วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมการเกษตร
Agricultural Science and Innovations Journal
ปีที่ 56 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2568 | Vol.56 No.3 September-December 2025

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/ASJ

ผลของความยาวช่วงแสงต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของว่านนางคุ้ม

Effect of photoperiod on flowering and growth of *Proiphys amboinensis* (L.) Herb

หงส์ชัย พงษ์ขาว[1]
Hongchai Pongkaw[1]
รุ่งนภา ช่างเจรจา[1,2,*]
Rungnapa Changjeraja[1,2,*]

[1] *คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000*
[2] *สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000*
[1] *Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000*
[2] *Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000*

**Corresponding author: changjeraja@rmutl.ac.th*

ประวัติบทความ

รับเรื่อง: 10 กันยายน 2567
ปรับแก้ไข: 20 ธันวาคม 2567
รับตีพิมพ์: 9 มกราคม 2568

คำสำคัญ

ว่านนางคุ้ม
ความยาวช่วงแสง
การออกดอก
การเจริญเติบโต

Article History

Received: 10 September 2024
Revised: 20 December 2024
Accepted: 9 January 2025

Keywords

Cardwell Lily
Photoperiod length
Flowering
Growth

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: ว่านนางคุ้มเป็นพืชในวงศ์ Amaryllidaceae เป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถางที่มีมูลค่าการส่งออกสูง แต่มีข้อจำกัด คือ ออกดอกไม่สม่ำเสมอ ช่อดอกสั้น ใบจำนวนน้อย และขนาดใบเล็ก ทั้งนี้ การเจริญเติบโตและการออกดอกของว่านนางคุ้มสามารถควบคุมด้วยการให้ความยาวช่วงแสงที่เหมาะสม การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเพิ่มช่วงแสงต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของว่านนางคุ้ม

วิธีดำเนินการวิจัย: แผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ประกอบด้วย 3 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 10 ซ้ำ โดยปลูกทดลองว่านนางคุ้มในโรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำร้อยละ 50 โดยให้แสงตามธรรมชาติ 12 ชั่วโมง (ทรีตเมนต์ที่ 1) และให้แสงเพิ่มจากธรรมชาติอีก 4 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 3.00–7.00 น. (ทรีตเมนต์ที่ 2) และให้แสงเพิ่ม 6 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 1.00–7.00 น. (ทรีตเมนต์ที่ 3) บันทึกข้อมูลการออกดอกหลังปลูก 40 วัน และข้อมูลการเจริญเติบโตของใบหลังปลูก 90 วัน

ผลการวิจัย: การเพิ่มแสงธรรมชาติอีก 6 ชั่วโมง (ทรีตเมนต์ที่ 3) ส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นสูงสุด 3.80 ใบ ความเขียวใบ 37.86 SPAD unit ออกดอกร้อยละ 30 และคุณภาพดอกดีที่สุด โดยเฉลี่ยความยาวก้านดอก 43.40 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.28 เซนติเมตร ความกว้างดอกย่อย 5.50 เซนติเมตร และความยาวก้านดอกย่อย 2.50 เซนติเมตร

สรุป: การเพิ่มแสงจากธรรมชาติ 6 ชั่วโมงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตทางใบและให้คุณภาพดอกดีที่สุด เหมาะเป็นแนวทางเพิ่มศักยภาพการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ

การอ้างอิง

หงส์ชัย พงษ์ขาว และ รุ่งนภา ช่างเจรจา. 2568. ผลของความยาวช่วงแสงต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของว่านนางคุ้ม. ว. วิทย. นวัต. กษ. 56(3): 172–181.

How to cite

Pongkaw, H. and R. Changjeraja. 2025. Effect of photoperiod on flowering and growth of *Proiphys amboinensis* (L.) Herb. Agric. Sci. Innov. J. 56(3): 172–181.

Abstract

Background and Objective: The Cardwell Lily (*Proiphys amboinensis*), belonging to the family Amaryllidaceae, is a high-value export crop. Its attractive leaves and flowers make it suitable for both cut flowers and potted ornamental plants. However, cultivation challenges include inconsistent flowering, short flower stalks, limited leaf number, and small leaf size. Photoperiod manipulation has been widely applied to regulate plant growth and flowering. This study aims to evaluate the effects of photoperiod on the flowering and development of the Cardwell Lily.

Methodology: A completely randomized design experiment of 3 treatments with 10 replicates was conducted using 50% black shade nets. In treatment 1, plants were exposed to natural light for 12 hours. Treatments 2 and 3 received additional light beyond the natural photoperiod for 4 hours (3:00–7:00 AM) and 6 hours (1:00–7:00 AM), respectively. Data on flowering were recorded 40 days after planting, while growth data on leaves were recorded 90 days after planting.

Main Results: The addition of 6 hours of natural light resulted in the highest number of leaves per plant, averaging 3.80. Leaf greenness was 37.86 SPAD units, and 30% of the plants flowered. The flower quality was also the best, with an average flower stalk length of 43.40 cm, a diameter of 1.28 cm, a floret width of 5.50 cm, and a floret pedicel length of 2.50 cm.

Conclusions: The addition of 6 hours of natural light promotes leaf growth and results in the best flower quality, making it a viable strategy to enhance the production potential of ornamental flowers.

บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตไม้ดอกไม้ประดับที่สำคัญประเทศหนึ่งของโลก เนื่องจากได้เปรียบทางสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ รวมถึงข้อมูลและเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการผลิต ในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกไม้ดอกไม้ประดับอันดับที่ 3 ของเอเชีย และอันดับที่ 11 ของโลก โดยประเทศไทยส่งออกไม้ดอกไม้ประดับและพันธุ์ไม้สู่ตลาดโลกมูลค่า 132.5 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (Department of Trade Negotiations, 2021) โดยในปี พ.ศ. 2561 พืชวงศ์ Amaryllidaceae มีมูลค่าการส่งออกมากถึง 20 ล้านบาท (Kittithanawat, 2020)

ว่านนางคุ้มมีชื่อสามัญ คือ Cardwell Lily หรือ Northern Christmas Lily และมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Proiphys amboinensis* (L.) Herb. จัดอยู่ในวงศ์ Amaryllidaceae เป็นไม้ดอกประเภทหัวเขตร้อนชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นไม้กระถางในประเทศไทย (Suttikul, 2000) สามารถปลูกว่านนางคุ้มได้ในบริเวณพื้นที่สูงที่มีอุณหภูมิต่ำของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แต่ปริมาณที่ปลูกได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ (Kittithanawat, 2020) เนื่องจากว่านนางคุ้มเป็นพืชที่มีใบและดอกสวยงาม ดอกบานติดกับต้นทนนาน ก้านช่อดอกยาวตรงและแข็งแรง ดอกมีสีขาว นอกจากใช้เป็นไม้ประดับแล้วยังใช้เป็นไม้ตัดดอกได้ (Suttikul, 2000) ว่านนางคุ้มมีหัวแบบบัลบ์ (Bulb) วงจรการเจริญเติบโตเริ่มจากการแทงช่อดอกในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม จากนั้นเป็นการเจริญเติบโตของใบในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน และเป็นช่วงที่หัวเข้าสู่ระยะพักตัวจนถึงเดือนมีนาคม (Puangkaew and Suwanthada, 2000) ปัจจุบันว่านนางคุ้มยังไม่ได้เป็นที่รู้จักในวงกว้าง จึงมีข้อมูล

ในการใช้ประโยชน์และมูลค่าทางเศรษฐกิจของว่านนางคุ้มอย่างจำกัด

ปัจจัยภายนอกที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของไม้ดอกประเภทหัวเขตร้อน คือ ความเข้มแสง (Light intensity) เนื่องด้วยแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงใช้เป็นพลังงาน ทั้งนี้ พืชแต่ละชนิดต้องการความเข้มแสงที่เหมาะสมแตกต่างกัน (Supson, 1998) โดย Thummasanit *et al.* (1997) รายงานว่า ความเข้มแสงที่ 6,000 ลักซ์ เหมาะสมสำหรับการผลิตต้นหงส์เหิน ทำให้ต้นหงส์เหินมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพของดอกที่ดี เช่นเดียวกับความยาวันหรือความยาวช่วงแสง (Photoperiod) ที่มีผลต่อการเจริญและการออกดอกของไม้ดอกหลายชนิด ที่กำหนดให้การออกดอกของไม้ดอกเร็วหรือช้าตามความต้องการของผู้ผลิตได้ โดยพืชแต่ละชนิดต้องการความยาวช่วงแสง เพื่อชักนำการออกดอกที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแยกกลุ่มพืชตามการตอบสนองต่อช่วงแสงเพื่อการออกดอกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) พืชวันสั้น (Short-day plant) จะออกดอกได้เมื่อได้รับความยาววันสั้นกว่าวันวิกฤต หรือความยาววันน้อยกว่า 12 ชั่วโมง เช่น เบญจมาศ เป็นต้น (2) พืชวันยาว (Long-day plant) จะออกดอกได้เมื่อได้รับความยาววันยาวกว่าวันวิกฤต หรือความยาววันมากกว่า 12 ชั่วโมง เช่น คาร์เนชั่น เป็นต้น และ (3) พืชไม่ไวแสง (Day neutral plant) ที่ความยาวช่วงแสงไม่มีผลต่อการสร้างตาดอกของพืช (Bunyakiat, 2001)

ผลของความยาวช่วงแสงต่อการออกดอกนอกฤดูของปทุมมาโดยใช้ระบบไฟที่เปิด-ปิดสลับทุก 15 นาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมงในช่วงกลางคืน มีแนวโน้มที่จะเพิ่มการออกดอกได้ดีกว่าการปลูกในสภาพแสงธรรมชาติ (Payakaihapon and Ruamrungsri, 2006) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ SharathKumar *et al.* (2021) ที่รายงานว่า การให้สภาพวันยาวกับเบญจมาศ (*C. morifolium* cv. Radost) สามารถเกิดตาดอกได้ แต่ตาดอกนั้นไม่สามารถพัฒนาไปจนถึงระยะที่ดอกบานได้ อย่างไรก็ตาม การให้แสง 13 ชั่วโมงต่อวัน ในช่วงฤดูปลูกเบญจมาศ ส่งผลให้เกิดการชักนำตาดอกและพัฒนาไปเป็นดอกที่สมบูรณ์ได้ (Suranapornchai *et al.*, 2023) นอกจากนี้ การศึกษาความยาววันและการให้แสงร่วมกับการให้สารอื่นยังส่งผลต่อการออกดอกและคุณภาพดอกด้วย เช่น ความยาววันและกรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid; GA_3) มีผลต่อการออกดอกของไฮเดรนเยีย (Saekor and Potapohn, 2020) การให้แสงตามสภาพความยาววันปกติร่วมกับ GA_3 ที่มีความเข้มข้น 3,000 ppm มีผลต่อร้อยละการออกดอกของกล้วยไม้ช้างกระ (Banyai *et al.*, 2010) และการได้รับแสงคั่นช่วงกลางคืน 4 ชั่วโมง ร่วมกับอัตราปุ๋ย 1.5 กรัมต่อกระถาง ให้คุณภาพดอก มีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นคัตเตอร์สูงสุด (Jaipinta *et al.*, 2023) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการปรับให้แสงที่เหมาะสมต่อการออกดอกของพืชชนิดต่าง ๆ

ส่วนผลของความยาวช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้ดอกชนิดต่าง ๆ พบว่า ความสูงและจำนวนใบของต้นปทุมมามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีความยาววันเท่ากับ 16 และ 20 ชั่วโมง (Kuehny *et al.*, 2002) ในขณะที่ ปทุมมา *Curcuma alismatifolia* พันธุ์ Siam Tulip ที่ปลูกในช่วงปลายเดือนสิงหาคม และได้รับความยาวช่วงแสงเป็นเวลา 16 และ 20 ชั่วโมง ทำให้พืชมีความสูงและจำนวนใบมากกว่าการได้รับความยาวช่วงแสง 8 และ 12 ชั่วโมง (Kuehny *et al.*, 2006) นอกจากนี้ ต้นปทุมมาที่ปลูกในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง มีความสูงมากที่สุด และมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากกว่าต้นที่ปลูกในสภาพความยาววัน 7 และ 10 ชั่วโมง (Chidburee *et al.*, 2007) ซึ่งความยาววันที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้พืชได้รับสารอาหารเป็นเวลานานขึ้น สนับสนุนให้มีปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตในใบเพิ่มสูงขึ้น (Shanmugam and Muthuswamy, 1974) จากผลการศึกษาข้างต้นจึงยืนยันถึงความสำคัญของความยาวช่วงแสงต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของพืชดอกหลายชนิด การศึกษาความยาวช่วงแสงเพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตและการออกดอกของว่านนางคุ้มจึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาศักยภาพของว่านนางคุ้มให้เป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถางได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเพิ่มความยาวช่วงแสงต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของว่านนางคุ้ม ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยมี 3 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 10 ซ้ำ ทุกทรีตเมนต์ปลูกภายในโรงเรือนไม้ไผ่ขนาด 1.20 × 1.80 × 2.00 เมตร ที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำร้อยละ 50 โดยทรีตเมนต์ที่ 1 ให้แสงตามเวลาธรรมชาติ มีความยาวช่วงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน ทรีตเมนต์ที่ 2 ให้แสงเพิ่มจากธรรมชาตินานขึ้น 4 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 03.00–07.00 น. รวมความยาวช่วงแสงเป็น 16 ชั่วโมงต่อวัน และทรีตเมนต์ที่ 3 ให้แสงเพิ่มจากธรรมชาตินานขึ้น 6 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 01.00–07.00 น. รวมความยาวช่วงแสงเป็น 18 ชั่วโมงต่อวัน ทำการทดลองในระหว่างเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567

พืชทดลอง การปฏิบัติดูแล และข้อมูลสภาพแวดล้อม

นำหัวพันธุ์ว่านนางคุ้มที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง มาชำในวัสดุเพาะชำภายใต้สภาพการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำร้อยละ 50 เป็นเวลา 3 เดือน หลังจากนั้นนำมาปลูกในแปลงปลูกของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จนกระทั่งหัวพันธุ์มีอายุ 3 ปี จึงเลือกหัวพันธุ์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวประมาณ 5.2–6.9 เซนติเมตร และมีน้ำหนักหัวพันธุ์ประมาณ 92.53–173.70 กรัม เพื่อใช้สำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

เริ่มทำการทดลองในเดือนมีนาคมจนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 รวมระยะเวลา 3 เดือน ภายใต้โรงเรือนที่พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำร้อยละ 50 โดยวัดความเข้มแสงด้วยเครื่องวัดแสง Lux Meter นำหัวพันธุ์ว่านนางคุ้มปลูกในกระถางขนาด 10 นิ้ว จำนวน 1 หัวต่อกระถาง รวมทั้งสิ้น 30 กระถาง ใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย แกลบดิบ : ทรายหยาบ : ถ่านแกลบ ในอัตราส่วนเท่ากับ 1 : 1 : 1 วางกระถางบนโต๊ะไม้ไผ่ขนาด 1.20 × 1.80 × 2.00 เมตร มีความสูงจากพื้น 45 เซนติเมตร จำนวน 3 โต๊ะ โต๊ะละ 10 กระถาง ตีเส้นบนโต๊ะด้วยซี่ไม้ไผ่แนวยาวระยะห่าง 5 เซนติเมตร จัดวางกระถางเป็น 3 แถว แถวที่ 1 จัดวาง 4 กระถาง แถวที่ 2 จัดวาง 2 กระถาง แถวที่ 3 จัดวาง 4 กระถาง ระยะห่างระหว่างต้นและระยะห่างระหว่างแถว เท่ากับ 25 เซนติเมตร ติดตั้งหลอด LED warm white T8 22 วัตต์ 6,000 ลักซ์ โดยติดตั้งหลอดไฟให้สูงเหนือใบว่านนางคุ้ม 35 เซนติเมตร เพื่อให้ว่านนางคุ้มได้รับความเข้มแสงเท่ากับ 6,000 ลักซ์ เทียบเท่ากับแสงในเวลา 07.00 น. ในตอนเช้า สำหรับทรีตเมนต์ที่ 2 และ 3 เริ่มให้ทรีตเมนต์หลังปลูกว่านนางคุ้ม และวัดแสงด้วย Lux Meter ตรวจสอบและปรับระยะหลอด LED warm white T8 22 วัตต์ ทุก 15 วัน

ดูแลรักษาต้นว่านนางคุ้มตลอดระยะเวลาทดลอง โดยให้น้ำตอนเช้าด้วยระบบมินิสปริงเกอร์เป็นเวลา 30 นาที ความถี่ 2 วันต่อครั้ง และใส่ปุ๋ยสูตร 16–16–16 ปริมาณ 4 กรัมต่อต้น ทุก 30 วัน ในช่วงทดลองมีความยาววันเท่ากับ 12 ชั่วโมงต่อวัน บันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายวันด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ (Multi-Use PDF TEMP and RH Data Logger Model; TempU03) ทุกโรงเรือนเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในแต่ละโรงเรือนไม่ให้มีความแตกต่างกัน โดยในภาพรวม ทุกโรงเรือนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.13–31.23 องศาเซลเซียส และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 59.13–59.23

การบันทึกข้อมูล

เริ่มวัดและจดบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านดอกภายหลังให้ทรีตเมนต์หรือหลังปลูก 40 วัน ประกอบด้วย (1) ร้อยละการออกดอก โดยนับจำนวนดอกภายหลังแทงช่อดอกสูงขึ้นจากขอบกระถางประมาณ 5 เซนติเมตร (2) ความยาวก้านช่อดอก โดยวัดจากขอบกระถางขึ้นมาถึงฐานดอกด้วยไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร เมื่อดอกย่อยบานครบทุกดอก (3) เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก โดยวัดจากขอบกระถางขึ้นมา 5 เซนติเมตร หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร เมื่อดอกย่อยบานครบทุกดอก (4) จำนวนดอกย่อยต่อช่อ นับจำนวนดอกย่อยเมื่อดอกย่อยบานครบทุกดอก (5) ขนาดดอกย่อย สุ่มวัดขนาดดอกที่มีความสมบูรณ์ 5 ดอกต่อช่อ (6) วัดขนาดความกว้างดอก เมื่อดอกย่อยบานครบทุกดอก และ (7) ความยาวก้านดอกย่อย สุ่มวัดความยาวก้านดอกที่มีความสมบูรณ์จำนวน 5 ดอกต่อช่อ โดยใช้ดิจิทัลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เมื่อดอกย่อยบานครบทุกดอก (Figure 1)

วัดและจัดเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตด้านใบหลังให้ทรีตเมนต์หรือหลังปลูก 90 วัน โดยบันทึกข้อมูล (1) จำนวนใบต่อต้น (2) ความยาวก้านใบ โดยวัดจากขอบกระถางถึงโคนใบด้วยไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร (3) ความกว้างใบ โดยวัดจากขอบของใบที่มีความเว้ามากที่สุดด้วยไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร (4) ความยาวใบ โดยวัดจากโคนของใบถึงปลายใบด้วยไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร (5) ความเขียวใบ (SPAD unit) โดยใช้เครื่อง Chlorophyll Meter SPAD – 502 Plus วัดค่าความเขียวของใบที่ 2 ของต้นที่มีการเจริญเต็มที่ และ (6) เส้นผ่านศูนย์กลางก้านใบ โดยวัดขนาดก้านใบ ณ ตำแหน่งที่สูงจากขอบกระถาง 5 เซนติเมตร โดยใช้ดิจิทัลเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Figure 2)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตด้านดอกและใบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนใบต่อต้น ความเขียวใบ ความยาวก้านใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านใบแต่ละทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้น คำนวณร้อยละการออกดอกจากสัดส่วนจำนวนต้นที่ออกดอกต่อจำนวนต้นทั้งหมดคูณด้วย 100 พร้อมแสดงค่าเฉลี่ยความยาวก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก จำนวนดอกย่อยต่อช่อ ความกว้างดอกย่อย และความยาวก้านดอกย่อย

Figure 1 Data recording for flowering (A), flower stem length (B), floret pedicel length (C), flower stem diameter (D), and floret width (E)

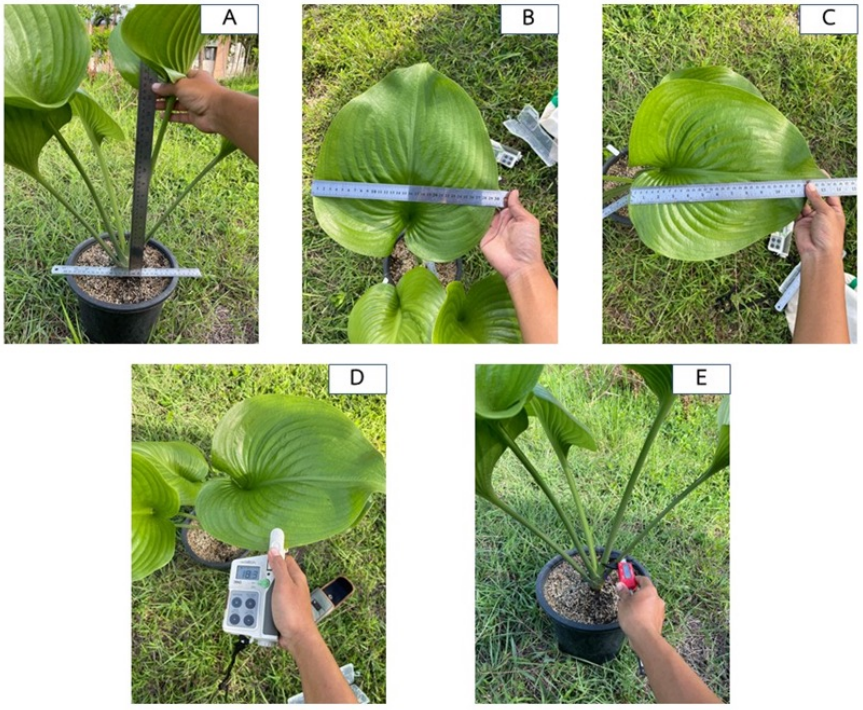

Figure 2 Data recording for petiole length (A), leaf width (B), leaf length (C), leaf greenness (D), and petiole diameter (E)

ผลการทดลองและวิจารณ์

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน

ภายในโรงเรือนทุกโรงเรือนมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 31.13–31.23 องศาเซลเซียส ซึ่งในระหว่างการดำเนินงานทดลองเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมอยู่ในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทยที่มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 44 องศาเซลเซียส (Thai Meteorological Department, 2024) จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูง ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยระหว่างร้อยละ 59.13–59.23 สอดคล้องกับการศึกษาของ Kozai *et al.* (2016) ที่รายงานความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชในโรงเรือนที่มีค่าระหว่างร้อยละ 50–80

ความยาวช่วงแสงต่อการออกดอกของว่านนางคุ้ม

การเจริญเติบโตของว่านนางคุ้มด้านดอก พบว่า การให้แสงเพิ่มจากแสงธรรมชาติเป็นเวลา 4 ชั่วโมง รวมเป็น 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ว่านนางคุ้มออกดอกร้อยละ 50 ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ให้แสงธรรมชาติ (Table 1) อาจเป็นได้ว่าว่านนางคุ้มเป็นพืชวันยาว (Long day) ต้องการช่วงแสงมากกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อสร้างตาดอกและออกดอกได้ (Bunyakiat, 2001) และช่วยเพิ่มการหลั่งฟลอริเจน (Florigen) ซึ่งเป็นสารสัญญาณในพืชที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นกระบวนการสร้างดอก (Flowering induction) โดยเป็นโปรตีนที่ผลิตขึ้นในใบภายใต้ช่วงแสงที่เหมาะสม (Taiz *et al.*, 2015) เช่นเดียวกับปทุมมาที่เป็นพืชวันยาว การปลูกปทุมมาในเดือนสิงหาคม (แสง 10 ชั่วโมงต่อวัน) ร่วมกับการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนแบบต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง (รวมเป็น 12 ชั่วโมงต่อวัน) มีผลช่วยเพิ่มจำนวนดอกต่อต้นของปทุมมา (Payakaihapon and Ruamrungsri, 2006) ทั้งนี้ ความเหมาะสมของการให้แสงต่อการออกดอกมีความแตกต่างจากพืชวันสั้น เช่น ผลการศึกษาของ Jaipinta *et al.* (2023) ที่รายงานว่าการให้แสงคั่นช่วงกลางคืนเป็นเวลา 4 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับการให้ปุ๋ย 15–15–15 ในปริมาณ 1.5 กรัมต่อต้น ส่งผลให้ต้นคัตเตอร์มีการออกดอกสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่น ๆ และผลการศึกษาของ Saekor and Potapohn (2020) ที่รายงานว่าการให้แสงตามธรรมชาติเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน มีแนวโน้มให้จำนวนดอกย่อยเฉลี่ยต่อช่อดอกของไฮเดรนเยียมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับแสงเพิ่ม

ว่านนางคุ้มที่ได้รับแสงเพิ่มจากธรรมชาติเป็นเวลา 6 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมงต่อวัน มีค่าเฉลี่ยด้านความยาวก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก ความกว้างดอกย่อย และความยาวก้านดอกย่อยสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.40, 1.28, 5.50 และ 2.50 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Siritrakulsak *et al.* (2010) รายงานว่า การให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน (Night break) ทำให้ความยาวก้านดอกมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม การที่พืชได้รับช่วงแสงในระยะยาวส่งผลกระตุ้นการผลิตฮอร์โมน auxins cytokinins และ gibberellins โดยฮอร์โมนเหล่านี้มีผลต่อการขยายตัวของเซลล์ในโครงสร้างต่าง ๆ ได้แก่ ก้านดอกและดอกย่อย (Davies, 2004) โดยที่ฮอร์โมน cytokinins กระตุ้นการแบ่งเซลล์ส่งผลให้ความกว้างของดอกย่อยเพิ่มขึ้น ในขณะที่ฮอร์โมน gibberellins ส่งผลต่อความยาวก้านดอกย่อยที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังส่งผลให้การเจริญเติบโตของก้านดอกและดอกย่อยมีความสมบูรณ์ด้วย

ความยาวช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของว่านนางคุ้ม

จำนวนใบของว่านนางคุ้มต่อต้น พบว่า การให้แสงเพิ่มจากธรรมชาตินานขึ้น 6 ชั่วโมง (แสง 18 ชั่วโมงต่อวัน) มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด คือ 3.80 ใบ ซึ่งสูงกว่าการให้แสงตามเวลาธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 2) สอดคล้องกับงานทดลองของ Kuehny *et al.* (2002) ที่รายงานว่า เมื่อปลูก

Table 1 The inflorescence of *Proiphys amboinensis* under different photoperiods

Treatments	Flowering (%)	Number of florists per in florescence	Flower stem length (cm)	Flower stem diameter (cm)	Floret width (cm)	Floret pedicel length (cm)
T1	10.00	18.00	41.50	1.25	5.20 ± 0.16	2.30 ± 0.24
T2	50.00	15.00	38.40	1.10	4.60 ± 0.87	2.20 ± 0.56
T3	30.00	15.70	43.40	1.28	5.50 ± 0.41	2.50 ± 0.56

T1 = natural photoperiod (Control), T2 = increasing natural light exposure by 4 hours, T3 = increasing natural light exposure by 6 hours.

Table 2 The leaf growth of *Proiphys amboinensis* under different photoperiods

Treatments	Number of leaves per plant	Leaf greenness (SPAD unit)	Petiole length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Petiole diameter (cm)
T1	2.40 ± 0.70[b]	30.24 ± 3.36[b]	30.21 ± 4.01	27.11 ± 3.58	23.86 ± 3.41	1.09 ± 1.10
T2	3.20 ± 0.79[ab]	35.08 ± 3.83[a]	29.39 ± 3.84	26.01 ± 3.96	22.69 ± 2.37	1.15 ± 1.14
T3	3.80 ± 1.75[a]	37.86 ± 1.94[a]	28.61 ± 5.41	24.55 ± 5.65	23.86 ± 3.91	1.12 ± 1.90
P-value	0.04	0.00004	0.73	0.45	0.20	0.64
CV (%)	37.71	9.15	15.22	25.22	14.04	12.71

Means within the same column followed by different superscript letters (a, b) are significantly different ($P < 0.05$). Values are presented as mean ± standard deviation. T1 = natural photoperiod (Control), T2 = increasing natural light exposure by 4 hours, T3 = increasing natural light exposure by 6 hours. CV = coefficient of variation.

ปทุมมา *Curcuma alismatifolia* พันธุ์ Siam Tulip ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม โดยได้รับแสง 8, 12, 16 และ 20 ชั่วโมง (ได้รับแสงจากธรรมชาติ 8 ชั่วโมง 9.00–17.00 น. และเพิ่มไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ 100 W เป็นเวลา 0, 4, 8 และ 12 ชั่วโมง) พบว่า การได้รับแสงนาน 16 และ 20 ชั่วโมง ทำให้พืชมีความสูงและจำนวนใบมากกว่าชุดที่ได้รับแสง 8 และ 12 ชั่วโมง และรายงานจาก Kuehny *et al.* (2006) ได้ศึกษาผลของการให้แสงในพืชสกุลขมิ้น ได้แก่ *Curcuma alismatifolia* พันธุ์ Siam Tulip, *C. petiolata*, *C. thorelii* พันธุ์ Emperor, *C. cordata* และ *Kaempferia* sp. พันธุ์ Grande เป็นเวลา 16 และ 20 ชั่วโมง พบว่า ขมิ้นทุกชนิดมีจำนวนใบและจำนวนของหัวมากกว่าการให้แสงเป็นเวลา 8 และ 12 ชั่วโมง จากผลการศึกษาของ Evans (2009) รายงานว่า พืชที่ได้รับแสงที่ยาวขึ้นจะกระตุ้นการผลิตฮอร์โมน auxins ซึ่งส่งผลต่อการขยายตัวและการสร้างใบใหม่ รวมถึงการเจริญเติบโตของลำต้นและราก ในขณะที่ Sarmiento and Kuehny (2004) ที่ศึกษาการตอบสนองด้านการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชกลุ่มขิงข่าไม้ดอกไม้ประดับ (Ornamental gingers) ต่อช่วงแสง รายงานว่า ปทุมมา *Curcuma alismatifolia* พันธุ์ Chiang Mai Pink ที่ได้รับความยาววันที่ 16 และ 20 ชั่วโมงต่อวัน มีจำนวนใบมากกว่าต้นที่ได้รับความยาววัน 8 และ 12 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งสะท้อนว่าการมีช่วงแสงที่ยาวช่วยให้การเจริญเติบโตด้านใบดำเนินต่อได้ยาวขึ้นก่อนเข้าสู่ภาวะพักตัว นอกจากนี้ ยังพบว่าการให้แสงเพิ่มจากธรรมชาตินานขึ้น 6 ชั่วโมง ทำให้ว่านนางคุ้มมีความเขียวใบ (SPAD) มากที่สุด คือ 37.86 SPAD unit ซึ่งสูงกว่าการให้แสงตามเวลาธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.001$; Table 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jaipinta *et al.* (2023) ที่รายงานว่า การให้แสงเพิ่มจากธรรมชาติแก่ต้นคัตเตอร์ในระยะ 90 วันหลังย้ายปลูก โดยการให้แสงคั่นช่วงกลางคืน 3 และ 4 ชั่วโมง ทำให้พืชมีค่าความเขียวใบสูงที่สุด และ Pechthong and Naphrom (2024) ที่รายงานว่า การให้แสงแอลอีดีให้กับสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 เป็นเวลา 18 ชั่วโมงต่อวัน ส่งผลให้มีค่าความเขียวใบมากกว่าทรีตเมนต์ที่ให้แสงแอลอีดี 9 และ 12 ชั่วโมงต่อวัน ทั้งนี้ การให้แสงเพิ่มจากธรรมชาตินานขึ้น 6 ชั่วโมง มีค่าความเขียวใบสูง จาก Table 2 แสดงให้เห็นว่า การที่พืชได้รับสภาพความยาวของช่วงแสงที่เพิ่มจากสภาพแสงธรรมชาตินั้นส่งผลให้จำนวนใบและความเขียวใบสูง อาจเป็นไปได้ว่าความยาวของช่วงแสงที่เพิ่มนั้นมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช Taiz and Zeiger (2010) รายงานว่า การเพิ่มชั่วโมงแสงที่ยาวนานสามารถกระตุ้นการสังเคราะห์แสงในพืชได้มากขึ้น เนื่องจากมีการได้รับพลังงานจากแสงที่เพียงพอในการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้กลายเป็นกลูโคส ซึ่งจะช่วยเพิ่มการเติบโตและการพัฒนาของพืช โดยเฉพาะในช่วงที่มีการพัฒนาใบใหม่หรือในพืชที่มีการเจริญเติบโตเร็ว

ส่วนความยาวก้านใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านใบ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแม้จะได้รับแสงในระดับที่แตกต่างกัน (Figure 3) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 28.61 ถึง 30.21, 24.55 ถึง 27.11, 22.69 ถึง 23.86 และ 1.09 ถึง 1.15 เซนติเมตร ตามลำดับ ($P > 0.05$; Table 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Park (2018) ที่

ทดลองเพิ่มแสงเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ภายใต้สภาพวันสั้น (ได้รับแสงรวม 8 ชั่วโมง) ในกล้วยไม้ *Cymbidium* hybrids พันธุ์ Yang Guifel และพันธุ์ Wine Shower ซึ่งพบว่าการให้แสงเพิ่มไม่มีผลต่อความกว้างใบและความยาวใบ เช่นเดียวกับ Chobsa-ard *et al.* (2019) ที่รายงานว่า การให้แสงเพิ่มจากแสงธรรมชาติไม่มีผลต่อความกว้างใบและความยาวใบของฟาแลนนอปซิส พันธุ์ Sog Yukidian V_3 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากช่วงที่ดำเนินการทดลองเป็นช่วงฤดูร้อนซึ่งมีความยาววันประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน สำหรับว่านนางคุ้มที่มีวงจรการเจริญเติบโตทางใบ ซึ่งปลูกทดลองในช่วงปลายเดือนเมษายนไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน พืชอาจจะได้รับชั่วโมงแสงที่เพียงพอแล้ว จึงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตด้านความยาวก้านใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านใบ (Puangkaew and Suwanthada, 2000)

การที่ว่านนางคุ้มได้รับสภาพความยาวช่วงแสงตามธรรมชาติกับสภาพความยาวช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากธรรมชาตินั้นไม่มีผลต่อความยาวก้านใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านใบ (Table 2) อาจเนื่องมาจากพืชใช้พลังงานจากแสงในกระบวนการซ่อมแซมเซลล์หรือการสะสมสารอาหารภายในเซลล์ แทนที่จะขยายขนาดของอวัยวะภายนอก เช่น ใบและก้าน เป็นต้น (Sage and Monson, 1999)

Figure 3 Comparative image of growth 40 days after planting. T1 = natural photoperiod (Control) (A), T2 = increasing natural light exposure by 4 hours (B), and T3 = increasing natural light exposure by 6 hours (C).

การให้ความยาวช่วงแสงที่เพิ่มจากธรรมชาติ 6 ชั่วโมง ได้รับแสงรวม 18 ชั่วโมงต่อวัน ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตด้านดอกและการเจริญเติบโตด้านใบดีที่สุด จึงอาจสรุปได้ว่าว่านนางคุ้มเป็นพืชวันยาว เนื่องจากความยาววันสามารถส่งเสริมพัฒนาการของตาดอกสู่ช่อดอกได้ ซึ่งตาดอกนั้นจะมีการสร้างไว้แล้วภายในหัวในช่วงของการพักตัวของหัวพันธุ์ และเมื่อได้รับความยาววันร่วมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะมีการพัฒนาเป็นช่อดอก หลังจากได้รับแสงรวม 18 ชั่วโมงต่อวัน Techapinyawat (2001) รายงานว่า การตอบสนองต่อช่วงเวลาที่ได้รับแสงเพื่อส่งเสริมการออกดอกในทางสรีรวิทยา คือ ช่วงแสงวิกฤต (Critical day length) ซึ่งเป็นตัวกำหนดการออกดอกของพืช ในพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อช่วงเวลาที่รับแสงแตกต่างกันออกไป โดยความยาววันที่เหมาะสมช่วยกระตุ้นการยืดตัวของลำต้นและการสร้างใบใหม่ นอกจากนี้ ความยาววันยังส่งผลต่อกระบวนการ photosynthesis และ phytochrome ซึ่งแสงเป็นปัจจัยกระตุ้นเอนไซม์ที่ใช้ในการสร้างคลอโรฟิลล์ หากพืชได้รับแสงไม่เพียงพอหรือช่วงแสง

สั้นเกินไป การสะสมคลอโรฟิลล์จะลดลง ส่งผลให้ใบมีสีซีด (Chlorosis; Taiz and Zeiger, 2010) แสงและความยาววันควบคุมการเปลี่ยนแปลงของเหง้า (Rhizome) ไปสู่อวัยวะสะสมอาหารผ่านระบบ phytochrome โดยสภาพแสงที่เหมาะสมช่วยกระตุ้นการขยายตัวของเหง้าและการสะสมแป้ง ทำให้เหง้าพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานสำรองสำหรับการเจริญเติบโตและการแตกหน่อในระยะถัดไป (Masuda et al., 2007)

สรุป

การเพิ่มแสงจากธรรมชาตินานขึ้น 6 ชั่วโมง ตั้งแต่ 01.00–07.00 น. ให้ได้รับแสงรวม 18 ชั่วโมงต่อวัน ส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านความยาวก้านช่อดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก ความกว้างดอกย่อย และความยาวก้านดอกย่อยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น และยังสามารถสรุปได้ว่าว่านนางคุ้มเป็นพืชวันยาว (Long day plant) เนื่องจากการเพิ่มแสงจากธรรมชาตินั้นส่งผลต่อการออกดอกมากกว่าการให้แสงตามธรรมชาติ ส่วนการเจริญเติบโตทางด้านใบ การได้รับแสงรวม 18 ชั่วโมงต่อวันส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบและความเขียวใบเพิ่มขึ้น ดังนั้น การเพิ่มแสงจากธรรมชาตินานขึ้น 6 ชั่วโมง ตั้งแต่ 01.00–07.00 น. ได้รับแสงรวม 18 ชั่วโมงต่อวัน จึงเหมาะสำหรับการผลิตว่านนางคุ้ม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้พื้นที่และเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Banyai, K., S. Ruamrungsri and N. Potapohn. 2010. Effects of photoperiod and GA_3 on plant nutrients and off-season flowering of *Rhynchostylis gigantea* (Lindl.) Ridl. Journal of Agriculture. 26(1): 43–50. (in Thai)

Bunyakiat, D. 2001. Plant Physiology. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand. 230 pp. (in Thai)

Chidburee, A., C. Suwanthada, W. Bundithya, T. Ohyama and S. Ruamrungsri. 2007. Effect of day length on growth, photosynthesis and food reserves in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. Journal of Agriculture. 23(2): 105–113. (in Thai)

Chobsa-ard, W., D. Boonchai, P. Kasemsap and P. Boonkorkaew. 2019. Effect of supplemental light on growth, photosynthesis and flower quality of *Phalaenopsis* 'Sogo Yukidian V_3'. Agricultural Sci. J. 50(3): 323–337. (in Thai)

Davies, P.J. 2004. Plant Hormones: Physiology Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publishers.

Department of Trade Negotiations. 2021. Situation of Trade in Ornamental Flowers, Plants, and Tree Varieties in Thailand. Available Source: https://www.dtn.go.th/th/content/category/detail/ id/1541/cid/1566/iid/2798, January 23, 2024. (in Thai)

Evans, M. 2009. The Plant Hormones and Growth Regulation. CABI Publishing.

Jaipinta, S., C. Inkham, K. Panjama and S. Ruamrungsri. 2023. Effects of night-break and fertilizer rates on growth and development of cutter (*Symphyotrichum ericoides*). Journal of Agriculture. 39(1): 91–103. (in Thai)

Kittithanawat, S. 2020. Situation and Direction of *Ornamental ginger* Flower and Plant Industry in Thailand in 2020. Available Source: https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/03/สถานการณ์และทิศทางไม้ดอกไม้ประดับของประเทศไทยในปี-2563.pdf, January 25, 2024. (in Thai)

Kozai, T., G. Niu and M. Takagaki. 2016. Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. 1st edition. Academic Press, London, UK.

Kuehny, J.S., M. Sarmiento, M.P. Paz and P.C. Branch. 2006. Effect of light intensity, photoperiod and plant growth retardants on production of *Zingiberaceae* as pot plants. Acta Hortic. 683: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.683.15.

Kuehny, J.S., M.J. Sarmiento and P.C. Branch. 2002. Cultural studies in ornamental ginger, pp. 477–482. *In* J. Janick and and A. Whipkey, eds. Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, Virginia, USA.

Masuda, J., Y. Ozaki and H. Okubo. 2007. Rhizome transition to storage organ is under phytochrome control in lotus (*Nelumbo nucifera*). Planta. 226: 909–915. https://doi.org/10.1007/s00425-007-0536-9.

Park, J. 2018. Increasing Duration and Intensity of Supplemental Lighting During Nighttime to Promote Growth and Photosynthesis in *Cymbidium* plants. MS Thesis, Seoul National University, Seoul.

Payakaihapon, A. and S. Ruamrungsri. 2006. Effects of light supplement methods on off-season flowering of Curcuma *alismatifolia* Gagnep. Journal of Agriculture. 22(2): 131–140. (in Thai)

Pechthong, Y. and D. Naphrom. 2024. Effects of LED light and vernalization on growth and development, and hormonal changes in strawberry cv. Praratchatan 80. Journal of Agriculture. 40(1): 47–59. (in Thai)

Puangkaew, W. and C. Suwanthada. 2000. Growth cycle of Brisbane lily (*Eurycles amboinensis* Lindl.). Journal of Agriculture. 16(3): 231–235. (in Thai)

Saekor, S. and N. Potapohn. 2020. Effect of photoperiod and gibberellic acid on flowering of hydrangea. Journal of Agriculture. 36(2): 161–168. (in Thai)

Sage, R.F. and R.K. Monson. 1999. C4 Plant Biology. Academic Press, California, USA.

Sarmiento, M.J. and J.S. Kuehny. 2004. Growth and development responses of ornamental gingers to photoperiod. HortTechnology. 14(1): 78–83. https://doi.org/10.21273/horttech.14.1.0078.

Shanmugam, A. and S. Muthuswamy. 1974. Influence of photoperiod and growth regulators on the nutrient status of chrysanthemum. Indian J. Hortic. 31(2): 186–193.

SharathKumar, M., E. Heuvelink, L.F.M. Marcelis and W. van Ieperen. 2021. Floral induction in the short-day plant chrysanthemum under blue and red extended long-days. Front. Plant Sci. 11: 610041. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.610041.

Siritrakulsak, P., S. Meechoui and S. Ruamrungsri. 2010. Influence of night-break on photosynthetic rate of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. Journal of Agriculture. 26(2): 127–135. (in Thai)

Supson, K. 1998. Soil Science. Breeding. 3rd edition. Various Publications Publishing, 286 pp. (in Thai)

Suranapornchai, S., T. Puangkrit, N. Khemkladngoen, P. Sutigoolabud and C. Nontasawatsri. 2023. The investigation of day length responding in some chrysanthemum genotypes to flower initiation and development. J. Agri. Prod. 5(3): 84–91. (in Thai)

Suttikul, K. 2000. Effect of Chemicals on the Postharvest Quality of Cardwell Lily (*Proiphys amboinensis*) and Siam Tulip (*Curcuma alismatifolia*). MS Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai. (in Thai)

Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. Plant Physiology. 5th edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA. 782 pp.

Taiz, L., E. Zeiger, I.M. Moller and A. Murphy 2015. Plant Physiology and Development. 6th edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.

Techapinyawat, S. 2001. Plant Physiology. Kasetsart University Press, Bangkok, Thailand. 238 pp. (in Thai)

Thai Meteorological Department. 2024. Anticipate the weather characteristics of Thailand. Available Source: https://www.tmd.go.th/forecast/monthly/052024, November 01, 2024. (in Thai)

Thummasanit, K., A. Krasaechai and V. Anusarnsunthorn. 1997. Growth and development of some *Globba* species. Journal of Agriculture. 13(3): 263–273. (in Thai)