พาโคลบิวทราโซล : ผลต่อการเติบโตของทรงพุ่มและปริมาณคลอโรฟิลล์ของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์

Paclobutrazol : effects on canopy growth and chlorophyll content of *Adenium obesum* cv. Holland

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย[1*]

Nitipat Pattanachatchai[1*]

บทคัดย่อ: การเติบโตของทรงพุ่มชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์-มิสไทยแลนด์ ต่อพาโคลบิวทราโซล ซึ่งดำเนินการทดลองที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ในเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม 2554 โดยปลูกพืชทดลองอายุ 3 เดือน ที่ได้จากการเพาะเมล็ดในกระถางขนาด 8 นิ้ว หลังจากปลูก 30 วัน จึงให้สิ่งทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ที่จัดแบบแฟคทอเรียล ประกอบด้วยการราดสารพาโคลบิวทราโซลที่มีความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0 (น้ำกลั่น), 100, 200, 300 และ 400 มก./ล. โดยราดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน 3 ระยะคือ พร้อมการตัดยอด ก่อนและหลังการตัดยอด 15 วัน พบว่าระดับความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลที่เพิ่มขึ้นในทั้ง 3 ระยะ ของการราดสารส่งผลให้เกิดการลดการเจริญเติบโตของใบและปล้อง แต่กลับช่วยเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งขนาดของใบและทรงพุ่มที่เหมาะสมกับขนาดของกระถางเป็นผลมาจากการราดสารที่ระดับความเข้มข้น 200 มก./ล.ทั้งก่อนและหลังการตัดยอด 15 วัน
คำสำคัญ: พาโคลบิวทราโซล, ชวนชม, ความเข้มข้น, เวลาราดสาร

ABSTRACT: Canopy growth of *Adenium obesum* cv. Holland desert rose was experimented from January to May 2011 at Surindra Rajabhat University, Surin, Thailand. Four-month-old seeds of propagated Adenium plants were grown in 8-inch plastic pots. The treatment combinations were experimented according to a factorial arranged in a completely randomized design, consisting of 5 different concentrations of PBZ: 0 (distilled water), 100, 200, 300, and 400 mg/l; and 3 different times of drenching: immediate cutting, 15-day pre-cutting, and 15-day post-cutting. These were applied to the experimental plants. The results showed increased concentration levels at all times of drenching, resulting in significantly decreased growth of leaf and internode, but increased leaf chlorophyll content. Additionally, the suitable leaf and canopy sizes for potted size were affected by the drenching of 200 mg/l PBZ both 15-day pre-cutting and 15-day post-cutting.
Keywords: paclobutrazol, *Adenium obesum*, concentration, drenching time

บทนำ

พาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) เป็นสารสังเคราะห์ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบไทรอะโซล โดยชื่อทางเคมี คือ (2RS, 3RS)-1-[4-chlorophenyl]-4, 4-dimethyl-2-[1H-1, 2, 4-triazol-1yl]-pentan-3-ol (Basra, 2000) โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ ที่สำคัญในการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน (PGRSA, 1990; Rademacher, 1997) ทำให้พืชที่ได้รับสารดังกล่าวมีระดับความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินลดต่ำลง (Steffen et al., 1992) จึงมีผลในการยับยั้งการแบ่งเซลล์และการยืดยาวของเซลล์ (Cumming et al.,

[1] ภาควิชาเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000
Department of Agriculture and Environment, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, Surin 32000, Thailand

* Corresponding author: pattanachatchai@gmail.com

1999) ในบริเวณใต้ปลายยอดโดยไม่เกี่ยวกับปลายยอดโดยตรง ดังนั้นจึงไม่มีผลต่อใบซึ่งมีจุดกำเนิดที่ปลายยอดจำนวนใบจึงยังคงไม่เปลี่ยนแปลง (Sterett, 1985) เป็นผลให้กิ่งไม่ยืดยาวความยาวของกิ่งจึงสั้นกว่าปกติ

การให้สารพาโคลบิวทราโซลกับพืช สามารถกระทำได้ทั้งวิธีพ่นทางใบและการราดสารลงดินแต่วิธีการที่เหมาะสม คือ การราดสารลงดินเนื่องจากสารสามารถดูดซึมผ่านทางรากได้ดีและเร็วกว่าการให้สารทางใบ (พีรเดช, 2537) ซึ่งการราดสารลงดินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชในทุกส่วนได้นานกว่าและใช้ในอัตราที่ต่ำกว่าการพ่นสารทางใบเนื่องจากเมื่อเคลื่อนย้ายเข้าสู่ใบพืชโดยการให้ทางใบแล้วสารบางส่วนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ท่อลำเลียงอาหาร ทำให้สารไม่สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่จะแสดงผลตอบสนองต่อสารได้อย่างทั่วถึง (William and Edgerton, 1983)

สารพาโคลบิวทราโซลนิยมใช้ ในแวดวงของการผลิตไม้ดอกไม้ประดับเพื่อช่วยให้ทรงพุ่มมีขนาดกะทัดรัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในไม้กระถางที่ต้องการความสวยงามของทรงพุ่มที่ได้สัดส่วนกับขนาดของกระถาง เช่น ชวนชม (*Adenium obesum* (Forssk.) Roem & Schult) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา จึงมีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้ง จนได้รับสมญานามว่ากุหลาบทะเลทราย (desert rose) นอกจากนี้ชวนชมยังมีอัตราการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้า จึงกลายเป็นจุดเด่นในการนำไปปลูกเลี้ยงเป็นไม้บอนไซและยังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากสำหรับใช้เป็นต้นตอเพื่อการเสียบยอดของการผลิตไม้กระถางแฟนซี อย่างไรก็ตาม ความสวยงามและความเหมาะสมกับขนาดของกระถางที่ใช้ปลูกชวนชม เปลี่ยนแปลงไปตลอดระยะเวลาการปลูกที่เพิ่มขึ้นย่อมก่อให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างขนาดของลำต้น และกระถางที่ใช้ปลูกซึ่งโดยทั่วไปการแก้ปัญหาของผู้ปลูกมักนิยมใช้วิธีการตัดแต่งส่วนเกินของทรงพุ่ม แต่เนื่องจากการปฏิบัติดังกล่าว มีผลต่อการสูญเสียธาตุอาหารพืชและสารสังเคราะห์ที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของทรงพุ่มขณะที่ต้นกำลังเจริญเติบโต ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการสร้างดอกและลดความสวยงามของทรงพุ่มได้ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้แล้วตำแหน่งของรอยแผลอันเกิดจากการถูกตัดยังอาจเป็นช่องทางให้จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชเข้าทำความเสียหายแก่ชวนชมได้

จากการศึกษาของใจศิลป์ (2542) พบว่าการเพิ่มความสูงของต้นและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์ มีอัตราลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อใช้ลดความสูงและขนาดทรงพุ่มในไม้ดอกไม้ประดับอื่นเช่น กุหลาบหนูพันธุ์ Heidi Parade และพันธุ์ Charming Parade (จารุวรรณ, 2546) ต้นฟิวเชียพันธุ์ Beacon (Gad et al., 1997) ต้นโรโดเดนดรอนพันธุ์ Banden Banden (Grzesik et al., 1992) และพันธุ์ Sir Robert Peel (Wilkinson and Richard, 1991) และในต้น *Bouvadia humboldtii* (Wilkinson and Richard, 1987) สารพาโคลบิวทราโซลยังมีผลต่อการลดลงของพื้นที่ใบเพื่อให้ได้ใบที่มีขนาดเหมาะสมด้วย เช่น ในต้นไทร (*Ficus benjamina* L.) และพืชตระกูลพลูด่าง (*Epipremnum aureum* Bunt.) (Conover and Satterthwaite, 1996) ซึ่งขนาดของใบที่เล็กลง และมีความหนามากขึ้นเป็นผลให้สามารถตรวจพบปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบได้เพิ่มขึ้น (Khalil, 1995) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการราดสารพาโคลบิวทราโซล ที่มีต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของทรงพุ่มและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์-มิสไทยแลนด์ เพื่อปลูกเป็นไม้ดอกกระถาง

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) โดยจัดกรรมวิธีแบบแฟคทอเรียลที่ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ปัจจัยระดับความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 (น้ำกลั่น) 100, 200, 300 และ 400 มก./ล. และปัจจัยช่วงเวลาในการราดสารที่แตกต่างกัน 3 ระยะ คือ ราดสารพร้อมการตัดยอด ก่อนการตัดยอด 15 วัน และหลังการตัดยอด 15 วัน โดยตำแหน่งที่ทำการตัดยอดวัดจากผิววัสดุปลูกขึ้นมา 5 เซนติเมตร จากนั้นจึงให้กรรมวิธีทั้ง

15 กรรมวิธี กับต้นชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์-มิสไทยแลนด์อายุ 4 เดือน ที่ได้จากการเพาะเมล็ดจำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 7 ต้นซึ่งแต่ละต้นถูกปลูกลงในกระถางพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปากกระถาง 8 นิ้ว ที่มีส่วนผสมของวัสดุปลูก คือ ทราย : ปุ๋ยคอกจากมูลโค : กาบมะพร้าวสับในสัดส่วน 1:1:2 โดยปริมาตร มีการให้น้ำวันละครั้ง ช่วงเวลา 8.00 น. และการให้ปุ๋ยเม็ดละลายช้าสูตร 14-14-14 ปริมาณ 1 ช้อนชาต่อกระถาง เพียงครั้งเดียวในวันที่ย้ายปลูกพืชลงกระถางจัดหน่วยทดลอง (กระถางพืช) ก่อนได้ รับกรรมวิธี 30 วัน เตรียมสารละลายพาโคลบิวทราโซลจากสารทางการค้า (ทะวาย ®10% active ingredient) ให้ได้ตามกรรมวิธีกระถางละ 50 มิลลิเมตร งดให้น้ำในวันถัดไปหลังจากที่ให้ในกรรมวิธีต่างๆ แล้วจากนั้นจึงให้น้ำตามปกติทุก 2 วัน ในปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อกระถาง ทำการทดลองที่เรือนผลิตพืชเศรษฐกิจ ภาควิชาเกษตรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือน พฤษภาคม 2554 บันทึกผลการทดลองเมื่อพืชได้รับกรรมวิธีครบ 120 วัน ได้แก่ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวปล้อง ความสูงทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่มและปริมาณคลอโรฟิลล์ใบ โดยใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์รุ่น SPAD502 (Minolta, Japan)

วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยหลักภายในกลุ่ม treatment combination โดยวิธีการของ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS เวอร์ชั่น 17.0

ผลการศึกษา

ความกว้างของใบ

การราดสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 200 มก./ล. หลังการตัดยอด 15 วัน มีผลต่อความกว้างของใบเฉลี่ยลดลงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุมซึ่งมีความกว้างของใบเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.09 และ 2.93 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งความกว้างของใบมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาของการราดสาร (Table 1)

Table 1 Leaf width means as affected by concentration and drenching times of paclobutrazol application (cm.)

Drenching time	Concentration (mg/l)					
	0	100	200	300	400	Mean*
immediate	2.93a	2.35c-f	2.43b-e	2.47bcd	2.22efg	2.48a
15 d pre-cutting	2.58bc	2.17fg	3.13a	2.65b	2.29d-g	2.56a
15 d post-cutting	2.60b	2.26d-g	2.09g	2.36c-f	2.14fg	2.29b
Mean*	2.70a	2.26c	2.55b	2.49b	2.22c	

* Means in row and column with different letters are significantly different at $P \leq 0.01$ by DMRT.

C.V. = 6.55%, Standard error of mean = 0.04, n=35

ความยาวใบ

การราดสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 400 มก./ล. พร้อมการตัดยอดมีผลต่อความยาวของใบเฉลี่ยลดลงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุมซึ่งมีผลต่อความยาวของใบเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อราดสารพร้อมการตัดยอดและหลังการตัดยอด 15 วัน โดยมีค่าเท่ากับ 4.30, 7.65 และ 7.47 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งความยาวของใบมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาของการราดสาร (Table 2)

Table 2 Leaf length means as affected by concentration and drenching times of paclobutrazol application (cm.)

Drenching time	Concentration (mg/l)					
	0	100	200	300	400	Mean*
immediate	7.65a	5.87c	5.02de	4.99de	4.30g	5.56b
15 d pre-cutting	6.98b	5.11d	5.58c	4.58fg	4.94def	5.44b
15 d post-cutting	7.47a	5.67c	4.99de	5.79c	4.68ef	5.72a
Mean*	7.37a	5.55b	5.20c	5.12c	4.64d	

* Means in row and column with different letters are significantly different at P ≤ 0.01 by DMRT.

C.V. = 4.94%, Standard error of mean = 0.12, n=35

ความยาวปล้อง

การราดสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 300 มก./ล.ทั้งก่อนและหลังการตัดยอดและ 400 มก./ล. หลังการตัดยอดมีผลต่อการลดลงของความยาวปล้องเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุมที่ราดสารพร้อมการตัดยอดซึ่งมีผลต่อค่าเฉลี่ยความยาวของปล้องสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.40, 0.39, 0.38 และ 0.81 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งความยาวของปล้องมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาของการราดสาร (Table 3)

Table 3 Internode length means as affected by concentration and drenching times of paclobutrazol application (cm.)

Drenching time	Concentration (mg/l)					
	0	100	200	300	400	Mean*
immediate	0.81a	0.70c	0.53ef	0.47g	0.49fg	0.60a
15 d pre-cutting	0.75b	0.55e	0.52ef	0.40h	0.54e	0.55b
15 d post-cutting	0.73bc	0.60d	0.50efg	0.39h	0.38h	0.52c
Mean*	0.76a	0.61b	0.52c	0.42e	0.47d	

* Means in row and column with different letters are significantly different at P ≤ 0.05 by DMRT.

C.V. = 6.28%, Standard error of mean = 0.02, n=35

ความสูงทรงพุ่ม

การราดสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 300 มก./ล. และ 400 มก./ล. ก่อนตัดยอด 15 วันและ 400 มก./ล. หลังการตัดยอด 15 วัน มีผลต่อความสูงของทรงพุ่มที่ลดลงเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุมที่ราดสารพร้อมการตัดยอดซึ่งมีผลต่อความสูงของทรงพุ่มน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 7.21, 6.24, 7.24 และ 21.33 เซนติเมตรตามลำดับทั้งนี้ความสูงของทรงพุ่มมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาของการราดสาร (Table 4)

Table 4 Canopy height means as affected by concentration and drenching times of paclobutrazol application (cm.)

Drenching time	Concentration (mg/l)					
	0	100	200	300	400	Mean*
immediate	21.33a	14.21d	10.01fg	8.60gh	7.83h	12.40a
15 d pre-cutting	19.74b	10.69f	9.74fg	7.21hi	6.24i	10.73c
15 d post-cutting	18.19c	12.20e	10.44f	10.04fg	7.24hi	11.62b
Mean*	19.75a	12.33b	10.06c	8.62d	7.10e	

* Means in row and column with different letters are significantly different at P ≤ 0.05 by DMRT.

C.V. = 9.06%, Standard error of mean = 0.54, n=35

ความกว้างทรงพุ่ม

การราดสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ล. ก่อนตัดยอด 15 วัน และ 400 มก./ล. พร้อมการตัดยอดมีผลต่อความกว้างของทรงพุ่มที่ลดลงเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุมที่ราดสารพร้อมการตัดยอดและราดหลังการตัดยอด 15 วัน ซึ่งมีผลต่อความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ยน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 9.09, 8.88, 20.10 และ 19.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ความกว้างของทรงพุ่มมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาของการราดสาร (Table 5)

Table 5 Canopy width means as affected by concentration and drenching times of paclobutrazol application (cm.)

Drenching time	Concentration (mg/l)					
	0	100	200	300	400	Mean*
immediate	20.10a	13.69c	12.57d	9.86g	8.88h	13.02a
15 d pre-cutting	15.02b	9.09h	11.65e	10.44f	9.81g	11.20a
15 d post-cutting	19.69a	13.55c	10.74f	11.76e	10.45f	13.24a
Mean*	18.27a	12.11b	11.65c	10.69d	9.72e	

* Means in row and column with different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT.

C.V. = 2.71%, Standard error of mean = 0.39, n=35

ปริมาณคลอโรฟิลล์ใบ

การราดสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 100 200 และ 300 มก./ล. ก่อนการตัดยอด 15 วัน มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 57.59, 59.41 และ 59.07 SPAD-unit ตามลำดับซึ่งสูงกว่าในสิ่งทดลองควบคุมในทุกช่วงเวลาการราดสารอย่างมีนัยสำคัญทั้งนี้เมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 400 มก./ล. กลับพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 6)

Table 6 Leaf chlorophyll content means as affected by concentration and drenching times of paclobutrazol application (cm.)

Drenching time	Concentration (mg/l)					
	0	100	200	300	400	Mean*
immediate	56.41a-d	52.96ef	54.72b-f	57.42abc	51.79f	54.66b
15 d pre-cutting	52.00f	57.59ab	59.41a	59.07a	54.23c-f	56.46a
15 d post-cutting	55.33b-e	53.87def	54.14def	53.79def	56.40a-d	54.70b
Mean*	54.58bc	54.81bc	56.09ab	56.76a	54.14c	

* Means in row and column with different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT.

C.V. = 4.08%, Standard error of mean = 0.36, n=35

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการราดสารที่ระดับความเข้มข้น 200 มก./ล. ทั้งก่อนและหลังการตัดยอด 15 วันส่งผลต่อขนาดของใบและขนาดของทรงพุ่มที่มีความเหมาะสมกับขนาดของกระถางปลูกมากที่สุด (Figure 1) ในขณะที่การราดสารพร้อมการตัดยอดในระดับความเข้มข้นเดียวกันยังคงไม่มีความเหมาะสมต่อการควบคุมขนาดของทรงพุ่มพืชทดลอง

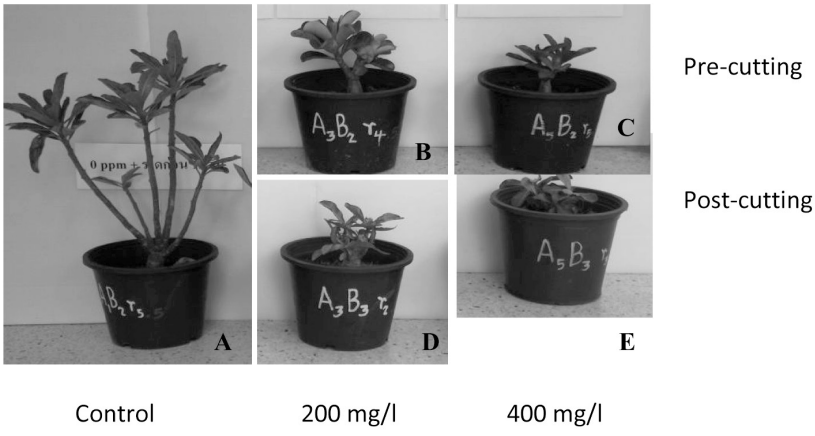

Figure 1 Canopy size of *Adenium obesum* as affected by different concentration and drenching time of paclobutrazol application 0 mg/l (control) (A), 200 mg/l(B) and 400 mg/l (C)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การราดสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ล. ก่อนการตัดยอดและ 400 มก./ล. หลังการตัดยอด 15 วัน ช่วยลดความกว้างของใบชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์-มิสไทยแลนด์ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามเนื่องจากพาโคลบิวทราโซลมีผลในการยับยั้งการแบ่งเซลล์ และการยืดยาวของเซลล์โดยกลไกการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินชั่วคราวในพืช (Sterett, 1985) ส่งผลให้พืชมีขนาดใบลดลงเช่นเดียวกับในใบ *Ficus benjamina* L. (LeCain et al., 1986) ใน *Epipremnum aureum* Bunt. (Conover and Satterthwaite, 1996) ชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์-มิสไทยแลนด์มีความยาวใบที่ลดลงมากที่สุด เมื่อได้รับสารที่ระดับความเข้มข้น 400 มก./ล. พร้อมการตัดยอดและ 300 mg/l ก่อนการตัดยอด 15 วัน ซึ่งความยาวของใบที่ลดลงดังกล่าวนี้น่าจะเป็นผลมาจากฤทธิ์ของพาโคลบิวทราโซลที่ลดการยืดยาวของเซลล์โดยที่จำนวนเซลล์ไม่ได้ลดลง เช่นในใบข้าวสาลี (Tonkinson et al., 1995) อย่างไรก็ตามการราดสารทันทีพร้อมการตัดยอดอาจมีผลต่อปริมาณการดูดซึมของสารเข้าสู่รากได้น้อยกว่าพืชทดลองที่ยังคงมียอดและใบติดอยู่กับลำต้น เพราะปราศจากแรงดึงเนื่องจากการคายน้ำทางปากใบ (Hopkins, 1995) และอาจมีความเป็นได้ว่าสารละลายพาโคลบิวทราโซล ยังคงตกค้างอยู่ในวัสดุปลูกเกือบทั้งหมดซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่ท่อน้ำของรากได้เพิ่มขึ้นเมื่อวัสดุปลูกมีความชื้นเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับที่พบการกระจายตัวของพาโคลบิวทราโซลที่ถูกติดตามด้วย C14 ในใบ 53% ในต้น 26% และในราก 21% (Wang et al., 1986) พาโคลบิวทราโซลที่ถูกดูดซึมจึงมาสะสมอยู่ในบริเวณรอยแผลที่ถูกตัดและเพิ่มมากขึ้น จนมีผลต่อชีวสังเคราะห์ของจิบเบอเรลลินในใบใหม่ที่ปรากฏในบริเวณรอยแผล อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความยาวของปล้องพบว่า มีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่เพิ่มขึ้น ระหว่าง 300 ถึง 400 มก./ล. เช่นเดียวกัน แต่เป็นผลมาจากการราดสารก่อนและหลังการตัดยอด 15 วัน ซึ่งในกรณีการราดสารก่อนการตัดยอด 15 วัน สันนิษฐานว่าสารละลายพาโคลบิวทราโซล อาจมีโอกาสที่จะถูกดูดซึมและลำเลียงไปยังลำต้นและใบได้ค่อนข้างมากกว่าการใช้สารในระยะเวลาอื่นเป็นผลให้ชีวสังเคราะห์ของจิบเบอเรลลินถูกยับยั้ง และทำให้การยืดยาวของเซลล์ในบริเวณใต้ปลายยอดลดลง (Sterett, 1985)

ความสูงของทรงพุ่มของพืชทดลองซึ่งลดลงมากที่สุด เมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 400 มก./ล. ก่อนการตัดยอด 15 วัน แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อการลดการยืดยาวของเซลล์ในบริเวณใต้ปลายยอด เนื่องจากชีวสังเคราะห์ของจิบเบอเรลลินถูกยังยั้ง (Rademacher,

1997) เป็นผลให้ความสูงของทรงพุ่มลดลงซึ่งสันนิษฐานว่าในสภาพที่พืชทดลองได้รับสารพาโคลบิวทราโซลก่อนที่จะถูกตัดยอด 15 วัน โอกาสที่จะถูกดูดและลำเลียงไปยังลำต้นและใบได้ค่อนข้างมากกว่า การราดสารในระยะเวลาอื่น

ความกว้างทรงพุ่มของพืชทดลองที่ลดลงมากที่สุดเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้นเพียง 100 มก./ล. ก่อนการตัดยอดซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับการราดสารที่ระดับความเข้มข้น 400 มก./ล. พร้อมการตัดยอด เนื่องจากกลไกการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินชั่วคราวในพืช (Sterett, 1985) ของพาโคลบิวทราโซลส่งผลให้พืชมีความกว้างทรงพุ่มลดลง เช่นเดียวกับชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์ (ใจศิลป์, 2542) กุหลาบหนูพันธุ์ Heidi Parade และ Charming Parade (จารุวรรณ, 2546) ฟิวเชีย พันธุ์ Beacon (Gad et al., 1997) และไรโดเดนดรอน พันธุ์ Banden Banden (Grzesik et al., 1992) ซึ่งสันนิษฐานว่าการราดสารที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ล. ก่อนตัดยอดช่วยให้สารเคลื่อนย้ายเข้าสู่ท่อน้ำของรากได้มากกว่าเพราะยังมีแรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบที่เพิ่มขึ้นเมื่อราดสารพาโคลบิวทราโซล ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 300 มก./ล. ก่อนการตัดยอด 15 วัน อาจมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ของพาโคลบิวทราโซลในการกระตุ้นการสังเคราะห์ไซโตไคนิน ซึ่งมีผลในการเพิ่มการเปลี่ยนสภาพของคลอโรฟิลล์ (Fletcher et al., 1982) ส่งผลให้สามารถตรวจวัดคลอโรฟิลล์ได้มากขึ้น เช่นเดียวกับในใบเข็มเชียงใหม่ (ภาณุพงศ์, 2548) ใบอะโวกาโดพันธุ์ Hass (Symons et al., 1990) ใบมะเขือเทศประดับ (de Moraes et al., 2005) และใบพริกประดับพันธุ์ Pitanga (SaraivaGrossi et al., 2005) อย่างไรก็ตามขนาดของใบที่เล็กลงเป็นผลให้สามารถตรวจพบคลอโรฟิลล์ได้ในปริมาณที่มากขึ้น โดยมิได้เป็นผลมาจากการสังเคราะห์รงควัตถุเพิ่มขึ้น (Khalil, 1995) อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ใบพืชมีสีเขียวเข้มข้น เนื่องจากพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการสร้างเนื้อเยื่อชั้นแพลิเซดเพิ่มขึ้น และมีช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลงในขณะที่เซลล์มีการเรียงตัวกันหนาแน่นขึ้น (Wood, 1984; Jaleel et al., 2009)

สรุป

การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในระดับความเข้มข้นสูงระหว่าง 300 ถึง 400 มก./ล. โดยราดในช่วงเวลาต่างกันกับชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์-มิสไทยแลนด์ มีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโตของใบทั้งด้านความกว้างและความยาว และยังมีผลต่อการชะลอการยืดยาวของปล้องอย่างชัดเจน ส่งผลให้ความสูงและความกว้างของทรงพุ่มลดลงตามไปด้วย โดยการราดสารที่ระดับความเข้มข้น 200 มก./ล. ทั้งก่อนและหลังการตัดยอด 15 วัน มีความเหมาะสมต่อการควบคุมขนาดของใบและขนาดของพุ่มของพืชทดลองมากที่สุดในขณะที่การราดสารที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 300 มก./ล. ก่อนการตัดยอด 15 วัน ช่วยเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบได้มากที่สุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ และขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ ภาควิชาเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ เฮียงมะณี. 2546. การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการผลิตกุหลาบหนูเป็นไม้ดอกกระถางขนาด 4 นิ้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ใจศิลป์ ก้อนใจ. 2542. การศึกษาอิทธิพลของสารพาโคลบิวทราโซลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของชวนชม. รายงานการวิจัย สถานีวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. วิชัยการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ภาณุพงศ์ ศรีอ่อน. 2548. ผลของสาร Paclobutrazolและ Trinexapac-ethyl ต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของไม้ดอกและไม้ประดับบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

Basra, A.S. 2000. Plant Growth Regulators in Agricuture and Horticulture : their role and commercial uses. The Haworth Press, NY.

Conover, C. A., and L. N. Satterthwaite. 1996. Paclobutrazol optimizes leaf size, vine length and plant grade of golden pothos (Epipremnumaureum) on totems. Journal of Environmental Horticulture. 14: 44-46.

Cummings, H. D., F.H. Yelverton, and T. W. Rufly. 1999. Rooting of creeping bentgrass in response to plant growth regulators and preemergence herbicides. Available: http://www.weedscience.msstate.edu/ swss/ Proceedings/1999/sectionII.pdf. Accessed Apr. 16, 2011.

de Moraes, P.J., J.A. SaraivaGrossi, S. de AraújoTinoco, D.J. Henriques da Silva, P.R. Cecon, and J.G. Barbosa. 2005. Ornamental tomato growth and fruiting response to paclobutrazol. Available : http://www. actahort.org/books/683/683_40.htm. Accessed Mar. 19, 2011.

Fletcher, R.A., V. Kallidumbil, and P. Steele. 1982. Au improved bioassay for cytokinin using cucumber cotyledons. Plant Physiology. 69: 675-677.

Gad, M., G. Schmidt, and L. Gerzson. 1997. Comparison of application methods of growth retardant on the growth and flowering of Fuchsia magellanica Lam. HortScience. 29: 70-73.

Grzesik, M., M. K. Joustra, and S. Marczynski. 1992. Effect of gibberellin GA3, paclobutrazol, chlormequat, and nutritional levels on the growth of rhododendron 'Baden Baden'. GartenbauwissenSchaft. 57: 25-28.

Hopkins, W.G. 1995. Introduction to plant physiology. John Wiley & Sons, NY.

Jaleel, C.A., R.Gopi, M.M. Azooz, and R. Panneerselvam. 2009. Leaf anatomical modifications in Catharanthusroseus as affected by plant growth promoters and retardants. Global Journal of Molecular Sciences. 4: 1-5.

Khalil, I. A. 1995. Chlorophyll and carotenoid contents in cereals as affected by growth retardants of the triazole series. Cereal Research Communications. 23: 183-189.

LeCain, D. R., K. A. Scheke, and R. L. Wample. 1986. Growth retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. HortScience. 21: 1150-1152.

Plant Growth Regulator Society of America (PGRSA). 1990. Plant Growth Regulator Handbook of the Plant Growth Regulator Society of America. 3rd ed. PGRSA, NY.

Rademacher, W. 1997. Bioregulation in crop plants with inhibitors of gibberellin biosynthesis. P. 27-31. In : Proc. the 24th Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America, Atlanta.

SaraivaGrossi, J.A., P.J. de Moraes, S.de AraújoTinoco, J.G. Barbosa, F.L. Finger, and P.R. Cecon. 2005. Effects of Paclobutrazol on Growth and Fruiting Characteristics of 'Pitanga' Ornamental Pepper. Available: http://www.actahort.org/ books/683/683_ 41.htm. Accessed Mar. 19, 2011.

Steffens, G. L., J. T. Lin, A. E., Stafford, J. D. Metzger, and J. P. Hazebroek. 1992. Gibberellin content of immature apple seeds from paclobutrazol treated trees over three seasons. Journal of Plant Growth Regulation. 11: 165-170.

Sterrett, J. P. 1985. Paclobutrazol: A promising growth inhibitor for injection into woody plants. ASHS. 110: 4-8.

Symons, P.R.R., P.J.Hofman, and B.N. Wolstenholme. 1990. Responses to paclobutrazol of potted 'Hass' avocado trees. Available : http://www.actahort. org/ books/275/275_21.htm. Accessed Apr. 16, 2011.

Tonkinson, D.L., R.L. Lyndon, G.M. Arnold, and J.R. Lenton. 1995. Effect of Rht3 dwarfing gene on dynamics of cell extension in wheat leaves, and its modification by gibberellic acid and paclobutrazol. Experimental Botany. 46: 1085-1092.

Wang, S.Y., T. Sun, and M. Faust. 1986. Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings. Plant Physiology. 82: 11-14.

Wilkinson, R. I., and D. Richards. 1987. Effects of paclobutrazol on growth and flowering of Bouvardiahumboldtii. HortScience. 22: 444-445.

Wilkinson, R. I., and D. Richards. 1991. Influence of paclobutrazol on growth and flowering of rhododendron 'Sir Robert Peel'. HortScience. 26: 282-284.

Williams, M. W., and L. J. Edgerton. 1983. Vegtative growth control of apple and pear trees with ICI PP333 (paclobutrazol) a chemical analog of bayleton. Available: http://www.actahort.org/books/137/137_ 11.htm. Accessed Apr. 21, 2011.

Wood, B.W. 1984. Influence of paclobutrazol on selected growth and chemical characteristics of young pecan seedling. HortScience. 19: 837-839.