

ผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนต่อการเจริญเติบโตและ การออกดอกของปทุมมา

Effects of Day and Night Temperature on Growth and Flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

รุ่งนภา ช่างเจรจา¹ และ ไสระยา ร่วมรังษี^{1,2}

Rungnapa Changjeraja¹ and Soraya Ruamrungsri^{1,2}

Abstract: The growth and flowering of *C. alismatifolia* grown in different temperature was studied at Chiang Mai university, during February to July 2006. The experimental design was completely randomized design. Plants grown under different day and night temperature at 24/18, 30/18, 30/24 and 36/24 °C in phytotron. All other environmental conditions were equal among treatments, including set-points of 270 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ photosynthetic photon flux, 70-80% relative humidity and 12 hour photoperiod. The results showed that plants grown under day/night temperature at 36/24 °C produced the tallest shoots, the highest number of leaves, leave area, number of pink bract, inflorescence stalk length, the dry weight of leaves, fibrous root, and inflorescence stalk. The plants grown at 30/24 and 36/24 °C had the longest leaf length. The plants grown at 36/24 °C had the lowest dry weight of rhizome and storage roots. However, day/night temperature did not significantly affect leaf width, number of plants per cluster, leaf color, inflorescence width and length, number of green bract and dry weight of inflorescence.

Keywords: Day/night temperature, *Curcuma alismatifolia*, growth, flowering

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

²ศูนย์บริการการพัฒนายาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

²H.M. the King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของอุณหภูมิกลางวันกลางคืนต่อการเติบโตและการออกดอกของปทุมมา ดำเนินการที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคม 2549 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ปลุกพืชไว้ในตู้ควบคุมที่ระดับอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 4 ระดับ ได้แก่ 24/18, 30/18, 30/24 และ 36/24 องศาเซลเซียส โดยให้ทุกกรรมวิธีได้รับความเข้มแสง $270 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ความชื้น 70-80% และความยาววัน 12 ชั่วโมงต่อวัน ผลการทดลองพบว่า ต้นที่ปลูกในอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 36/24 องศาเซลเซียส มีความสูง จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ จำนวนกลีบประดับสีชมพู ความยาวก้านดอก น้ำหนักแห้งใบ ราก และก้านดอก มากที่สุด พืชที่ปลูกในอุณหภูมิ 30/24 และ 36/24 องศาเซลเซียส มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนพืชที่เจริญเติบโตในสภาพอุณหภูมิ 36/24 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักแห้งของหัวและรากสะสมอาหารเฉลี่ยเหลือน้อยที่สุด นอกจากนี้ อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความกว้างใบ จำนวนต้นตอก ความเข้มของสีใบ ความกว้างและความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียว และน้ำหนักแห้งช่อดอก

คำสำคัญ: อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน ปทุมมา การเจริญเติบโต การออกดอก

คำนำ

ปทุมมาจัดเป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับขิงและข่า อยู่ในสกุล *Curcuma* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศอินโดจีน พม่า และไทย สำหรับในประเทศไทยพบเห็นปทุมมาได้แทบทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหลากหลายของสายพันธุ์มากที่สุด (สุรวิช, 2539) เป็นพืชท้องถิ่นของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากมีดอกที่สวยงาม มีการส่งออกหัวพันธุ์เพื่อผลิตเป็นไม้กระถางและไม้ตัดดอกเป็นจำนวนมาก เกษตรกรไทยเริ่มปลูกดอกปทุมมาสีชมพูพันธุ์เชียงใหม่ (Chiang Mai Pink) เพื่อส่งออกหัวพันธุ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 โดยมีมูลค่าการส่งออกในปี พ.ศ. 2546 ประมาณ 2 ล้านหัว มูลค่าการส่งออก 16.2 ล้านบาท โดยส่งออกไป เยอรมันนี สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น โปรตุเกส เนเธอร์แลนด์ อิตาลี ออสเตรเลีย ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกปทุมมาเพื่อส่งหัวพันธุ์จำหน่ายไปต่างประเทศประมาณ 400 ไร่ ซึ่งมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การผลิตอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ แหล่งปลูกที่สำคัญรองลงมา ได้แก่ เชียงราย ลำพูน พะเยา นครราชสีมา (เปรมปรี, 2546)

กระบวนการต่าง ๆ ในพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยทางสภาพแวดล้อม อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของพืช

(Mouradov *et al.*, 2002; De Hertogh and Le Nard, 1993) พืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ตั้งแต่พืชเริ่มออกจนกระทั่งออกดอกติดผล อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้นจากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการหายใจ โดยขอบเขตการทั้ง 2 มีอัตราเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของอุณหภูมิจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นการเพิ่มอุณหภูมิจะไม่เพิ่มอัตราการเกิดกิจกรรมของขอบเขตการทั้งสองนี้ นอกจากนี้อุณหภูมิของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก และมีผลต่อการดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร ถ้าอุณหภูมิในดินต่ำ การดูดน้ำลดลง ทำให้ต้นพืชเหี่ยว กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิของดินต่ำ ทำให้ได้อินทรีย์สารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยตามไปด้วย ถ้าอุณหภูมิในดินสูงกว่าปกติเพียงเล็กน้อย มีผลกระตุ้นให้รากมีการเจริญเติบโตดียิ่งยวดมาก แต่หากอุณหภูมิของรากสูงกว่าลำต้น การเจริญเติบโตกลับชะงัก โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิกลางวันมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมากกว่าอุณหภูมิกลางคืน ถ้าอุณหภูมิกลางวันสูงกว่าอุณหภูมิกลางคืน การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชจะลดลง การที่อุณหภูมิกลางวันต่ำกว่าอุณหภูมิกลางคืน ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการดีกว่าการที่อุณหภูมิกลางวันเท่ากับอุณหภูมิกลางคืน อุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสมมักต่ำกว่า

อุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสม ประมาณ 10 องศาเซลเซียส (Rees, 1992) ในพืชหัวหลาย ๆ ชนิด กระบวนการการสร้างส่วนต่าง ๆ ของดอกเกิดขึ้นระหว่างการพักตัวซึ่งการเติบโตและพัฒนาของดอกจนกระทั่งดอกบานขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Kamenetsky et al., 2000) การศึกษาในต้นกล้า Fraser fir (*Abies fraseri* (Pursh) Poir.) อายุ 4 สัปดาห์ซึ่งเจริญเติบโตในอุณหภูมิกลางวันกลางคืนแตกต่างกัน พบว่า ความสูงเหนือใบเลี้ยงของต้นมากที่สุดเมื่อต้นเจริญในอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนเป็น 30/18 องศาเซลเซียส พื้นที่ติดตามขวางของต้นมากที่สุดเมื่อต้นเจริญที่อุณหภูมิ 22/26 องศาเซลเซียส น้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดที่อุณหภูมิ 26/10 องศาเซลเซียส น้ำหนักแห้งของยอดมากที่สุดที่อุณหภูมิ 18/22 องศาเซลเซียส และ 22/26 องศาเซลเซียส น้ำหนักแห้งของต้นทั้งหมดมากที่สุดที่อุณหภูมิ 26/14 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางวันที่สูงถึง 30 องศาเซลเซียส ทำให้ต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นแต่ลดน้ำหนักแห้งทั้งต้น น้ำหนักแห้งรากและพื้นที่ติดตามขวางของลำต้น (Hinesley, 1981) การสร้างช่อดอกของต้น *Stylosanthes guianensis* var. *guianensis* สามารถออกดอกได้เมื่ออุณหภูมิกลางวันเป็น 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลางคืนเป็น 16 หรือ 21 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิกลางวันเป็น 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีผลยับยั้งการออกดอก (Ison and Humphreys, 1984) ผลของอุณหภูมิต่อการสร้างตาดอก การทำลายการพักตัวหรือสัญญาณวิทยาของพืชนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืช (Rees, 1992) สำหรับปทุมมานั้น ผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของดอกมีข้อมูลน้อยมาก อย่างไรก็ตาม พบว่าการปลูกปทุมมาให้ออกดอกในช่วงฤดูหนาวต้นมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าการปลูกในฤดูปกติ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของปทุมมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกปทุมมาให้ออกดอกนอกฤดูต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ โดยใช้หัวพันธุ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8-2.0 เซนติเมตร ต้มสะอาดอาหาร 4 ต้ม ในกระถางขนาด 6 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกประกอบด้วยดิน : ทราาย : เปลือกข้าว อัตราส่วน 1:1:1 (โดยปริมาตร) หลังจากนั้น ย้ายต้นไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม (Conther phytotron climate simulator) ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแทงยอด

เมื่อต้นแทงยอดจึงย้ายไปปลูกเลี้ยงในตู้ที่อุณหภูมิกลางวันกลางคืนต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 24/18, 30/18, 30/ 24 และ 36/24 องศาเซลเซียส โดยทุกกรรมวิธีได้รับความเข้มแสง 270 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ความชื้น 70-80% และช่วงความยาววัน 12 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 10 ซ้ำ (กระถาง) ต่อกรรมวิธี ให้น้ำปุ๋ยละลายช้าสูตร 15:15:15 อัตรา 1 กรัม/กระถาง ทุก 4 สัปดาห์ รดน้ำทุก ๆ 3 วัน

บันทึกความสูงของต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนใบต่อต้น จำนวนต้นต่อถาด ทุก 2 สัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การออกดอก ความยาวช่อดอก ความกว้างช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียว จำนวนกลีบประดับสีชมพู ความยาวก้านดอก พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ หัว ต้มสะอาดอาหาร ดอก ก้านดอกและราก วัดความเข้มของคลอโรฟิลล์ โดยใช้ chlorophyll meter; Spad-502 (Minolta Co., Ltd.) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 4.1 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย LSD

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของปทุมมาหลังจากปลูกในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต (growth chamber) พบว่าเมื่อปลูกปทุมมาที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 30/24 องศาเซลเซียส ทำให้ต้นมีความสูงและความยาวใบ

มากกว่าต้นที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 30/18 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนที่ระดับ 24 องศาเซลเซียสเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมามากกว่าอุณหภูมิกลางวัน 18 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบอีกว่า เมื่อปลูกปทุมมาภายใต้อุณหภูมิกลางวันเท่ากันที่ 24 องศาเซลเซียส แต่เพิ่มอุณหภูมิกลางวันจาก 30 องศาเซลเซียสเป็น 36 องศาเซลเซียส พบว่าการปลูกที่ 36/24 องศาเซลเซียสทำให้ปทุมมามีความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และพื้นที่ใบมากที่สุด เฉลี่ย 54.30 เซนติเมตร 4.90 ใบต่อต้น และ 480.60 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิทั้งกลางวันและกลางคืนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงกลางวันและกลางคืนแตกต่างกัน (ลิลล์, 2546) อุณหภูมิกลางวันต่ำเกินไปลดการเจริญเติบโตของพืชโดยลดการสังเคราะห์แสงของพืชลงทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Van der Zanden, 2008) Thingnaes et al. (2003) รายงานว่า อุณหภูมิกลางวันสูงขึ้นช่วยเพิ่มความสูงของลำต้น *Arabidopsis thaliana* เช่นเดียวกับการทดลองกับหลาย ๆ พืชที่พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิกลางวันทำให้ความยาวของลำต้นเพิ่มขึ้น (Smith and Langhans, 1961; Tageras, 1979).

ส่วนความกว้างใบ จำนวนต้นต่อกอ และค่าความเข้มของสีใบ พบว่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมา (ตารางที่ 1)

คุณภาพดอกของปทุมมาหลังจากปลูกในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกัน พบว่า ต้นที่ปลูกที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 36/24 องศาเซลเซียส มีจำนวนกลีบประดับสีชมพู และความยาวก้านดอกเฉลี่ยมากที่สุด 9.60 และ 53.80 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากที่อุณหภูมิ 30/18 (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองใน *Arabidopsis thaliana* พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิกลางวันทำให้มีความยาวก้านดอกสูงขึ้น (Thingnaes et al., 2003) จากตารางที่ 2 ยังพบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ไม่มีผลต่อความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียวและความกว้างช่อดอก

ผลของอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของต้นปทุมมา ขณะออกดอก พบว่า ต้นที่ปลูกที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 36/24 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินได้แก่ ใบ และก้านดอก เฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.48 1.23 และ 1.55 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับในพืชบางชนิด เช่น *Erodium cicutarium* (L.) ซึ่งพบว่าการสร้างน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นเหนือดินมีมากที่สุดเมื่ออุณหภูมิกลางวันเพิ่มขึ้นจาก 18 เป็น 34 องศาเซลเซียส ร่วมกับเมื่ออุณหภูมิกลางวันเพิ่มจาก 12 เป็น 18 องศาเซลเซียส (Blackshaw and Entz, 1995) ในการทดลองนี้ หัวแม่ที่ใช้ปลูกมีน้ำหนักแห้งเริ่มต้นของหัวและรากสะสมอาหารเฉลี่ย 1.86 กรัมและ 16.65 กรัม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งของส่วนใต้ดินทั้งหัวและรากสะสมอาหารของต้นที่ปลูกที่สภาพอุณหภูมิ 36/24 องศาเซลเซียสลดลงมากกว่าการปลูกที่อุณหภูมิ 30/18 และ 24/18 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการปลูกปทุมมาที่อุณหภูมิ 36/24 องศาเซลเซียส พืชมีการเจริญเติบโตมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า (ตารางที่ 1) ทำให้มีการใช้อาหารสะสมจากหัวแม่และรากสะสมอาหารมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ที่กล่าวข้างต้น น้ำหนักแห้งของหัวและรากสะสมอาหารจึงเหลือน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น โดยทั่วไปในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนกระทั่งออกดอก หัวและรากสะสมอาหารทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร (source) ให้กับส่วนเหนือดิน หลังออกดอกแล้วพบว่าหัวและรากสะสมอาหารจะทำหน้าที่เป็น storage sink ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารไว้ใช้ในฤดูกาลถัดไป (Rees, 1992) จากการศึกษาใน *Allium cepa* L. cv. Creamgold พบว่าน้ำหนักแห้งของหัวลดลงมากกว่าเมื่อพืชปลูกในอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนที่สูงกว่า (Steer, 1981) ผลการทดลองยังพบว่าอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของช่อดอก

Table 1 Growth of Patumma 'Chiang Mai' under different growing day-night temperatures at flowering.

Day-night temperature (°C)	Plant height (cm)	Number of leaves per plant	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Number of plants per cluster	Leaf area (cm ²)	Leaf color
24/18	34.50 c ^{1/}	3.30 c	4.08	21.25 b	1.80	217.80 b	56.56
30/18	28.80 c	4.20 b	4.39	19.85 b	1.90	276.00 b	44.64
30/24	44.75 b	3.70 bc	4.77	25.05 a	2.00	283.00 b	44.45
36/24	54.30 a	4.90 a	4.83	25.85 a	1.10	482.60 a	49.58
LSD _{0.05}	6.94	0.58	ns	2.12	ns	157.53	ns

^{1/} Values within columns followed by different letters are significantly different at P<0.05

Table 2 Flower quality of Patumma 'Chiang Mai' under different growing day-night temperatures at flowering.

Day-night temperature (°C)	Inflorescence width (cm)	Inflorescence length (cm)	Pedicle length (cm)	Number of green bract	Number of pink bract	Percentage of flowering
24/18	5.65	12.05	22.10 d ^{1/}	9.40	8.50 b	80.00
30/18	5.40	12.45	30.35 c	8.40	7.80 b	100.00
30/24	5.20	11.15	39.15 b	8.80	8.50 b	90.00
36/24	5.37	11.50	53.80 a	9.30	9.60 a	100.00
LSD _{0.05}	ns	ns	4.84	ns	0.75	-

^{1/} Values within columns followed by different letters are significantly different at P<0.05

Table 3 Dry weight of Patumma 'Chiang Mai' under different growing day-night temperatures at flowering.

Day-night temperature (°C)	Dry weight (g)					
	Leaves	Rhizome	Storage roots	Fibrous roots	Spike	Spike stalk
24/18	2.10 b ^{1/}	0.85 a	13.62 a	0.74 b	0.88	0.72 b
30/18	2.47 b	0.86 a	7.22 b	0.78 b	0.94	0.63 b
30/24	2.31 b	0.64 b	8.63 b	0.79 b	0.83	0.79 b
36/24	5.48 a	0.49 b	3.38 c	1.23 a	0.65	1.55 a
LSD _{0.05}	1.10	0.16	2.45	0.38	ns	0.16

^{1/} Values within columns followed by different letters are significantly different at P<0.05

สรุป

อุณหภูมิกลางวันกลางคืนที่ต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาในช่วงระยะเวลาการเจริญทางด้านลำต้นจนกระทั่งระยะออกดอก อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนสูงกว่าเพิ่มความสูง จำนวนใบต่อด้าน ความยาวใบ พื้นที่ใบ ความยาวก้านดอก ขนาดช่อดอก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปทุมมาคือ 36/24 องศาเซลเซียส

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่สนับสนุนการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เปรมปรีณ สงขลา. 2546. รายงานการจัดงานอะเมซิง ไม้ดอกเมืองร้อน. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. 74 หน้า.
- ลิลลี่ กาวิฑีระ. 2546. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 320 หน้า.
- สุวิษ วรรณไกรโรจน์. 2539. ผลของอุณหภูมิและการเก็บรักษาหัวพันธุ์ต่อการผลิตปทุมมา. รายงานการประชุมทางวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติ ครั้งที่ 2. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 247 หน้า.
- Blackshaw, R. E. and T. Entz. 1995. Day and night temperature effects on vegetative growth of *Erodium cicutarium*. Weed Research 35: 471-476.

- De Hertogh, A. and M. Le Nard. 1993. The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam. 812 pp.
- Hinesley, L. E. 1981. Initial growth of Fraser fir seedlings at different day/night temperatures. Forest Science 27: 545-550.
- Ison, R.L. and L.R. Humphreys. 1984. Day and night temperature control of floral induction in *Stylosanthes guianensis* var. *guianensis* cv. Schofield. Annals of Botany 53: 207-212.
- Kamenetsky, R., H. Zemah, A. van der Toorn, H. D. Rabinowitch, H. van As and P. Bendel. 2000. Morphological structure and water status in tulip bulbs during their transition from dormancy to active growth: visualization by magnetic resonance imaging. pp. 121-138. In: J.D. Viemont and J. Crabbe (eds.). Dormancy in Plants: From Whole Plant Behaviour to Cellular Control. CABI Publishing, Wallingford.
- Mouradov, A., F. Cremer and G. Coupland. 2002. Control of flowering time: interacting pathways as a basis for diversity. Plant Cell 14: 111-130.
- Rees, A. R. 1992. Ornamental Bulbs, Corms and Tubers. CABI Publishing, Wallingford. 220 pp.
- Smith, D.R. and R.W. Langhans. 1961. The influence of day and night temperatures on the growth and flowering of the Easter lily (*Lilium longiflorum* Thunb. var. Croft). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 80: 593-598.

- Steer, B.T. 1981. The effect of growth and temperature on dry weight and carbohydrate content of onion (*Allium cepa* L. cv. Creamgold) bulbs. Australian Journal of Agricultural Research 33(3): 559 – 563.
- Tageras, H. 1979. Modifying effects of ancymidol and gibberellins on temperature induced elongation in *Fuchsia x hybrida*. Acta Hort. 91: 411-417.
- Thingnaes, E., S. Torre, A. Ernsten and R. Moe. 2003. Day and night temperature responses in *Arabidopsis*: effects on gibberellin and auxin content, cell size, morphology and flowering time. Annals of Botany 92(4): 601-612.
- Van der Zanden, A. M. 2008. Environmental factors affecting growth. (Online). Available: http://extension.oregonstate.edu/mg/botany/env_factors.html (May 20, 2008).
-