

ผลของความยาววันต่อการเติบโต การสังเคราะห์แสง และการสะสมอาหารในปทุมมา

Effect of Day Length on Growth, Photosynthesis and Food Reserves in *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

อภิชาติ ชิดบุรี^{1/} จันทนา สุวรรณธาดา^{1,2/} วิณัน บัณฑิตย์^{1,2/} ทากุจิ โอยามา^{3/} และ ไสระยา ร่วมรังษี^{1,2/}
Aphichat Chidburee^{1/}, Chuntana Suwanthada^{1,2/}, Weenun Bundithya^{1,2/}, Takuij Ohyama^{3/}
and Soraya Ruamrungsri^{1,2/}

Abstract: Effect of day length on growth, development and food reserves in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. was carried out. Rhizomes of plant were grown in black plastic pots using sand: rice husk: rice husk charcoal (1:1:1) as growing media. After shoot emerged, plants were transferred to growth chamber under light intensity of 60 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ for 7, 10 and 13 hrs, temperature at $27\pm 2^\circ\text{C}$, relative humidity (RH) 70-80%. The results showed that *C. alismatifolia* grown under long day (13 hr) had significantly greater result in terms of plant height (130 cm), pseudo-stem diameter (0.82 cm) than those grown under 7 and 10 hr condition. However, number of leaves per plant, number of new rhizomes per cluster, and number of storage roots per rhizome were not different among treatments. Photosynthetic rate of plants grown under long day (13 hrs) was between 50-55 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ at 3 and 4 weeks after planting. It was higher than that of plants grown under 7 and 10 hrs of day length. Photosynthetic rate at 5 weeks after planting was not significantly different among treatments. Moreover, the result showed that chlorophyll fluorescence was also not significantly different among treatments at 3, 4 and 5 weeks after planting. For food reserves in new rhizomes, it was found that total non-structural carbohydrate and reducing sugar in new rhizomes and storage roots of plants under 13 hrs of day length were significantly higher than those in the others treatments. Plants grown under short day length (7 hr) reduced in K concentrations in new rhizomes and reduced in P and Ca concentrations in storage roots

Keywords: Day length, photosynthesis, food reserves, *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} ศูนย์บริการการขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 52000

^{3/} ภาควิชาชีวเคมีประยุกต์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนิกากะ จ.นิกากะ 950-21

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

^{2/} H.M.The King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

^{3/} Department of Applied Biological Chemistry, Faculty of Agriculture, Niigata University, Niigata 950-21, Japan

บทคัดย่อ: ผลของความยาววันต่อการเจริญเติบโตและการสะสมอาหารในปทุมมา ศึกษาโดยการปลูกปทุมมาในกระถางพลาสติกสีดำใช้ทราย : แกลบดิบ : ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1 : 1 : 1 เป็นวัสดุปลูก เมื่อต้นงอกจึงเริ่มให้พืชได้รับความยาววันที่แตกต่างกัน 3 กรรมวิธี คือ 7, 10 และ 13 ชั่วโมง ภายใต้สภาพความเข้มแสงเฉลี่ย $60 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นประมาณ 70 - 80 % พบว่า ปทุมมาที่ปลูกในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง มีความสูงมากที่สุดเฉลี่ย 103 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเฉลี่ย 0.82 ซม. ซึ่งมากกว่าที่ปลูกในสภาพความยาววัน 7 และ 10 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่า จำนวนใบต่อต้น จำนวนหัวใหม่ต่อกอ และจำนวนรากสะสมอาหารต่อหัวไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี ปทุมมาที่ปลูกในความยาววัน (13 ชั่วโมง) มีอัตราการสังเคราะห์แสง $50-55 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ เมื่ออายุ 3 และ 4 สัปดาห์หลังจากปลูก ซึ่งมากกว่าต้นที่เติบโตในสภาพความยาว 7 และ 10 ชั่วโมง แต่อัตราการสังเคราะห์แสง เมื่ออายุ 5 สัปดาห์หลังจากปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในปทุมมาทั้งสามกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับการสะสมอาหารในหัวใหม่ พบว่าปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) และน้ำตาลรีดิวซ์ (RS) ในหัวใหม่และรากสะสมอาหารของต้นที่เติบโตในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมงมีปริมาณที่ สูงกว่ากรรมวิธีอื่น นอกจากนี้ สภาพความยาววัน (7 ชั่วโมง) มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวใหม่ และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและแคลเซียมในรากสะสมอาหารต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น

คำสำคัญ: ความยาววัน การสังเคราะห์แสง การสะสมอาหาร ปทุมมา

คำนำ

ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) หรือสยามทิวลิป (Siam tulip) ใช้ประโยชน์เป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถาง หรือนำไปจัดสวน เป็นพืชเจริญเติบโตในเขตร้อน หรือกึ่งร้อนชื้น (Apavatjir et al., 1999) และกำลังได้รับความนิยมในตลาดโลก ประเทศไทยส่งออกหัวพันธุ์ไปจำหน่ายยังประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ และนิวซีแลนด์ คิดเป็นร้อยละ 75 ของการผลิตปทุมมาในประเทศไทย ส่วนอีกร้อยละ 25 เป็นการผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542 ข) ในปี พ.ศ. 2542 มีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 368 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 2 ล้านหัว มูลค่าการส่งออกเฉลี่ย 30 ล้านบาท ปัญหาของการผลิตหัวพันธุ์ปทุมมาเพื่อการส่งออกนอกจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ไปกับหัวพันธุ์แล้ว ยังพบว่ามีปัญหาที่สำคัญยิ่งอีกประการหนึ่งคือ การผลิตหัวพันธุ์ไม่ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการ มีผลกระทบเมื่อผู้นำเข้าหัวพันธุ์ไปปลูก เนื่องจากการเจริญเติบโตของต้นช้าลงและไม่สม่ำเสมอ ขนาดของหัวพันธุ์ที่ต่างประเทศต้องการนั้นต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 - 3 ซม. มีจำนวนดุมรากสะสมอาหาร 4 - 5 ดุม แต่การผลิตหัวพันธุ์ปทุมมายังไม่สามารถควบคุม

ให้ได้คุณภาพตามต้องการ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542 ก) โดยปกติเป็นการผลิตในฤดูปลูกที่มีการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นระยะที่หัวเริ่มเข้าสู่การพักตัว จากการศึกษาวงจรชีวิตของปทุมมาโดย จีรวัฒน์ (2535) พบว่า การเข้าสู่ระยะที่หัวพักตัว เป็นช่วงสภาพวันสั้น ความยาววัน และความเข้มของแสงเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเติบโตและพัฒนาของพืชโดย Kuehny et al. (2002) รายงานว่า ความสูงของต้นปทุมมาเพิ่มขึ้นเมื่อความยาววันเพิ่มขึ้น และจำนวนใบเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับความยาววันนาน 16 กับ 20 ชั่วโมงสำหรับการสะสมคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหารของหัวปทุมมามีรายงานของ Ruamrungsri et al. (2001) พบว่าหัวเป็นอวัยวะหลักในการเก็บสะสมไนโตรเจน และส่วนของรากสะสมอาหารเป็นอวัยวะหลักในการเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ Shanmugam and Muthuswamy (1974) รายงานว่า สภาพความยาววันช่วยเพิ่มไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตในใบของต้นเบญจมาศ ซึ่งเห็นว่าความยาววันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตเพื่อสร้างอาหารและการสะสมอาหารในพืช การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของความยาววันที่มีต่อการเติบโต การสะสมอาหารและธาตุอาหารของปทุมมาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการควบคุม

การผลิตหัวปทุมมาให้ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกปทุมมาโดยใช้หัวพันธุ์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ซม. และรากสะสมอาหาร 4 – 5 รากต่อหัว ในวัสดุปลูกประกอบด้วยทราย:แกลบดิบ:ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ปลูกลึกประมาณ 10 - 15 ซม. เมื่อต้นปทุมมามีความสูงประมาณ 5 ซม. หลังจากปลูกได้ 2 สัปดาห์ จึงเริ่มนำไปไว้ในสภาพความยาววันที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 7, 10 และ 13 ชั่วโมงต่อวัน โดยให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด cool daylight (Philips TLD 36W/865) ความยาวคลื่นแสง 405 - 812 nm ที่ความเข้มแสงเฉลี่ย $60 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, อุณหภูมิเฉลี่ย 27 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นเฉลี่ยประมาณ 70 - 80 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำในรูปแบบสารถละลาย ครั้งละ 100 มล. (ประกอบด้วย ไนโตรเจน 200 มก./ล., ฟอสฟอรัส 50 มก./ล., แคลเซียม 65 มก./ล., โพแทสเซียม 200 มก./ล., แมกนีเซียม 20 มก./ล., โบรอน 0.22 มก./ล., แมงกานีส 0.54 มก./ล., สังกะสี 0.26 มก./ล., โมลิบดีนัม 0.04 มก./ล. และเหล็ก 0.45 มก./ล.) จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มีจำนวน 3 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงด้านการเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น จำนวนใบต่อต้น วัดอัตราการสังเคราะห์แสงด้วยเครื่องวัดการสังเคราะห์แสง (Model Type LCA-4, Halma Group Co. Ltd.) วัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนต์ด้วยเครื่อง Plant Efficiency Analyser (Model PEA, Hansatech Intrument, UK) โดยวัดที่ใบแรกช่วงเวลา 10.00 น. ที่ 3, 4 และ 5 สัปดาห์หลังจากปลูก เมื่อหลังเก็บเกี่ยวบันทึกจำนวนหัวใหม่ต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางของหัว น้ำหนักสดแห้งของหัวใหม่ จำนวนตุ่มรากสะสมอาหารต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลางของตุ่มรากสะสมอาหาร น้ำหนักสดแห้งของรากสะสมอาหารใหม่ และในหัวและรากสะสมวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Total Nonstructural Carbohydrate; TNC) และน้ำตาลรีดิวซ์

(Reducing Sugar; RS) ตามกรรมวิธีของ Nelson's (A.O.A.C., 1990) วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธีดัดแปลงของ Kjeldahl (Ohyama *et al.*, 1985, 1991) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธี Calorimetric (Ohyama *et al.*, 1991) และวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมงกานีส ด้วย Atomic absorption spectrophotometer (Model AA-6401F, Shimadzu, Japan)

ผลและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและอัตราการสังเคราะห์แสง

จากการศึกษา พบว่า ความสูงต้น (ซม.) และเส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.) ของลำต้น ที่เติบโตในสภาพความยาววันต่าง ๆ กันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยต้นปทุมมาที่เจริญเติบโตในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง มีความสูงมากที่สุด คือ 103.00 ซม. แต่ไม่แตกต่างกับในสภาพความยาววัน 10 ชั่วโมง (96.00 ซม.) ส่วนในสภาพความยาววัน 7 ชั่วโมง มีความสูงน้อยที่สุด คือ 90.67 ซม. ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่เติบโตในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมงและไม่แตกต่างกับที่ 10 ชั่วโมง แต่มีขนาดมากกว่าในสภาพความยาววัน 7 ชั่วโมง ลักษณะของต้นที่เติบโตในสภาพความยาววันที่แตกต่างกันเมื่อ 15 สัปดาห์หลังจากปลูก (ภาพที่ 1) ซึ่งพืชมีจำนวนใบต่อต้นที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง ช่วยเพิ่มความสูงของต้นปทุมมาได้เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพความยาววัน 7 ชั่วโมง สอดคล้องกับรายงานของ Kuehny *et al.* (2002) อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่า สภาพความยาววัน 7 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อช่วงของระยะการเจริญเติบโตของต้นและการออกดอกเมื่อเปรียบเทียบกับ 13 ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงความยาววันในฤดูฝนของประเทศไทย สภาพความยาววันน้อยกว่า (7 และ 10 ชั่วโมง) มีผลทำให้ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นลดลง การเกิดและพัฒนา ช่อดอกอ่อนของต้นปทุมมาที่เติบโตในสภาพความยาววัน 7 และ 10 ชั่วโมง ไม่แตกต่างจากต้นที่ได้รับสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง แต่พบว่า สภาพความยาววัน 7 และ 10 ชั่วโมง ดอกอ่อนไม่พัฒนาต่อไป และเกิด

Table 1 Effect of day length (7, 10, 13 hr) on plant height, diameter of pseudo-stem, number of leaves per plant culture at 15 weeks after planting.

Day length (hrs)	Height (cm) ^{1/}	Diameter of pseudo-stem (cm) ^{1/}	No. of leaves per plant ^{1/}
7	90.67±34.30b	0.55±0.02b	3.00±0.00a
10	96.00±14.20ab	0.68±0.03ab	3.00±0.00a
13	103.00±28.20a	0.82±0.19a	3.33±1.33a

^{1/} Means within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05



Figure 1 Plants and psudo-stem under different day length conditions: 7, 10 and 13 hrs at 15 weeks after planting [(A), (B) and (C) respectively].

ลักษณะสีน้ำตาลฝอยอยู่ภายในกาบใบ (ภาพที่ 2) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าสภาพความยาววัน 7 และ 10 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการชักนำให้เกิดการสร้างตาออก แต่มีผลยับยั้งการพัฒนาของช่อดอกและการบานดอกของปทุมมา Ruamrungsri *et al.* (2005) รายงานว่า ในสภาพอุณหภูมิต่ำช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย การเพิ่มความยาววันโดยการให้แสงคั่นช่วงกลางคืน (night break) จากหลอดไฟ (artificial light source) นานประมาณ 2 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาคุณภาพของดอกได้

อัตราการสังเคราะห์แสงของใบพืชเป็นการวัดการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยเวลาโดยคำนวณการดูดใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน (O₂) และการสร้างอาหาร (organic material; dry matter) (Lawlor and Lawlor, 1995) จากการทดลองพบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของใบปทุมมา (*Pn*) และค่า

คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (*Fv/Fm*) วัดจากใบแรกที่สมบูรณ์เต็มที่ เมื่อพืชอายุ 3 และ 4 สัปดาห์หลังจากปลูก (ภาพที่ 3A และ 3B) พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงของใบที่เติบโตในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 50 - 55 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ซึ่งสูงกว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของใบในสภาพให้แสง 7 และ 10 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าระหว่าง 28 - 34 และ 24 - 26 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ตามลำดับ แม้ว่าต้นปทุมมาที่สภาพความยาววัน 10 ชั่วโมงมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่ต่ำกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับที่ความยาววัน 7 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามทั้งสองกรรมวิธี (7 และ 10 ชั่วโมง) มีอัตราการสังเคราะห์แสงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ต่อมาในสัปดาห์ที่ 5 หลังจากปลูก พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงของทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากการศึกษ พบว่า สภาพความยาววันเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลือง (Ohashi *et al.*, 2006



Figure 2 Floral abortion occurred under 7 and 10 hr of day length at 6 weeks after planting.

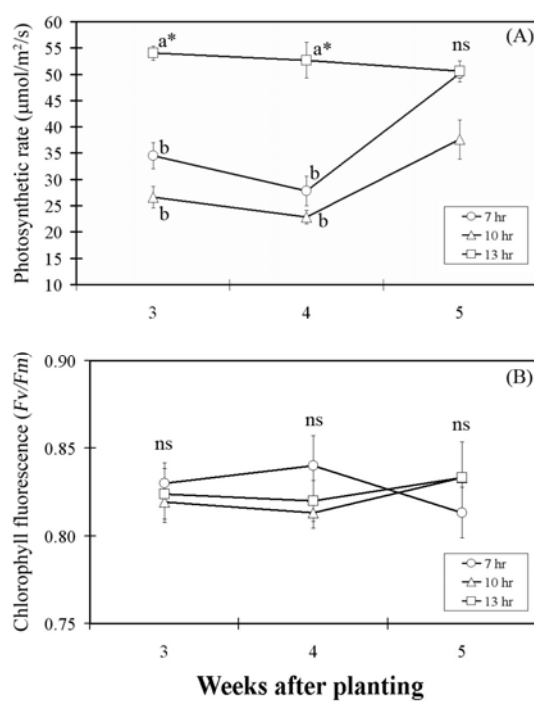


Figure 3 Photosynthetic rate (A) and chlorophyll fluorescence (B) of plants growing under different day length conditions in controlled room. Error bars denote the SE (n=10).
* indicate significant differences at $P<0.05$, ^{ns} no significant.

สำหรับการทดลองนี้พบความแตกต่างเมื่อพืชอายุ 3 และ 4 สัปดาห์หลังจากปลูก อย่างไรก็ตามอัตราการสังเคราะห์แสงอาจเปลี่ยนแปลงไปตามอายุของพืช (เฉลิมพล, 2542) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า เมื่อพืชอายุ 5 สัปดาห์หลังจากปลูก อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 3A) อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับผลของตำแหน่งใบ ช่วงเวลาในรอบวัน และผลของความเข้มแสงต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ตลอดจนค่าการสังเคราะห์แสงรวมทั้งต้นของปทุมมาเพื่อสามารถอธิบายผลกระทบได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

สำหรับค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (F_v/F_m) ที่เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง และเป็นการวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชซึ่งเกิดจากความเครียดเนื่องจากสภาพแวดล้อม จากผลการทดลองพบว่า ค่า F_v/F_m ของใบปทุมมาที่เติบโตในสภาพความยาววันต่างกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 0.81 - 0.84 (ภาพที่ 3B) หลังจากการเจริญเติบโตทางลำต้นสิ้นสุดลง พืชเข้าสู่ระยะพักตัว จากผลการทดลองพบว่า ขนาดและปริมาณของหัวใหม่และรากสะสมอาหารที่เติบโตในสภาพความยาววันแตกต่างกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) พืชที่ปลูกทั้งสามกรรมวิธีมีจำนวนหัวใหม่เฉลี่ย 1 หัวต่อกอ เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.6 - 2.4 ซม. น้ำหนักสดต่อหัว 5.4 - 6.9 ก. น้ำหนักแห้งต่อหัว 1.4 - 1.6 ก. จำนวนตุ่มรากสะสมอาหารต่อหัว 2.8 - 3.5 ราก ความยาวตุ่มรากสะสมอาหาร 3.6 - 5.9 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางของตุ่มรากสะสมอาหาร 1.1 - 1.5 ซม. น้ำหนักสดตุ่มรากสะสมอาหารต่อหัว 6.0 - 8.9 ก. น้ำหนักแห้งตุ่มรากสะสมอาหารต่อหัว 0.06 - 0.1 ก.

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและความเข้มข้นของธาตุอาหารสะสมในหัวและตุ่มราก

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) น้ำตาลรีดิวซ์ (RS) และความเข้มข้นของธาตุอาหารในหัวและตุ่มรากสะสมอาหารในระยะพักตัวเมื่ออายุ 18 สัปดาห์หลังจากปลูก พบว่า ปริมาณ TNC และ RS ในหัวใหม่และตุ่มรากสะสมอาหารของต้นปทุมมา

ที่เติบโตในสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง มีปริมาณที่สูงกว่า ต้นที่เติบโตในสภาพความยาววัน 7 และ 10 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับงานของ Shanmugam and Muthuswamy (1974) ซึ่งพบว่าสภาพวันยาวมีผลเพิ่มระดับความเข้มข้นคาร์โบไฮเดรตในใบ ของต้นเบญจมาศ

ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมในหัวใหม่ของปทุมมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับสภาพความยาววันต่างกัน (ตารางที่ 4) แต่ปริมาณโพแทสเซียมในหัวใหม่ของพืชที่เติบโตในสภาพวันยาว (13 ชั่วโมง) มีปริมาณสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย 344.46 ก.ต่อก.ของน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 4) ส่วนในตุ่มรากสะสมอาหาร พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สภาพวันยาว (13 ชั่วโมง) มีผลทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (10.41 ก.ต่อก.ของน้ำหนักแห้ง) และแคลเซียม (2.95 ก.ต่อก.ของน้ำหนักแห้ง) มากกว่ากรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 4) Shanmugam and Muthuswamy (1974) รายงานว่าในเบญจมาศที่เติบโตในสภาพวันสั้นมีปริมาณของไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่ใบลดลง และอิทธิพลของความยาววันต่อ การเปลี่ยนแปลงของแต่ละธาตุอาหารมีความแตกต่างกัน จากการทดลองนี้พบว่า ปทุมมาในสภาพความยาววัน 7 ชั่วโมง มีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวใหม่ต่ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชมักแปรผันตามปริมาณการได้รับธาตุอาหารนั้น ๆ Ohtake *et al.* (2006) รายงานว่า ปทุมมามีความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวและรากสะสมอาหารในปริมาณที่สูงขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ

สรุปผลการทดลอง

ปทุมมาที่เติบโตในสภาพความยาววัน 7 ชั่วโมง มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นทางด้านความสูง และทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเทียมลดลง แต่ไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวและตุ่มรากสะสมอาหาร น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังมีปริมาณ

Table 2 Effect of day length on number, diameter and weight of rhizomes and storage roots at 18 weeks after planting.

New rhizome ^{1/}					
Day length (hr)	No. of new rhizome per cluster	Diameter of new rhizome (cm)	Weight of new rhizome (g)		
			Fresh	Dry	
7	1.00±0 a	1.80±0.29a	5.43±0.34a	1.48±0.21a	
10	1.00±0a	1.60±0.17a	6.82±0.71a	1.40±0.71a	
13	1.00±0a	2.40±0.38a	6.97±0.81a	1.66±0.61a	
Storage root ^{1/}					
Day length (hr)	No. of storage roots per rhizome	Size of storage root (cm)		Weight of storage root (g)	
		Length	Diameter	Fresh	Dry
7	2.87±0.75a	4.50±0.24a	1.40±0.17a	6.03±1.72a	0.08±0.03a
10	2.93±0.91a	3.66±0.53a	1.50±0.28a	6.52±2.34a	0.06±0.06a
13	3.50±0.83a	5.94±0.61a	1.12±0.93a	8.94±4.83a	0.11±0.10a

^{1/} Means within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05

Table 3 Content of total nonstructural carbohydrate (TNC) and reducing sugar (RS) in new rhizomes and storage roots under different day length treatments at 18 weeks after planting.

Organ	Day length (hrs)	Concentration (mg glucose/plant)	
		TNC ^{1/}	RS ^{1/}
New rhizomes	7	170.21±12.43c	110.91±6.94c
	10	200.74±8.12b	153.83±5.74b
	13	330.88±20.56a	284.68±19.32a
Storage roots	7	243.46±10.24c	104.14±6.13b
	10	345.84±5.02b	120.12±6.68b
	13	403.32±9.75a	270.04±24.57a

^{1/} Means within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.0

คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในหัวและตุ่มรากสะสมอาหาร ตลอดจนความเข้มข้นของธาตุอาหารบางตัวได้แก่ โพแทสเซียมในหัว ฟอสฟอรัส และแคลเซียมในตุ่มรากสะสมอาหารลดลง ดังนั้นสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง จึงเหมาะสมต่อการผลิตปทุมมา

เพื่อตัดดอกและการผลิตหัว สำหรับการผลิตหัวปทุมมานอกฤดูภายใต้สภาพความยาววันน้อยกว่า 10 ชั่วโมง จำเป็นต้องมีการเพิ่มยาววันโดยการให้แสงไฟเพิ่มเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพของหัวปทุมมา

Table 4 Concentrations of nutrient elements in new rhizomes and storage roots under different day length treatment at 18 weeks after planting.

Day length (hrs)	Concentration in new rhizome (mg/g DW) ^{1/}				
	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Calcium	Magnesium
7	21.01±1.33a	6.98±0.32a	166.07±8.22c	4.46±0.33a	3.17±0.12a
10	21.53±8.25a	7.08±0.38a	262.52±3.45b	3.56±1.50a	3.39±0.56a
13	22.42±2.63a	7.38±0.54a	344.46±9.47a	3.42±0.71a	2.37±0.39a
Day length (hrs)	Concentration in storage root (mg/g DW) ^{1/}				
	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Calcium	Magnesium
7	10.37±0.57a	8.49±0.13b	86.22 ±5.39a	1.47±0.36b	4.77 ±0.40a
10	9.52±1.35a	6.43±0.55c	81.85±9.18a	1.40±0.37b	3.61±0.27a
13	8.84±0.97a	10.41±0.77a	86.17±7.41a	2.95±0.31a	4.23±1.15a

^{1/}Means within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัยสาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542 ก. ปทุมมาในสายตาผู้นำเข้า. รายงานการจัดงาน อะเมซิ่งไม้ออกเมืองร้อน. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542 ข. สรุปผลงานในรอบปี 2542. [ระบบออนไลน์] แหล่งข้อมูล: <http://www.doae.go.th/report/report41/index2.htm> (11 พฤษภาคม 2547)

จิรวัดณ์ ภูบัวเฟื่อน. 2535. การเจริญเติบโตและการพัฒนาดอกของปทุมมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 82 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. นพบุรีการพิมพ์, เชียงใหม่. 276 หน้า.

Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). 1990. Official methods of analytical. pp. 1189-1298. *In*: Method of Analytical, Association of Official Analytical Chemist, Inc., Virginia.

Apavatjirut, P., S. Anuntalabhochai, P. Sirirugsa and C. Alisi. 1999. Molecular in the identification of some early flowering Curcuma L. (Zingiberaceae) species. Ann. of Bot. 84: 529-534.

Kuehny, JS., Sarmiento MJ, Branch PC 2002. Cultural Studies in Ornamental Ginger., pp. 477-482. *In*: Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.

Lawlor, G., DW Lawlor. 1995. Light. pp. 546-629. *In*: W. David (eds). Plant physiology. Springer-Verlag. Berlin.

Ohashi, Y., N. Nakayama, H. Saneoka and K. Fujita. 2006. Effects of drought stress on photosynthetic gas exchange, chlorophyll

- fluorescence and stem diameter of soybean plants. *Biologia plantarum*. 50(1): 138-141.
- Ohtake, N., S. Ruamrungsri, S. Ito, K. Sueyoshi and T. Ohya. 2006. Effect of nitrogen supply on nitrogen and carbohydrate constituent accumulation in rhizomes and storage roots of *Curcuma alismatifolia* Gagnep., *Soil. Sci. Plant Nutr.* 52(6):711-716
- Ohya, T., Ikarashi T, Baba A 1985. Nitrogen accumulation the root of tulip plants (*Tulip gesneriana*). *Soil. Sci. Plant Nutr.* 31: 581-588.
- Ohyamm, T., I. Michiaki, K. Kobayashi, S. Araki, S. Yasuyoshi, O. Sasaki, T. Yamazaki, K. Soyama, R. Tanemura, Y. Mizuno and T. Ikarashi. 1991. Analytical procedures of N, P, K contents in plant and manure materials using $H_2SO_4-H_2O_2$ Kjeldahl digestion method. *Bull. Facul. Agric. Niigata Univ.* 43: 111-120.
- Ruamrungsri, S., N. Ohtake, K. Sueyoshi, C. Suwanthada, P. Apavatjirut and T. Ohya. 2001. Changes in nitrogenous compounds, carbohydrates and abscisic acid in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. during dormancy. *J. Hort. Sci. Biotech.* 76: 48-51.
- Ruamrungsri, S., J. Uthai-butra, O. Wichailux, N. Ohtake, K. Sueyoshi and T. Ohya. 2005. Effect of night break treatments on off-season flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. pp. 37-38. *In: The 1st International Symposium on Food Production and Environmental Conservation in East Asia.* Niigata University, Niigata. Japan.
- Shanmugam, A. and S. Muthuswamy. 1974. Influence of photoperiod and growth regulators on the nutrient status of chrysanthemum. *Indian J. of Hort.* 31(2):186-193.
-