือใช้แสงประเภท far-red เพื่อชะลอการออกดอกของต้นชิโซะให้ได้นานขึ้น

Agricultural Science and Management J. 5 (3) : 81-88 (2022)

Table 3 Days to flowering of green perilla grown under different LEDs lighting condition

Treatments	Time to flowering (days)
White 12 h + white 4 h	103.58a
White 12 h + red 4 h	59.33c
White 12 h + blue 4 h	49.17d
White 12 h + red plus blue 4 h	71.08b
F-test	*

Notes: Different letters within a column indicate significant differences at P < 0.05 according to Duncan's new multiple range test. * = Significantat at $p < 0.05$.

Figure 3 Growth of green perilla grown in growth chambers at 70 days after transplanting.

สรุป

1. ความยาววันมีผลต่อเวลาการออกดอกของต้นชิโซะ โดยเมื่อความยาววันเพิ่มขึ้นจาก 11 ชั่วโมง จนถึง 14 ชั่วโมง อายุการออกดอกของต้นชิโซะจะเพิ่มขึ้นแบบ Non-linear และเมื่อให้ความยาววันที่ 15 ชั่วโมงขึ้นไป จะสามารถยับยั้งการออกดอกของต้นชิโซะได้ แสดงว่าค่าความยาววันวิกฤติ ของต้นชิโซะน่าจะอยู่ที่ 15 ชั่วโมง

2. แสง LEDs สีแดง ทำให้ต้นชิโซะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นในภาพรวมดีที่สุด แต่ทำให้ต้นชิโซะออกดอกเร็ว

3. แสง LEDs สีขาวชะลอการออกดอกของต้นชิโซะ ส่วนแสง LEDs สีน้ำเงินทำให้ต้นชิโซะออกดอกเร็วที่สุด

4. เกษตรกรสามารถใช้ LEDs แสงสีขาวเสริมในการปลูกต้นชิโซะรวมเป็นจำนวนรับแสงไม่น้อยกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตใบได้นานและชะลอการออกดอก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคลัสเตอร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและขอขอบคุณ บริษัทฟาร์มเฟรช จำกัด ที่สนับสนุนต้นกล้าชิโซะ สำหรับการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

พูนภิภพ เกษมทรัพย์. 2556. สรีรวิทยาของการควบคุมการออกดอก. หนังสือโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิสอวน. สำนักพิมพ์บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด กรุงเทพมหานคร. 448 หน้า.

Dimita, R., S. Min Allah, A. Luvisi, D. Greco, L. De Bellis, R. Accogli, C. Mininni and C. Negro. 2022. Volatile compounds and total phenolic content of *Perilla frutescens* at microgreens and mature stages. Horticulturae 8: 71. https://www.mdpi.com/2311-7524/8/1/71

Dou, H.J, G.H. Niu, M.M. Gu and J.G. Masabni. 2017. Effects of light quality on growth and phytonutrient accumulation of herbs under controlled environments. Horticulturae 3: 36. https://www.mdpi.com/2311-7524/3/2/36

Downs, R. J. 1956. Photoreversibility of flower initiation. Plant Physiology 31: 279–284. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC540782/

Jacobs, W.P. 1982. Comparison of photoperiodic sensitivity of green-leafed and red leafed perilla. Plant Physiology 70: 303-306. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16662466/

Lee, Y.J. and C.M. Yang. 2009. Seasonal changes of growth and leaf peril aldehyde in *Perilla frutescens* (L.) Britton. Journal of Taiwan Agricultural Research 58: 114-124. https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Plantes-Medicinales-Aromatiques/FICHES_PLANTES/Perilla%20frutescens/Seasonal%20Changes%20of%20Growth%20and%20Leaf%20Perillaldehyde%20in%20Perilla%20frutescens.pdf

Sarkar, S., Y. Kiriiwa, M. Endo, T. Kobayashi and A. Nukaya. 2008. Effect of fertigation management and the composition of nutrient solution on the yield and quality of high soluble solid content tomatoes. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 77 (2): 143–149. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjshs1/77/2/77_2_143/_pdf.

SharathKumar, M., E. Heuvelink, L.F.M. Marcelis and W. van Leperen. 2021. Floral induction in the short-day plant chrysanthemum under blue and red extended long-days. Frontiers of Plant Science 11:610041. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.610041/full

Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology (4th edition). Sinaucer Associates, Inc., M.A., U.S.A.

Zhang S., J. Ma, H. Zou, L. Zhang, S. Li and Y. Wang. 2020. The combination of blue and red LED light improves growth and phenolic acid contents in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. Industrial Crops and Products 158. (2020) 112959. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669020308761