

อิทธิพลของการเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน ต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของปทุมมา

Influence of Night Break Treatment on Photosynthetic Rate of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

พัชรี สิริตรากุลศักดิ์^{1/} สาวิตร์ มีจ้อย^{2/} และ ไสระยา ร่มรังษี^{1/3/}
Phatchari Siritrakulsak^{1/}, Sawit Meechoui^{2/} and Soraya Ruamrungsri^{1/3/}

Abstract: Effect of night break treatment on photosynthesis of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. was carried out. Planting was done on June 8, 2007, with average temperature 25 to 34 °C, relative humidity (RH) 57.73 % and 12 hours of day length. When shoot sprouted about 1 inch, the plants were transferred to two treatments. The first treatment, the plants were grown under natural condition (control). The second treatment, the plants were grown under night break treatment during 08.00 - 10.00 pm for 2 hours using 100 Watts incandescence lamp as light source. The results showed that plants grown in night break treatment were significantly higher in plant height than the control treatment. Number of leaves per plant, number of plants per cluster, number of days to the first floret opening and leaf color were not significantly different between treatments. Night break increased length of flower stalk higher than the control treatment. On the other hand, night break did not significantly affect number of length of spike, coma bracts and green bracts. Photosynthetic rate in both treatments were greatest at 10.00 am at 3rd fully expanded leaf stage. Chlorophyll fluorescence was not significantly different between treatments. Photosynthetically active radiation (PAR) was highest at 2.00 pm. Night break increased photosynthetic rate at 09.00 pm, significantly higher than the control treatment.

Keywords: *Curcuma alismatifolia* Gagnep., night break , photosynthetic rate, chlorophyll fluorescence

^{1/}ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/}สถาบันวิจัย และฝึกอบรมเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง จ. ลำปาง 52000

^{3/}ศูนย์บริการการพัฒนายายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/}Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

^{2/}Lampang Agricultural Research and Training Center, Rajamangala University of technology Lanna, Lampang , 52000, Thailand

^{3/}H.M. The King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ผลของการเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของปทุมมา ดำเนินการโดยปลูกปทุมมา เมื่อ 8 มิถุนายน 2550 ในสภาพอุณหภูมิเฉลี่ย 25 - 34 °C ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) 57.73 % ความยาววัน 12 ชั่วโมง เมื่อต้นพืชเริ่มออกประมาณ 1 นิ้ว จึงย้ายต้นกล้ามาให้ได้รับกรรมวิธีทดลอง 2 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1) ปลูกพืชโดยให้แสงธรรมชาติ (กรรมวิธีควบคุม) กรรมวิธีที่ 2) การปลูกโดยให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน (night break) ในช่วงเวลา 20.00 - 22.00 น. นาน 2 ชั่วโมง ด้วยหลอดอินแคนเดสเซนต์ (incandescent) 100 วัตต์ เป็นแหล่งให้แสงไฟ จากการทดลองพบว่า การให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนมีผลต่อความสูงของต้นปทุมมา ทำให้มีความสูงมากกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนจำนวนใบต่อดัน จำนวนต้นตอกอ จำนวนวันที่ดอกจริงดอกแรกบาน และสีใบ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ การให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน ทำให้ความยาวก้านดอกดีกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่ความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับชมพูและกลีบประดับเขียว ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนอัตราการสังเคราะห์แสงของปทุมมา พบว่า มีค่าสูงสุดในช่วง 10.00 น. ของระยะการเจริญเติบโตเมื่อใบ 3 ใบคลี่เต็มที่ในทั้งสองกรรมวิธี คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งสองกรรมวิธี ส่วนค่าปริมาณความเข้มแสงบนผิวใบพืช (PAR) มีค่าสูงสุดในช่วง 14.00 น. โดยกรรมวิธีให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน ช่วยให้มีความยาวก้านดอกดีกว่ากรรมวิธีควบคุม เมื่อเวลา 21.00 น. โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

คำสำคัญ: ปทุมมา การให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน อัตราการสังเคราะห์แสง คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์

คำนำ

ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) เป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีลำต้นสะสมอาหารอยู่ใต้ดินแบบเหง้า และมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศแถบอินโดจีน (Hagiladi et al., 1997a, and 1997b) การเจริญเติบโตของปทุมมาในสภาพธรรมชาตินั้น มีการเจริญทางลำต้น และให้ดอกในช่วงฤดูฝน ประมาณเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม จากนั้นทั้งใบจนหมดแล้ว พักตัวตลอดช่วงฤดูหนาวประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม เมื่อถึงฤดูฝนจึงเจริญเติบโตและออกดอกอีกครั้ง (อรรณพ, 2548)

จากการศึกษาการเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน นาน 2 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 20.00 - 22.00 น. พบว่า ช่วยเพิ่มความสูง และคุณภาพดอกของปทุมมาที่ปลูกนอกฤดูในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน (Ruamrungsri et al., 2005) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชมีระยะเวลาการสังเคราะห์แสงได้ยาวนานขึ้นอีก 2 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ Chang (2000) ศึกษาการปลูกปทุมมาในได้หวัน พบว่า ปทุมมาพักตัวในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน เมื่อทำการคั่นช่วงกลางคืนตั้งแต่วันที่ 22.00 - 02.00 น.

โดยการให้แสงไฟเพิ่มช่วยเพิ่มความยาวก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลางดอก Stirling et al. (2002) ได้ศึกษาการปลูก myoga (*Zingiber mioga* Roscoe.) ภายใต้สภาพความยาววันแตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ 1) วันยาว (แสง 16 ชั่วโมง) 2) วันสั้น (แสง 8 ชั่วโมง) และเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน (night break) และ 3) สภาพที่ได้รับวันสั้น (แสง 8 ชั่วโมง) เพียงอย่างเดียว พบว่าต้นที่ปลูกภายใต้สภาพวันยาว (แสง 16 ชั่วโมง) และเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน พืชสามารถสร้างตาออกได้ ส่วนต้นที่ปลูกภายใต้สภาพวันสั้น ไม่มีการสร้างตาออก

การสังเคราะห์แสงของพืช เป็นกระบวนการสรีรวิทยาที่พืชสีเขียวดูดซับพลังงานแสงแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีสะสมไว้ในรูปสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสารประกอบคาร์บอนที่มีพลังงานสูง อาทิเช่น น้ำตาลและแป้ง แล้วนำไปใช้ในกระบวนการสรีระต่าง ๆ ของพืช โดยผ่านกระบวนการหายใจ (นิวัติ, 2535) การสังเคราะห์แสงได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ ความเข้มแสง อุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ เป็นต้น และปัจจัยภายในพืชที่สำคัญ ได้แก่ อายุใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ เป็นต้น (พูนพิภพ, 2549) สมบุญ (2548) รายงานว่า ใบพืชที่แก่

หรืออ่อนเกินไป มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงต่ำ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชพิภพ และคณะ (2536) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด (P_{max}) ลดลงเมื่อตำแหน่งใบเพิ่มขึ้น โดย P_{max} เฉลี่ยของใบตำแหน่งที่ 8, 10 และ 12 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ถ้ามีจำนวนใบมากหรือมีพื้นที่ผิวใบมาก มีผลทำให้ปริมาณการสังเคราะห์แสงของพืชมากตามไปด้วย (นิวัติ, 2535)

อย่างไรก็ตาม ถ้าจำนวนใบมากเกินไปจนเหมาะสม เกิดการบังกันของใบภายในต้น ก็จะมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของทรงพุ่มลดลง เช่น ในมังคุด ซึ่งมีทรงพุ่มใหญ่ทำให้เกิดการบังกันของใบภายในต้น ทำให้ใบที่อยู่ในร่มได้รับความเข้มแสงต่ำ และมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำกว่าใบในแดดที่ได้รับแสงแดดเต็มที่ (สุนทร และพรณี, 2550) ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มแสงไฟในช่วงกลางวันกับการสังเคราะห์แสงของพืชมีไม่มากนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาในปทุมมา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอธิบายผลทางสรีรวิทยาของการให้แสงไฟในช่วงกลางวันต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการสภาพแวดล้อม ที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของปทุมมาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 – 2.0 เซนติเมตร และมีจำนวนตุ่มสะสมอาหาร 4 ตุ่มต่อหัว แช่น้ำนาน 3 วัน เปลี่ยนน้ำทุกวันเพื่อกระตุ้นการงอกของตา แล้วนำมาปลูกในถุงดำขนาด 6 x 12 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วยทราย : ถ่าน : แกลบ : เปลือกข้าวสุก : ดิน ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 โดยปริมาตร รดน้ำทุกวันให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ในระยะคลีใบ และปุ๋ยสูตร 13-13-21 ในระยะมีดอกและระยะลงหัว (กรมวิชาการเกษตร, 2550) เมื่อยอดแทงออกมาสูงประมาณ 1 นิ้ว จึงคัดเลือกต้นมาใช้ในการทดลอง สำหรับ

การเพิ่มแสงไฟในช่วงกลางวัน โดยใช้หลอดไฟฟ้าแบบอินแคนเดสเซนต์ ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 1 หลอดต่อตารางเมตร และใช้ผ้าสีดำคลุมพื้นที่ปลูกในช่วงกลางวัน ตลอดช่วงเวลาที่กำหนดไว้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยให้ได้รับกรรมวิธีทดลองแตกต่างกัน 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1) ปลูกในสภาพธรรมชาติ (ไม่ได้รับแสงไฟเพิ่มในช่วงกลางวัน) และกรรมวิธีที่ 2) ให้แสงไฟในช่วงกลางวันนาน 2 ชั่วโมง (เวลา 20.00 - 22.00 น.) ตั้งแต่ระยะงอกจนถึงระยะก่อนพักตัว

บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนต้นต่อกอ คุณภาพดอก วัดอัตราการสังเคราะห์แสง โดยใช้เครื่องมือ Portable automatic leaf photosynthesis measurement (Model LCA4, ADC, Hoddesdon, Herts, England) และวัดประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์โดยใช้เครื่องมือ Chlorophyll fluorescence measurement (Exciting Chlorophyll Fluorescence Meter, Handy-PEA Type, Hansatech Model, UK) โดยวัดใบที่ 3 คลี่เต็มที่ ที่เวลา 06.00 08.00 10.00 12.00 14.00 16.00 18.00 และ 21.00 น.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

ผลของการเพิ่มแสงไฟในช่วงกลางวันต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา ทำให้ความสูงของต้นปทุมมา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟช่วงกลางวันมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีควบคุม (ปลูกสภาพธรรมชาติ) มีค่า 43.96 และ 41.50 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับจำนวนใบต่อต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนวันที่ดอกจริงดอกแรกบาน และความเขียวของสีใบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ให้ผลในทำนองเดียวกันกับงานทดลองของ Chidburee *et al.* (2007) รายงานว่าปทุมมาได้รับสภาพความยาววัน 13 ชั่วโมง มีความสูงมากกว่าได้รับสภาพความยาววัน 7 และ 10 ชั่วโมง นอกจากนี้ Kuehny *et al.* (2006) ได้ศึกษาในพืชสกุลขมิ้น ได้แก่ *Curcuma alismatifolia* พันธุ์ Siam Tulip, *C. petiolata*, *C. thorellii*

พันธุ์ Emperor, *C. cordata* และ *Kaempferia* sp. พันธุ์ Grande นาน 16 และ 20 ชั่วโมง พบว่าทุกชนิดมีความสูงจำนวนใบ จำนวนของหัว มากกว่าการให้แสงนาน 8 และ 12 ชั่วโมง เนื่องจากการเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน ช่วยให้พืชมีระยะเวลาการสังเคราะห์แสงได้ยาวนานขึ้น ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทั้งด้านความสูงและคุณภาพของดอกดีขึ้น เช่นเดียวกับการเพิ่มแสงไฟให้กับมะเขือเทศช่วยเพิ่มผลผลิตและขนาดผล เนื่องจากการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณแป้ง และน้ำตาลในใบเพิ่มขึ้นด้วย (Gosselin *et al.*, 1996)

คุณภาพดอก

การวัดคุณภาพดอกของปทุมมาหลังจากการเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน ในกรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน มีความยาวก้านดอกสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม

เล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ย 45.67 และ 44.92 เซนติเมตรตามลำดับ อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ พบว่า ความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีชมพู และจำนวนกลีบประดับสีเขียว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1) สอดคล้องกับรายงานของ Ruamrungsri *et al.* (2005) พบว่าในช่วงเดือนสิงหาคมการเพิ่มไฟให้กับปทุมมา ไม่มีผลต่อจำนวนกลีบประดับของปทุมมา เนื่องจากปทุมมาจัดเป็นพืชในกลุ่ม facultative long day plants (Hagiladi *et al.*, 1997b) ซึ่งพืชกลุ่มนี้สภาพวันยาวจะช่วยเพิ่มคุณภาพดอกและส่งเสริมการออกดอก ดังนั้นการปลูกปทุมมาในช่วงนี้ พืชได้รับความยาววันประมาณ 12-13 ชั่วโมง เป็นระยะเวลานานเพียงพอกับความต้องการของพืช ทำให้การเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนนั้น ไม่มีผลต่อคุณภาพของดอกมากนัก

Table 1 Growth of *C. alismatifolia* affected by night break treatments at flowering.

Treatment	Plants height (cm)	Number of leaves per plant	Number of plants per cluster	Leaf color	Number of days to the first floret opening (days)
Control	41.50b	3.33	3.25	63.33	83.67
Night break	43.96a	3.25	3.08	63.08	81.25
LSD _{0.05}	2.34	NS	NS	NS	NS

Mean within column followed by different letters are significantly different at P<0.05

Ns: not significantly different

Table 2 Flower qualities of *C. alismatifolia* affected by night break treatments.

Treatment	Length of flower stalk (cm)	Length of spike (cm)	Number of coma bracts	Number of green bracts
Control	44.92	16.54	9.92	8.58
Night break	45.67	16.46	10.00	8.50
LSD _{0.05}	NS	NS	NS	NS

Mean within column followed by different letters are significantly different at P<0.05

Ns: not significantly different



Figure 1 Length of spike (A) and length of flower stalk (B) of *C. alismatifolia* by night break treatment compared with control (no night break).

อัตราการสังเคราะห์แสง และประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์

อัตราการสังเคราะห์แสงของใบพืช เป็นการวัดการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยเวลาโดยคำนวณจากการดูดใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน และการสร้างอาหารของพืช สำหรับค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (Fv/Fm) เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง โดยการวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชที่เกิดจากความเครียดเนื่องจากสภาพแวดล้อม (Krause and Weis, 1991) ในการทดลองนี้วัดการสังเคราะห์แสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตเมื่อพืชมีใบ 3 ใบคลี่เต็มที่ ตั้งแต่เวลา 6.00 - 21.00 น. จากการทดลอง พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบปทุมมา (P_n) และค่าปริมาณความเข้มแสงบนผิวใบพืช (PAR) ทั้งกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน (night break) มีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลา 10.00 น. โดยอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดมีค่า 6.58 และ 7.54 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

เช่นเดียวกับอัตราการสังเคราะห์แสงของลำไยซึ่งสูงในช่วงเช้าประมาณ 10.00 น. และหลังจากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงเรื่อย ๆ บางครั้งอาจมีค่าติดลบ (ดารณี และตระกูล, 2545) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงที่ได้ วัดจากการลดลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ใน chamber ของเครื่องอันเนื่องมาจากถูกใบนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยเวลานั้นเปลี่ยนแปลงไป เมื่ออุณหภูมิในช่วงกลางวันและช่วงบ่ายสูงขึ้น ทำให้อัตราการหายใจของใบสูงขึ้นและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากออกมาสู่ chamber เมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ใน chamber ยังคงสูงขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงที่วัดได้จากเครื่องเป็นลบ แม้จะยังมีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นก็ตาม นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงเวลากลางคืนเมื่อพืชได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน มีอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าปริมาณความเข้มแสงบนผิวใบมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม มีค่าเฉลี่ย 1.59 และ 12.25 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3)

สำหรับค่าความเข้มแสงบนผิวใบปทุมมาในรอบวันมีแนวโน้มสูงเพิ่มขึ้นมากที่สุดในกรรมวิธีควบคุม เมื่อเวลา 14.00 น. มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางวันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเฉลี่ย 1701 และ 1309.6 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 3) โดยทั่วไปอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้น ถ้ามีความเข้มของแสงมาก โดยอุณหภูมิกับความเข้มของแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงร่วมกัน ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเพียงอย่างเดียว แต่ความเข้มของแสงน้อยจะไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระดับหนึ่งแล้วอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดต่ำลงตามอุณหภูมิและความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงพบว่าในช่วงเวลาตั้งแต่ 12.00-14.00 น. ปทุมมามีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากความเข้มแสงที่เพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 3) นอกจากนี้การที่พืชได้รับแสงที่มีความเข้มแสงมาก ๆ เป็นระยะเวลานานเกินไป รวมทั้งอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงบ่ายทำให้พืชเกิดการปิดของปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ซึ่งมีผลต่อการแพร่ของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านปากใบ ทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อยลงเพราะขาดคาร์บอนไดออกไซด์ (สมบุญ, 2548) สอดคล้องกับ Inamullah and Isoda (2005) ซึ่งรายงานว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของฝ้ายลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ โดยเฉพาะในช่วงบ่ายเนื่องจากอุณหภูมิที่ผิวใบเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดการปิดของปากใบ

การศึกษาค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ เป็นการวัดอัตราส่วนของ F_v/F_m ซึ่งแสดงถึงความสามารถของ photosystem II (PSII) ในการรับพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์และการถ่ายทอดพลังงานไปสู่ photosystem I (PSI) ซึ่งอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลต่อค่า F_v และ F_m ในพืช โดยค่า F_v มีค่าต่ำเมื่ออยู่ในสภาวะเครียด เช่น ความร้อน ส่วนค่า F_m ลดลงเมื่อความเข้มแสงสูง แต่ไม่เปลี่ยนแปลงโดยอุณหภูมิ ซึ่งอัตราส่วนระหว่าง F_v/F_m มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการใช้แสง (Krause and Weis, 1991) จากผลการทดลอง พบว่าค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (F_v/F_m) ของใบปทุมมาในกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ได้รับแสงไฟคั่นช่วงกลางวัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 0.77 - 0.78 และ 0.76 - 0.77 F_v/F_m ตามลำดับ (ภาพที่ 4) ซึ่งค่า F_v/F_m ของใบปทุมมามีค่าสูงตลอดการทดลอง แสดงว่าพืชมีประสิทธิภาพในการใช้แสงสูงด้วย

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ให้แสงไฟคั่นช่วงกลางวัน (กรรมวิธีที่ 2) สามารถเพิ่มการสังเคราะห์แสงให้กับพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความสูงของต้นในกรรมวิธีนี้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อไปถึงผลของการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางวัน หรือสภาพความยาววันต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอื่น ๆ ของปทุมมา เช่น สอริโมนพืช และสารอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

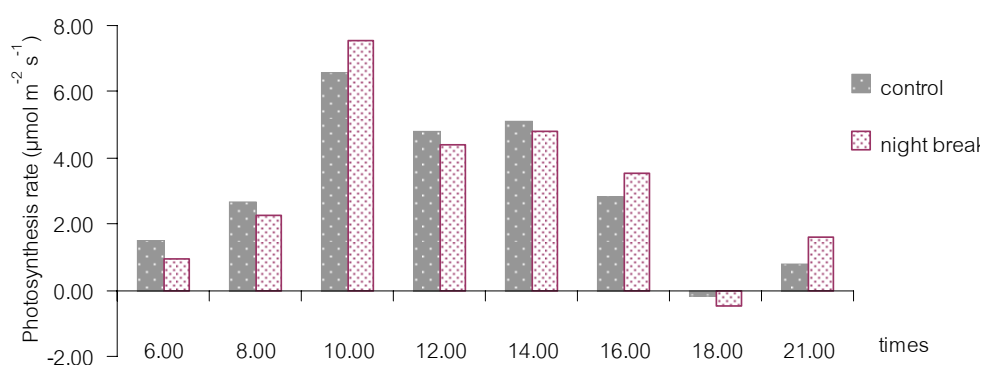


Figure 2 Photosynthetic rate of the 3rd fully expanded leaf stage effected by night break treatment.

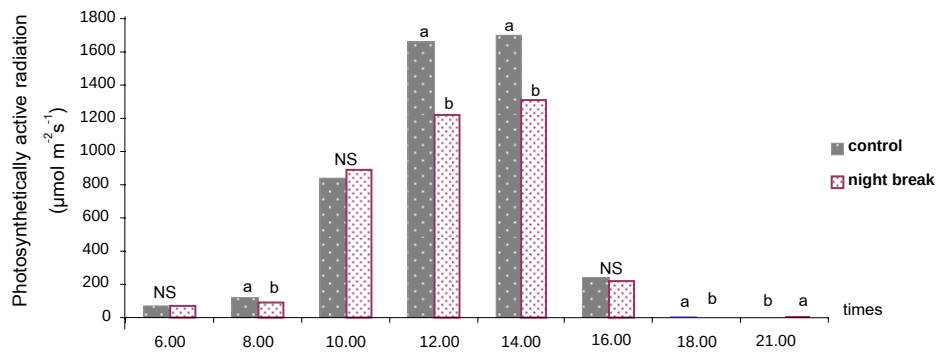


Figure 3 Photosynthetically active radiation of the 3rd fully expanded leaf stage effected by night break treatment.

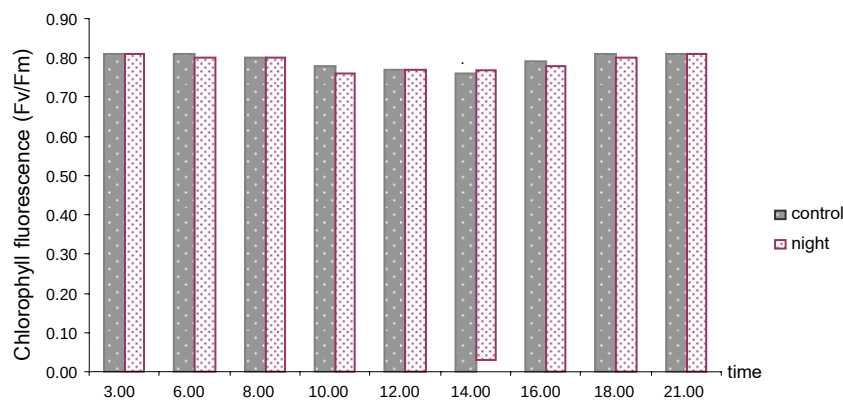


Figure 4 Chlorophyll fluorescence of the 3rd fully expanded leaf stage effected by night break treatment.

สรุป

ปทุมมามีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันสูงที่สุดในช่วงเวลา 10.00 น. มีค่าเท่ากับ 7.54 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ดังนั้นช่วงเวลา 10.00 น. จึงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการวัดค่าอัตราการสังเคราะห์แสงของปทุมมา นอกจากนี้การเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืน ทำให้

ความสูง และความยาวก้านดอกของปทุมมาเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อความยาวช่อดอก จำนวนใบต่อดัน จำนวนต้นตอกอ จำนวนวันที่ดอกจริงดอกแรกบาน และความเขียวของสีใบ และการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน ช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงให้กับปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาอาจารย์สาขาขาดแคลน มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณศูนย์บริการการพัฒนขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ให้การสนับสนุนวัสดุการทดลองบางส่วน

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2550. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปทุมมา Good Agricultural Practice (GAP) For Curcuma. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/gap/gap_Curcuma.html (10 มิถุนายน 2552).
- ดารณี เกียรติสกุล และตระกูล ต้นสุวรรณ. 2545. ผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในลำไย. วารสารเกษตร 18(3):180-189.
- นิวัติ เรืองพานิช. 2535. วิทยาศาสตร์ทุ่งหญ้า. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 260 หน้า.
- พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. ชีววิทยา 2 : สมดุลของน้ำในพืช ธาตุอาหารพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง นิเวศชีววิทยาของการสังเคราะห์แสง การหายใจและเมแทบอลิซึมของไขมัน การเคลื่อนย้ายสารอาหารในพืช การเจริญเติบโตของพืช การเคลื่อนไหวของพืชและชีววิทยา การตอบสนองต่อปัจจัยภายนอก ออกซินควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนา ไซโตไคนินควบคุมการแบ่งเซลล์ จิบเบอเรลลินควบคุมความสูงของพืช เอทิลีนฮอร์โมนที่เป็นแก๊ส Abscissic acid ชีววิทยาของการควบคุมการออกดอก ชีววิทยาการตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม. มุลนิธิ สอวน., กรุงเทพฯ. 440 หน้า.

- พูนพิภพ เกษมทรัพย์ เจษฎาภัทรเลอพงษ์ เจริญศักดิ์ ไรจฤทธิพิเชษฐ์ และเพ็ญ สายขุนทด. 2536. รายงานเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งใบและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบมันสำปะหลัง 3 พันธุ์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 105-113 หน้า.
- สุนทรี ยิ่งชัชวาล และพรณี ชื่นนกร. 2550. ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของมังคุดของพันธุ์. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. 60 หน้า.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 252 หน้า.
- อภิชาติ ชิดบุรี ฉันทนา สุวรรณธาดา วิวัฒน์ บัณฑิตย์ ทากุจิ โอยามา และโศระยา ร่วมรังษี. 2550. ผลของความยาววันต่อการเติบโต การสังเคราะห์แสง และการสะสมอาหารในปทุมมา. วารสารเกษตร 23(2) : 105 - 113.
- อรรธรณ วิชัยลักษณ์. 2548. ปทุมมา. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 136 หน้า.
- Chang, C. S. 2000. Dormancy in curcuma (*Curcuma alismatifolia*). [Online]. Available: <http://www.tndais.gov.tw/RBulletin/paper34.3.html>. May 20, 2009).
- Chidburee, A., W. Bundittaya, C. Suwanthada, N. Ohtake, K. Sueyoshi, T. Ohya and S. Ruamrungsri. 2007. Effects of red light on growth, photosynthesis and food reserves in *curcuma alismatifolia* Gagnep. Thai Journal of Agricultural Science 40(1-2) : 57 - 63.
- Gosselin, A., H. L. Xu and M. Dafiri. 1996. Effects of supplemental lighting and fruit thinning on fruit yield and source- sink relations of greenhouse tomato plants. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 65 (3) : 595-601.

- Hagiladi, A., N. Umiel, X. H. Yang and Z. Gilad. 1997a. *Curcuma alismatifolia*. I. Plant morphology and effect of tuberous root number on flowering date and yield of inflorescences. *Acta Horticulturae* 747 - 753.
- Hagiladi, A., N. Umiel and X.H. Yang. 1997b. *Curcuma alismatifolia*. II. Effects of temperature and day length on the development of flower propagules. *Acta Horticulturae* 430: 755-761.
- Inamullah, A. and A. Isoda. 2005. Adaptive changes in soybean and cotton to water stress I. Transpiration changes in relation to stomatal area and stomatal conductance. *Plant Production Science* 8 : 16-26.
- Krause, G.H. and E. Weis. 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The Basics. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology* 42 : 313 - 349.
- 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 Horticulturae International Symposium on New Floricultural Crops*. [Online]. Available: http://www.actahort.org/books/683/683_14.htm.7 (August 22, 2007).
- Ruamrungsri, S., J. Uthai-butra, O. Wichailux, N. Ohtake, K. Sueyoshi and T. Ohyama. 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.
- Stirling, K. J., R. J. Clark, P. H. Brown and S. J. Wilson. 2002. Effect of photoperiod on flower bud initiation and development in myoga (*Zingiber mioga* Roacoe). *Scientia Horticulturae* 95(3) : 261-268.
-