



วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj>



ผลกระทบของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของวาซาบิพันธุ์ดาร์มะ

Impacts of light Intensity on growth and development of wasabi 'Daruma'

ญาณิกา อุตระเพ็ญ¹, กนกวรรณ ปัญจะมา^{1,3}, ชัยอาทิตย์ อินคำ^{2,3} และ โสระยา ร่วมรังษี^{1,3*}

Yanika Utarapen¹, Kanokwan Punjama^{1,3}, Chaiartid Inkham^{2,3} and Soraya Ruamrungsri^{1,3*}

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

² สถาบันวิจัยพหุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

² Multidisciplinary Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

³ ศูนย์บริการการพัฒนายาพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.เชียงใหม่ 50230

³ H.M. The King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai 50230, Thailand

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ศึกษาผลของความเข้มแสงที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต ลักษณะทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบทางเคมีของวาซาบิ (*Eutrema japonicum*) พันธุ์ดาร์มะ ที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม ต้นกล้าวาซาบิปลูกภายใต้หลอดไฟไดโอดชนิดเปล่งแสง (light emitting diode: LED) ด้วยความเข้มแสง 4 ระดับ ได้แก่ 140, 90, 60 และ 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที บันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น (เซนติเมตร) ความยาวก้านใบ (เซนติเมตร) จำนวนใบ ความเขียวของใบ (SPAD unit) และพื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) เมื่อครบ 44 สัปดาห์หลังได้รับการรมวิธี บันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ การเปิด-ปิดปากใบ การคายน้ำ และการสังเคราะห์ด้วยแสง ข้อมูลด้านผลผลิต ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเหง้า ความยาวเหง้า และน้ำหนักสดของพืช และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง น้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และกลูโคซิโนเลต ผลการทดลองพบว่าในสภาพความเข้มแสงต่ำ 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งเสริมให้พืชมีการยืดยาวทางลำต้น ในขณะที่ความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ทำให้คุณภาพด้านผลผลิตที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษานี้ช่วยให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการปรับแสงให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของวาซาบิในโรงงานผลิตพืช

คำสำคัญ: การปลูกวาซาบิ; การสังเคราะห์ด้วยแสง; การเติบโตของพืช; การพร่างแสง; โรงงานผลิตพืช

ABSTRACT: This research studied the effects of different light intensities on the growth, physiological characteristics, and chemical composition of the Daruma variety wasabi (*Eutrema japonicum*) grown in an environmentally controlled plant factory. Wasabi seedlings were grown under light-emitting diode (LED) lights with four light intensity levels, i.e., 140, 90, 60, and 35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Growth data recorded included plant height (cm), petiole length (cm), leaf number, leaf greenness (SPAD unit) and leaf area (cm^2). At 44 weeks after treatment, physiological data such as stomatal conductance, transpiration, and photosynthesis were measured. Yield data included rhizome diameter, rhizome length, and total plant fresh weight. Chemical composition data included non-structural carbohydrates, reducing sugars, total nitrogen content, and glucosinolates. The results found that specify light intensity (35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) promoted stem elongation, whereas a light intensity of 140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ significantly improved the yield and quality of rhizome. This study provides valuable insights into optimizing light conditions for wasabi cultivation in a plant factory.

Keywords: wasabi cultivation; photosynthesis; plant growth; shading; plant factory

* Corresponding author: sorayaruumrung@gmail.com

Received: date; December 23, 2024 Revised: date; October 8, 2025

Accepted: date; October 8, 2025 Published: date; February 6, 2026

บทนำ

วาซาบิ (*Eutrema japonicum*) จัดเป็นพืชสมุนไพรที่สำคัญในวงศ์ Brassicaceae (Kang et al., 2017) มีถิ่นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่น ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องปรุงรสสำหรับรับประทานกับอาหารญี่ปุ่นหลายชนิด ลำต้นหรือเหง้ามีรสเผ็ดร้อน ซึ่งได้มาจากไอโซไทโอไซยาเนต (isothiocyanate, ITC) ที่ผลิตจากกลูโคซิโนเลต (glucosinolates, GSL) (Uto et al., 2012) วาซาบิเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีราคาสูง มีราคาระหว่าง 6,300-8,750 บาท/กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลผลิต (Corenthin, 2021) และเป็นพืชสมุนไพรที่มีความต้องการทางตลาดสูง มูลค่าในตลาดอุตสาหกรรมสมุนไพรและเครื่องเทศในประเทศญี่ปุ่น มีมูลค่าประมาณ 5.3 หมื่นล้านเยน หรือประมาณ 1.8 หมื่นล้านบาท โดยวาซาบิ คิดเป็นร้อยละ 40 ของส่วนแบ่งทางการตลาดทั้งหมด (สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ, 2560) อย่างไรก็ตามกลับพบปัญหาการขาดแคลนวาซาบิในประเทศญี่ปุ่น แม้จะมีหลายประเทศที่ผลิตวาซาบิ เช่น จีน เกาหลี นิวซีแลนด์ ไต้หวัน และอินโดนีเซีย แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดและยังพบปัญหาในด้านคุณภาพของผลผลิต เนื่องจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศที่จำกัด โดยเฉพาะปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโต คือ แสงและอุณหภูมิ จากการรายงานพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของวาซาบิอยู่ที่ 8-21 องศาเซลเซียส (Ruamrungsri et al., 2025)

วาซาบิส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำไหลผ่านและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีร่มเงาและความชื้นริมน้ำตกและลำธาร (Miles and Chadwick, 2008) การเจริญเติบโตและพัฒนาของต้นวาซาบิได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยความเข้มของแสงมีบทบาทสำคัญ แสงเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมสรีรวิทยาของพืช ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง สันฐานวิทยา และการผลิตสารทุติยภูมิ (Briggs et al., 2001) Schaffer and Gaye (1989) รายงานว่า ที่ความเข้มแสงต่างกันทำให้การเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาและสันฐานวิทยาแตกต่างกัน เช่นเดียวกับ Lee et al. (2008) รายงานว่า การพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ในโรงเรือนช่วยลดจำนวนใบ ความยาวก้านใบ และน้ำหนักรวมของต้นวาซาบิได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งบ่งชี้ว่าสภาพแสงที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเพิ่มผลผลิตสูงสุด อย่างไรก็ตาม แสงมากเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อพืชได้เช่นกัน ทำให้เกิดการยับยั้งแสงและการตอบสนองต่อความเครียด ซึ่งขัดขวางการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านโรงเรือนมีการพัฒนามากขึ้น มีการใช้โรงเรือนแบบปิดที่เรียกว่า โรงงานผลิตพืช (plant factory, PF) ร่วมกับการใช้หลอดไฟไดโอดชนิดเปล่งแสง (light emitting diode: LED) ทำให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมตามที่พืชต้องการเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพตามความต้องการของตลาด (Goto, 2012) การศึกษาเกี่ยวกับความเข้มแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในโรงงานผลิตพืชเริ่มมีการศึกษามากขึ้น Li et al. (2009) รายงานว่าการเพิ่มความเข้มแสงช่วยเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิและอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในผักโขม ที่ปลูกในโรงงานผลิตพืช เช่นเดียวกับ จริญญา และ อารักษ์ (2562) รายงานว่า การปลูกผักกาดหอมในระบบ PF ที่ควบคุมความเข้มแสง ช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิตมากกว่าการปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ รายงานเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงข้อดีของการผลิตพืชในโรงงานผลิตพืช คือสามารถผลิตพืชได้ในทุกพื้นที่แม้ว่าสภาพแวดล้อมจะไม่เหมาะสม โรงงานผลิตพืชจึงเป็นอีกทางเลือกสำหรับการปลูกวาซาบิในประเทศไทยเนื่องจากสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของความเข้มแสงที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของวาซาบิ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการปลูกวาซาบิในโรงงานผลิตพืชต่อไป

วิธีการศึกษา

การทดลองการให้ความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของวาซาบิพันธุ์ ‘ดาร์มะ’ เริ่มการทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคม 2566 ถึง พฤษภาคม 2567 ที่ศูนย์บริการการพัฒนากายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.หางดง จ.เชียงใหม่

คัดเลือกต้นวาซาบิพันธุ์ดาร์มะ ที่ได้จากการเพาะเมล็ดอายุ 2 เดือน มีความสูงต้น 10 ± 2 เซนติเมตร และจำนวนใบ 1 ± 2 ใบ ปลูกลงกระถางพลาสติกขนาด 8 นิ้ว โดยใช้วัสดุผสม ได้แก่ ขุยมะพร้าว:กลบดิน ในอัตราส่วน 1:3 โดยปริมาตร ภายใต้โรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิ โดยมีอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 18 ± 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกกลางคืนเฉลี่ย 16 ± 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84 ± 5 เปอร์เซ็นต์ ได้รับแสงที่ 12 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 07:00-19:00 น. ภายใต้หลอดไฟไดโอดชนิดเปล่งแสง (LED) สีขาว เป็น

เวลานาน 10 เดือน โดยทำการศึกษาความเข้มแสง 4 ระดับ ได้แก่ 140, 90, 60 และ 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ให้สารละลายธาตุอาหารสูตร CMU#2 ที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) 1.8-2.0 เดซิซีเมนส์/เมตร และค่า pH อยู่ที่ 5.8-6.3 (โสระยา, 2548) วันเว้นวันและรดน้ำทุกวันยกเว้นวันให้สารละลายธาตุอาหาร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 6 ซ้ำ (ต้น)

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น (เซนติเมตร) ความยาวก้านใบ (เซนติเมตร) จำนวนใบ พื้นที่ใบ และความเขียวของใบ โดยใช้เครื่องวัดค่าความเขียวของใบ (SPAD 502 Plus, Konica Minolta) บันทึกข้อมูลที่ 4, 16, 30 และ 44 สัปดาห์หลังได้รับกรรมวิธี

เมื่อครบ 44 สัปดาห์หลังได้รับกรรมวิธีบันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยา ได้แก่ การเปิด-ปิดปากใบ การคายน้ำ และการสังเคราะห์ด้วยแสงบริเวณใบด้วยเครื่องวัดการสังเคราะห์ด้วยแสง (LCpro-SD, ADC BioScientific) โดยวัดที่เวลา 10.00-11.00 น. ที่ตำแหน่งใบที่ 3 นับจากยอด ข้อมูลด้านผลผลิต ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเหง้า ความยาวเหง้า และน้ำหนักสดของพืช และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยใช้วิธี Nelson's reducing sugar (Hodge and Hofferter, 1962) ปริมาณไนโตรเจน โดยใช้วิธี Nitrogen combustion (Matejovic, 1995) และกลูโคซิโนเลต โดยใช้วิธี Gas chromatography-mass spectrometric (VanEtten et al., 1976)

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS statistics version 26 และเปรียบเทียบความต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

ผลการศึกษา

การปลูกวาซาบิที่ความเข้มแสงต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกระยะการเจริญเติบโต (4, 16, 30 และ 44 สัปดาห์หลังได้รับกรรมวิธี) จาก Table 1 แสดงให้เห็นว่าการปลูกต้นวาซาบิภายใต้ความเข้มแสงต่ำ 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในทุกระยะเมื่อเทียบกับความเข้มแสงที่สูงกว่า ในสัปดาห์ที่ 44 หลังได้รับกรรมวิธีพบว่า วาซาบิที่ได้รับความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที มีความสูงต้นเฉลี่ย 36.33 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 Plant height of wasabi 'Daruma' under different light intensity at 4 stages of growth (4, 16, 30 and 44 weeks after treatment; WAT)

Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Plant height (cm)			
	4 WAT	16 WAT	30 WAT	44 WAT
140	13.33 c	14.72 c	20.43 c	24..33 b
90	14.75 b	17.77 b	23.91 b	25.91 b
60	14.50 b	17.47 b	24.16 b	31.16 b
35	16.83 a	20.58 a	27.33 a	36.33 a
DMRT _{0.05}	*	*	*	*
C.V. (%)	14.02	18.26	11.49	20.21

* = within the same column followed by different letters indicate significant differences between treatments according to Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$)

ผลของความเข้มแสงต่อความยาวก้านใบ พบว่าความยาวก้านใบสูงสุดเมื่อได้รับความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 12.16 เซนติเมตร เมื่ออายุ 4 สัปดาห์หลังได้รับการวิธี ในขณะที่ความยาวก้านใบต่ำสุดเมื่อได้รับความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที (9.50 เซนติเมตร) และแนวโน้มการเจริญเติบโตเป็นเช่นเดียวกันจนถึง 44 สัปดาห์หลังได้รับการวิธี โดยความยาวก้านใบที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการที่ได้รับความเข้มแสงที่ต่ำ (Table 2)

Table 2 Petiole length of wasabi ‘Daruma’ under different light intensity at 4 stages of growth (4, 16, 30 and 44 weeks after treatment; WAT)

Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Petiole length (cm)			
	4 WAT	16 WAT	30 WAT	44 WAT
140	9.50 c	12.72 c	17.40 c	18.00 b
90	10.56 b	14.77 b	19.48 b	20.58 b
60	11.25 b	15.26 b	22.86 b	24.50 b
35	12.16 a	18.40 a	25.93 a	29.38 a
DMRT _{0.05}	*	*	*	*
C.V. (%)	15.42	19.56	13.38	23.61

* = within the same column followed by different letters indicate significant differences between treatments according to Duncan’s multiple range test ($P \leq 0.05$)

ความเข้มแสงส่งผลต่อจำนวนใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 4 และ 44 สัปดาห์หลังได้รับการวิธี จาก Table 3 เห็นได้ว่าที่ 4 สัปดาห์หลังได้รับการวิธี พืชที่ได้รับความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที มีจำนวนใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 3.76 ใบ/ต้น ในขณะที่พืชที่ได้รับความเข้มแสง 90 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งผลให้มีจำนวนใบมากที่สุด 6.27 ใบ/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพืชที่ได้รับความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที 5.86 ใบ/ต้น และเมื่อถึง 44 สัปดาห์หลังได้รับการวิธี พบว่าที่ความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งผลให้มีจำนวนใบมากที่สุด 23.67 ใบ/ต้น และพืชที่ได้รับความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที มีจำนวนใบน้อยที่สุด 17.50 ใบ/ต้น

Table 3 Leaf number of wasabi ‘Daruma’ under different light intensity at 4 stages of growth (4, 16, 30 and 44 weeks after treatment; WAT)

Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Leaf number			
	4 WAT	16 WAT	30 WAT	44 WAT
140	5.86 ab	7.83	13.83	23.67 a
90	6.27 a	8.16	15.66	19.16 b
60	4.50 b	6.83	13.50	18.66 b
35	3.76 c	6.33	11.83	17.50 b
DMRT _{0.05}	*	ns	ns	*
C.V. (%)	23.15	19.10	22.40	24.77

* = within the same column followed by different letters indicate significant differences between treatments according to Duncan’s multiple range test ($P \leq 0.05$) ns = not significantly different between treatments

ความเขียวของใบได้รับอิทธิพลมาจากความเข้มแสงอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของวาซาบิ จากผลการทดลองพบว่าความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งผลให้มีความเขียวของใบสูงขึ้น ในทางกลับกันเมื่อความเข้มแสงสูงขึ้นกลับทำให้สีใบอ่อนลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4)

Table 4 Leaf greenness of wasabi ‘Daruma’ under different light intensity at 4 stages of growth (4, 16, 30 and 44 weeks after treatment; WAT)

Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Leaf greenness (SPAD Unit)			
	4 WAT	16 WAT	30 WAT	44 WAT
140	19.91 c	22.13 c	27.53 d	32.46 b
90	25.79 b	28.28 b	29.12 c	36.65 b
60	26.26 b	29.65 b	31.15 b	35.41 b
35	27.06 a	32.23 a	34.31 a	40.98 a
DMRT _{0.05}	*	*	*	*
C.V. (%)	23.65	13.21	14.40	9.98

* = within the same column followed by different letters indicate significant differences between treatments according to Duncan’s multiple range test ($P \leq 0.05$)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาของวาซาบิได้แก่ การเปิด-ปิดปากใบ การคายน้ำ และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อ 44 สัปดาห์หลังได้รับการวิธี พบว่าที่ความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ทำให้มีค่าการเปิด-ปิดปากใบ การคายน้ำ และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด โดยมีค่าอยู่ที่ 0.06, 1.15 และ 3.17 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ตามลำดับ จาก Table 5 แสดงให้เห็นว่าความเข้มแสงที่สูงขึ้นส่งผลให้การเปิด-ปิดปากใบ การคายน้ำ และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงตาม

Table 5 Physiological parameters of wasabi ‘Daruma’ under different light intensity at 44 WAT

Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Stomatal conductance ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Transpiration rate ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Photosynthetic rate ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)
140	0.06 a	1.15 a	3.17 a
90	0.05 a	1.06 a	2.70 a
60	0.05 a	0.75 b	1.74 b
35	0.03 b	0.42 b	1.11 c
DMRT _{0.05}	*	*	*
C.V. (%)	28.56	37.69	39.67

* = within the same column followed by different letters indicate significant differences between treatments according to Duncan’s multiple range test ($P \leq 0.05$) ns = not significantly different between treatments

นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มแสงที่ส่งผลต่อผลผลิตของวาซาบิ ได้แก่ พื้นที่ใบ เส้นรอบวงเหง้า ความยาวเหง้า และน้ำหนักสดของพืช จากผลการทดลองพบว่า ที่ 44 สัปดาห์หลังได้รับการวิธีความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งผลให้มีขนาดใบใหญ่สุด 93.31 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่เมื่อวาซาบิได้รับความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งผลให้มีความยาวของ

เหง้าสูงเฉลี่ย 4.83 เซนติเมตร แต่ไม่ส่งผลต่อเส้นรอบวงเหง้า อย่างไรก็ตามที่ความเข้มแสงสูง (140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที) มีแนวโน้มเส้นรอบวงเหง้าสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ เช่นเดียวกับน้ำหนักสดรวมของพืชพบว่าภายใต้ความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที พืชมีน้ำหนักสดสูงถึง 110.56 กรัม (Table 6, Figure 1)

Table 6 Yield of wasabi ‘Daruma’ under different light intensity at 44 WAT

Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Leaf area index (cm^2)	Rhizome diameter (cm)	Rhizome length (cm)	Total plant fresh weight (g)
140	67.81 d	6.67	4.83 a	110.56 a
90	71.19 c	5.43	3.23 b	76.90 b
60	90.17 b	6.67	3.67 ab	87.16 ab
35	93.31 a	5.50	3.43 b	73.43 b
DMRT _{0.05}	*	ns	*	*
C.V. (%)	14.57	18.32	23.33	42.29

* = within the same column followed by different letters indicate significant differences between treatments according to Duncan’s multiple range test ($P \leq 0.05$) ns = not significantly different between treatments

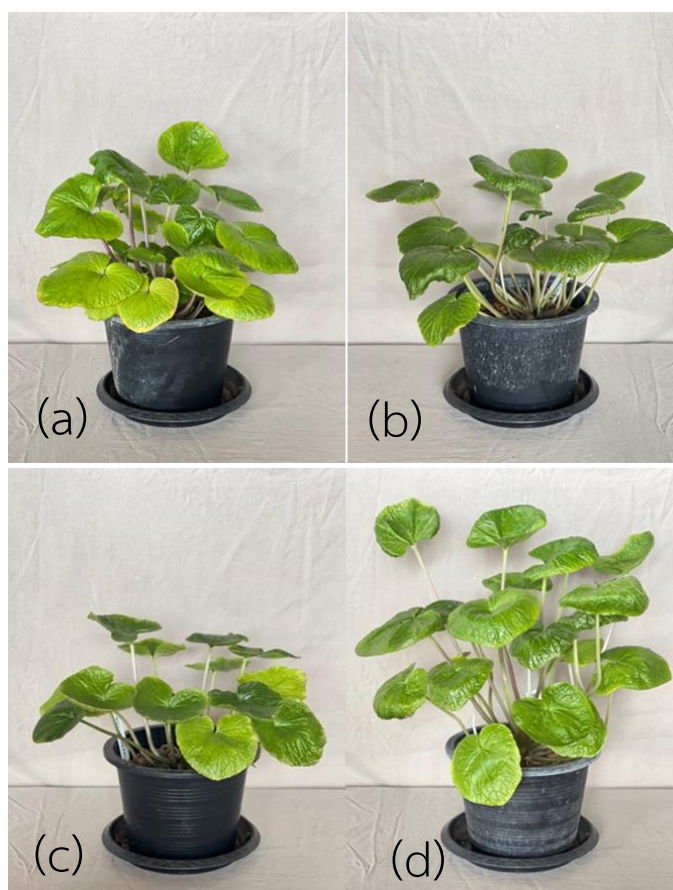


Figure 1 Wasabi ‘Daruma’ growth characteristics at the 44 weeks after treatment under light intensities at 140 (a), 90 (b), 60 (c), and 35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (d),

ผลของความเข้มแสงต่อองค์ประกอบทางเคมีของเหง้าวาซาบิ ได้แก่ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง น้ำตาลรีดิวซ์ ไนโตรเจนทั้งหมด และ 2-โพรพินิลกลูโคซิโนเลต พบว่า เมื่อ 44 สัปดาห์หลังได้รับการวิธี ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง น้ำตาลรีดิวซ์ และไนโตรเจนทั้งหมด สูงสุดในพืชที่ได้รับความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที โดยมีค่า 223.44 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง 152.38 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง และ 3.41 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในขณะที่ 2-โพรพินิลกลูโคซิโนเลต ซึ่งเป็นสารประกอบที่สำคัญในวาซาบิ ไม่มีความแตกต่างกัน (Table 7)

Table 7 Chemical parameters of wasabi ‘Daruma’ in rhizome under different light intensity at 44 WAT

Light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Total nonstructural carbohydrate (mg/gDW)	Reducing sugar (mg/gDW)	Total nitrogen content (%DW)	2-propenyl- glucosinolate (mg/gDW)
140	86.57 c	116.23 b	2.29 ab	29.06
90	160.09 ab	128.29 ab	3.13 ab	24.42
60	124.42 bc	112.63 b	1.87 b	28.06
35	223.44 a	152.38 a	3.41 a	21.78
DMRT _{0.05}	*	*	*	ns
C.V. (%)	41.07	19.95	35.36	26.10

* = within the same column followed by different letters indicate significant differences between treatments according to Duncan’s multiple range test ($P \leq 0.05$) ns = not significantly different between treatments

วิจารณ์

ความเข้มแสงส่งผลต่อสัณฐานวิทยาของพืชอย่างมาก โดยเฉพาะความสูงของต้น ความยาวก้านใบ และจำนวนใบ พืชที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ทำให้วาซาบิมีความสูงเฉลี่ยมากกว่า และก้านใบที่ยาวกว่าในทุกระยะการเจริญเติบโต การยืดยาวของก้านใบเป็นการตอบสนองของพืชในการหลีกเลี่ยงร่มเงา ช่วยให้พืชสามารถยึดลำต้นและก้านใบได้เพื่อปรับการรับแสงให้เหมาะสมที่สุดในสภาพแสงน้อย การยืดตัวเข้าหาแสงของพืชเกี่ยวข้องกับการทำงานของฮอร์โมนภายในพืช โดยเฉพาะออกซินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีส่วนช่วยเร่งการเจริญเติบโต มีผลกระทบต่อการขยายขนาดและการยืดตัวของเซลล์ (दनय, 2539) นอกจากนี้ สาริตรี และคณะ (2558) รายงานว่าการพรางแสงส่งเสริมการสร้างการทำงานของออกซินและจิบเบอเรลลินในพริก (*Capsicum frutescens* L.) ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงทำให้พืชมีการยืดยาวของลำต้นมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม พืชที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสงที่สูงขึ้น 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ทำให้พืชมีรูปทรงที่กะทัดรัดมากขึ้น โดยมีความยาวก้านใบที่สั้นลงและความสูงที่ลดลง การเพิ่มขึ้นของความเข้มแสงนี้สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิบริเวณทรงพุ่ม (canopy temperature) ซึ่งอาจส่งผลต่อความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืน (day–night temperature difference, DIF) งานวิจัยของ Erwin et al. (1989) รายงานว่าในสภาวะที่อุณหภูมิกลางคืนสูงกว่ากลางวัน (negative DIF) การยืดยาวของข้อปล้องจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างช่วงเวลาในวันมีผลต่อการสังเคราะห์และการเคลื่อนย้ายของฮอร์โมนออกซิน ไปยังบริเวณข้อปล้อง ซึ่งเป็นฮอร์โมนหลักที่ควบคุมการยืดยาวของเซลล์ (Kozai et al., 2006) ดังนั้น หากการปลูกภายใต้ความเข้มแสงสูงทำให้อุณหภูมิช่วงกลางวันเพิ่มขึ้นจนเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ชัดเจน อาจมีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับออกซิน ส่งผลให้การยืดยาวของลำต้นลดลง นอกจากนี้ความเข้มแสงที่สูงขึ้น 90 และ 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ยังส่งเสริมให้จำนวนใบเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการปรับตัวของพืชช่วยเพิ่มความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงภายใต้แสงที่เพียงพอ Tanaka et al. (2008) รายงานว่าความเข้มแสงสูง (110-150 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที) ช่วยให้จำนวนใบของวาซาบิมากขึ้น ในทางกลับกันพบว่าจำนวนใบลดลงเมื่อได้รับความเข้มแสงต่ำ Lee et al. (2008) รายงานว่า การพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ในโรงเรือนช่วยลดจำนวนใบและความยาวก้านใบ ของต้นวาซาบิได้อย่างมี

นัยสำคัญ เมื่อวัดความเข้มสีใบพืชที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที จะมีใบสีเขียวเข้มและมีค่าความเขียวของใบสูงขึ้น ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่าพืชมีการผลิตคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น เมื่อพืชอยู่ในสภาพที่มีแสงจำกัดจะเพิ่มการสร้างคลอโรฟิลล์เพื่อดูดซับแสงให้ได้มากที่สุด (दनय, 2539) ในทางตรงกันข้ามพืชที่ได้รับความเข้มแสงสูงขึ้นค่าความเขียวของใบลดลง ใบมีสีเขียวอ่อน-เหลือง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์หรือความต้องการคลอโรฟิลล์ลดลงเมื่อมีแสงมาก การศึกษาเกี่ยวกับความเข้มแสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของวาซาบิมีค่อนข้างจำกัด แต่มีการรายงานว่าจุดอิ่มตัวของแสงในวาซาบิคือ 500 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที (Douglas and Follett, 1992)

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มความเข้มแสงเพิ่มประสิทธิภาพในแลกเปลี่ยนก๊าซและการสังเคราะห์ด้วยแสง ในขณะที่สภาพความเข้มแสงต่ำ 60 และ 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที พบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง เนื่องจากการดูดซับแสงที่จำกัด ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ว่าการได้รับแสงที่ไม่เพียงพอทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (Zhou et al., 2022)

ความเข้มแสงมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อลักษณะของผลผลิต เช่น พื้นที่ใบ ความยาวเหง้า และน้ำหนักสดของพืช พืชที่ปลูกภายใต้ความเข้มแสง 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที แสดงให้เห็นถึงความยาวเหง้าที่ยาวที่สุดและน้ำหนักสดสูงสุด ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Tanaka (2008) รายงานว่าในช่วงความเข้มแสงสูง 110-150 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที ส่งเสริมให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นวาซาบิสูงกว่ากรรมวิธีที่ได้รับความเข้มแสงต่ำ (60 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที) ในทางกลับกันพื้นที่ใบตอบสนองต่อความเข้มแสงที่ต่ำ 60 และ 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที เพื่อรับพลังงานแสงให้ได้มากขึ้นในสภาวะที่มีแสงน้อย Fitter and Hay (1987) ได้อธิบายว่าเมื่อพืชอยู่ในสภาพที่ความเข้มแสงต่ำกว่าจุดอิ่มตัวของการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะมีการปรับตัวโดยการเพิ่มพื้นที่ใบ เพื่อลดอัตราการหายใจให้น้อยกว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่นเดียวกับ สนั่น และ ปวิณ (2523) ได้รายงานว่หากพืชได้รับแสงไม่เพียงพอจะทำให้ลำต้นยืดยาวและใบขยายใหญ่

โดยทั่วไปความเข้มแสงจะเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างสารกลูโคซิโนเลตในพืชวงศ์ Brassicaceae ในทางกลับกันจากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าความเข้มแสงไม่ได้ส่งผลต่อการสะสมของสารกลูโคซิโนเลต ซึ่งอาจเป็นผลมาจากในวาซาบิมีกลไกการควบคุมที่จำเพาะ อย่างไรก็ตามปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง น้ำตาลรีดิวซ์ และไนโตรเจน ในวาซาบิมีความสัมพันธ์กันกับความเข้มแสง โดยพบสูงสุดที่ความเข้มแสง 35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่แสดงให้เห็นว่าพืชจะมีการสะสมอาหารเมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม (Oliveira et al., 2023)

สรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าความเข้มแสงต่ำ (35 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที) ทำให้ต้นวาซาบิยืดยาว เนื่องจากส่งเสริมการยืดตัวเข้าหาแสง แต่กลับได้ผลผลิตที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการใช้ความเข้มแสงสูงเฉลี่ย 140 ไมโครโมล/ตารางเมตร/วินาที จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกวาซาบิในระบบโรงงานผลิตพืช ทำให้ได้ผลผลิตที่มีความยาวของเหง้ามากกว่า แต่พบว่ามีปริมาณสารเฝ็ดไม่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่น จากผลการวิจัยทั้งหมดชี้ให้เห็นว่าการปรับสภาพแสงให้เหมาะสมจะช่วยเพิ่มคุณภาพและผลผลิต ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อพืชอื่น ๆ ที่ต้องการความเข้มแสงคล้ายกันในโรงงานผลิตพืช

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมโครงการการผลิตวาซาบิในโรงงานผลิตพืช ภายใต้แผนงานกระบวนการทางชีวภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าสารสกัดมูลค่าสูงจากพืชและสัตว์เศรษฐกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่สนับสนุนสถานที่ทำการทดลอง ขอขอบคุณ คุณโชคชัย ธนเมธี ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านเทคนิคการใช้หลอดไฟแอลอีดี

เอกสารอ้างอิง

- จริญญา ฤทธิรัมย์ และอารักษ์ ชีระอำพน. 2562. ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์ แพคทอรี. แก่นเกษตร 47: 1243-1250.
- ดนัย บุญเกียรติ. 2539. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สนั่น ขำเลิศ และปวิณ ปุณศรี. 2523. การศึกษาการงอกของเมล็ดพืชในตระกูล guttiferæ บางชนิด. รายงานค้นคว้าวิจัย 2520-2521. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สาวิตรี มังกรแก้ว, พิจิตรา แก้วสอน, ปริญญช จุลกะ และปิยะณัฐ ฝกามาศ. 2558. ผลของการพรางแสงและระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเมล็ดพริกขี้หนูพันธุ์ห้วยสีทน ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 46: 769-772.
- สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ. 2560. ตลาดสมุนไพรและเครื่องเทศในประเทศไทยปี. แหล่งข้อมูล: https://www.ditp.go.th/contents_attach/161841/161841.pd. ค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2567.
- โสระยา ร่วมรังษี. 2548. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Briggs, W. R., C. F. Beck, A. R. Cashmore, J. M. Christie, J. Hughes, J. A. Jarillo, T. Kagawa, H. Kanegae, E. Liscum, A. Nagatani, K. Okada, M. Salomon, W. Rüdiger, T. Sakai, M. Takano, M. Wada, and J. C. Watson. 2001. The phototropin family of photoreceptors. The Plant Cell. 13: 993-997.
- Corenthin, C. 2021. Growing wasabi in a freestanding greenhouse. Available: <https://hortigeneration.com/growing-wasabi-in-a-tunnel-greenhouse/>. Accessed Feb.12, 2024.
- Douglas, J. A., and J. M. Follett. 1992. Initial research on the production of water-grown wasabi in the Waikato. pp. 57-60. In: Proceedings of 22nd Agronomy Society Conference, Lincoln, Canterbury.
- Erwin, J. E., R. D. Heins, and M. G. Karlsson. 1989. Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum*. American Journal of Botany. 76: 47-52.
- Fitter, A. H., and R. K. M. Hay. 1987. Environmental Physiology of Plants. 2nd ed. Academic Press, London.
- Goto, E. 2012. Plant production in a closed plant factory with artificial lighting. Acta Horticulturae. 956: 37-49.
- Hodge, J. E., and B. T. Hofreiter. 1962. Determination of reducing sugars and carbohydrates. pp. 380-394. Whistler, R.L. and M.L. Wolfrom (eds.). Methods in Carbohydrate Chemistry. Academic Press, NY.
- Kang, J., S. Choi, J. Jang, P. Ramalingam, Y. T. Ko, S. Y. Kim, and S. H. Oh. 2017. *Wasabia japonica* is a potential functional food to prevent colitis via inhibiting the NF-KB signaling pathway. Food Function. 8: 2865-2874.
- Kozai, T., G. Niu, and M. Takagaki. 2019. Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production. Academic press, NY.
- Lee, J., T. Nasangargale, K. Choi, and Y. Lee. 2008. Effects of shading on photosynthetic response and growth characteristics in hydroponics for wasabi leaf production. Journal of Bio-Environment Control. 17: 9-13.
- Li, Q., and C. Kubota. 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of Baby Leaf Lettuce. Environmental and Experimental Botany. 67: 59-64.
- Matejovic, I. 1995. Total nitrogen in plant material determined by means of dry combustion: A possible alternative to determination by Kjeldahl digestion. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 26: 2217- 2229.
- Miles, C., and C. Chadwick. 2008. Growing Wasabi in the Pacific Northwest Farming the Northwest. Extension Publication PNW0605. Washington State University, Washington.

- Oliveira, T. J. S. S., C. E. da Silva Oliveira, A. Jalal, I. M. B. Gato, K. Rauf, V. de Almeida Moreira, B. H. de Lima, L. S. Vitoria, V. M. Giolo, and M. C. M. Teixeira Filho. 2023. Inoculation reduces nitrate accumulation and increases growth and nutrient accumulation in hydroponic arugula. *Scientia Horticulturae*. 320: doi: 10.1016/j.scienta.2023.112213.
- Ruamrungsri, S., Y. Utrapen, S. Tateing, K. Panjama, and C. Inkham. 2025. Impact of LED combinations and light intensity on growth and yields of wasabi. *Horticulturae* 11: 3.
- Schaffer, B., and G. O. Gaye. 1989. Gas exchange, chlorophyll and nitrogen content of mango leaves as influenced by light environment. *HortScience*. 24: 507-509.
- Tanaka, I., Y. Funahashi, and T. Shimazu. 2008. Study on cultivation of Japanese horseradish (*Wasabia japonica* Matsum.) using artificial light. *Eco-Engineering*. 20: 119-124.
- Uto, T., D. Hou, O. Morinaga, and Y. Shoyama. 2012. Molecular mechanisms underlying anti-inflammatory actions of 6-(methylsulfinyl) hexyl isothiocyanate derived from wasabi (*Wasabia japonica*). *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*. 2012: doi:10.1155/2012/614046.
- VanEtten, C. H., M. E. Daxenbichler, P. H. Williams, and W. F. Kwolek. 1976. Glucosinolates and derived products in cruciferous vegetables. Analysis of the edible part from twenty-two varieties of cabbage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 24: 452-455.
- Zhou, J., P. Li, and J. Wang. 2022. Effects of light intensity and temperature on the photosynthesis characteristics and yield of lettuce. *Horticulturae*. 8: 178.