

ผลของปริมาณการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมอเมริกัน

Effect of Applied Volume of Paclobutrazol on Growth and Flowering of American Hybrids Marigold

ธนวดี พรหมจันทร์* กัญยรัตน์ หรัถยา**พรนภา รุ่งสว่าง**
อาริสา ทับทิม** และ พิมพีใจ มีตุ้ม***

Thanawadee Promchan*, Kanyarat Harattaya**, Pornnapa Rungsawang**,
Arisa Tabtim**, and Pimjai Meetum***

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของปริมาณการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมอเมริกัน ณ แปลงทดลอง คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี การเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยการรดสารละลายพาโคลบิวทราโซล เข้มข้น 100 ppm ปริมาณ 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 มิลลิลิตรต่อต้นพบว่า การรดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ในปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 25.11 ± 4.42 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ส่วนการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อต้น มีผลให้ระยะเวลาเริ่มออกดอกแรกเฉลี่ยเร็วที่สุดคือ 49.40 ± 7.54 วัน หลังจากเพาะเมล็ด ($P > 0.05$) และต้นดาวเรืองที่รดด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซล ปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้นให้ขนาดดอกเฉลี่ยใหญ่ที่สุด เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ คือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.27 ± 0.45 เซนติเมตร ทั้งนี้หากต้องการที่จะใช้ประโยชน์จากดอกการใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 100 ppm ในปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปลูกต้นดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมอเมริกันเป็นไม้กระถาง

คำสำคัญ: พาโคลบิวทราโซล, ดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมอเมริกัน, การเจริญเติบโต, ไม้กระถาง

* อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

** นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

*** นักวิทยาศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

Abstract

The Effect of applied volume of paclobutrazol on growth and flowering of American hybrids marigold at the field of Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus was investigated. The experiment was arranged by completely randomized design. The treatments consisted of drenching 100 ppm Paclobutrazol at various volumes of 50, 100, 150, 200 and 250 ml. per plant. The result showed that Drenching at volume of 100 ml per plant gave the smallest height of stem at 25.11 ± 4.42 cm, statistically significant ($P \leq 0.01$) when compared to control treatment, but it was non-statistical difference with the others. Application at volume of 250 ml per plant gave the earliest flowering at 49.40 ± 7.54 days significant difference the other volumes of application ($P > 0.05$) and 200 ml per plant paclobutrazol gave the biggest flower average size those compared with the other treatments at 7.27 ± 0.45 cm in diameter. So, the paclobutrazol solution taking in volume 200 ml. of 100 ppm Paclobutrazol was the appropriate to American hybrids marigold pot plant.

Keywords: Paclobutrazol, American hybrids marigold, Growth, Pot plant

1. บทนำ

ดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันดาวเรืองมีหลากหลายสายพันธุ์และหลากหลายสี เช่น ดอกสีขาว สีเหลือง สีทอง และสีส้ม เป็นต้น ซึ่งเกิดจากการคัดเลือกและพัฒนาปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ตัดดอกไม้กระถาง ประดับแปลงหรือตกแต่งอาคารสถานที่ เป็นต้น (นันทิยา สมานนท์, 2535) นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในการกำจัดวัชพืช (ถัม เหวียน, มณฑินี อีรารักษ์ และจำรูญ เล้าสินวัฒนา, 2556) และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน, 2556) เป็นต้น ดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี จัดเป็นพืชอายุสั้นมีระยะเวลาในการออกดอกประมาณ 60-70 วัน หลังปลูก ดังนั้นในการปลูกดาวเรืองจึงสามารถกำหนดระยะเวลาในการออกดอกได้ การผลิตต้นดาวเรืองหรือไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆ เพื่อให้มีลำต้นเล็ก กะทัดรัด หรือผลิตเป็นไม้กระถางนั้น มีวิธีการมากมาย เช่น การตัดแต่งกิ่ง การใช้สารเคมี การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตหรือการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช เพื่อยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ภายในต้นพืช การแบ่งตัวของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อปลายยอด สารชะลอการเจริญเติบโตที่ใช้เป็นสารในกลุ่มไตรอะโซล (Triazole) ซึ่งเป็นสารที่มีประสิทธิภาพที่สูงมากช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืชเร่งการเกิดดอกชะลอความยาวของข้อปล้องที่อยู่บริเวณลำต้น (พีระเดช ทองอำไพ, ม.ป.ป.) สารละลายพาโคล-บิวทราโซล (Paclobutrazol; PBZ) เป็นสารในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืชมีชื่อทางเคมีว่า (2RS, 3RS) -1- (4-Chlorophenyl) -4, 4-dimethyl-2- (1H-1, 2, 4-triazol-1-yl) pentan-3-ol มีสูตรทางเคมีคือ $C_{15}H_{20}ClN_3O$ (Arron, 1985) สารพาโคลบิวทราโซล

ประกอบด้วย enantiomer 4 ชนิด คือ (+) – (2R, 3R) และ (-) – (3S, 2S) (Haughan *et al.*, 1989) นิยมใช้ในการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ และไม้ผล โดยมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ entkaurene oxidase ซึ่งเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ entkaurene ไปเป็น entkaurenoic ในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน (Kondhareet *et al.*, 2014) สารพาคโคลบิวทราโซลเคลื่อนย้ายได้ดีในท่อลำเลียงน้ำไปยังส่วนของตาและใบ สำหรับการให้สารพาคโคลบิวทราโซลแก่พืชนั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การฉีดพ่นทางใบ (Foliar spray) (Wilfret, 1988; Pathak, Sharma, & Pathak, 1996; Maloupa, Gerasopoulos & Mamasidis, 2000) การรดสารลงดิน (Soil drench) (Wieland & Wample, 1985; Borowski, 1997; Zizzo *et al.*, 2000) เป็นต้น ซึ่งการเลือกวิธีให้สารแก่พืชนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และการตอบสนองของพืช (Quinlan & Richardson, 1986) สำหรับการให้สารโดยการพ่นทางใบนั้น พืชจะได้รับสารไม่ทั่วถึง ส่วนใหญ่ได้รับจากบริเวณยอดอ่อน ซึ่งในใบแก่และลำต้นพืชจะได้รับสารน้อยมาก (Lever, 1986; Shearing & Jones, 1986) จากการศึกษาของ Karaguzelet *et al.* (2004) ใช้วิธีการรดลงดินและการพ่นทางใบกับต้นลูพิน (Lupines) พบว่า วิธีการรดลงดินมีประสิทธิภาพดีกว่าการฉีดพ่นทางใบ และต้นดาวเรืองที่ได้รับสารละลายพาคโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 100 ppm ให้ความสูงของลำต้น ขนาดของลำต้น และ ทรงพุ่มลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ Mansuroglu *et al.* (2009, 2323-2332) รายงานการใช้สารพาคโคลบิวทราโซลในต้นลาร์คสปอร์ (Larkspur) พบว่า ความสูง ความยาวข้อปล้อง ความยาวข้อดอกหลักและรอง ความยาวก้านดอก และจำนวนข้อดอกลดลง เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายพาคโคลบิวทราโซลเพิ่มขึ้น โดยหากต้องการเพิ่มจำนวนดอกต่อข้อดอกหลักจะใช้ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตรและหากต้องการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น และจำนวนต่อข้อดอกรองจะใช้ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

นอกจากสารละลายพาคโคลบิวทราโซลแล้ว ยังมีสารชะลอการเจริญเติบโตชนิดอื่นอีก เช่น ดามิโนไซด์ (Daminozide) คลอมีควอท (Chlormequat) และยูนิโคนาโซล (Uniconazole) เป็นต้น Carveret *et al.* (2014) ศึกษาการใช้สารยูนิโคนาโซล พาคโคลบิวทราโซล และดามิโนไซด์ในต้น Sea marigold พบว่า การรดด้วยสารละลายพาคโคลบิวทราโซล ทำให้น้ำหนักส่วนยอดและน้ำหนักรากลดลง ส่วนการใช้สารละลายพาคโคลบิวทราโซล และสารละลายยูนิโคนาโซล ส่งผลให้จำนวนใบลดลง ความสูงลดลง และความยาวข้อปล้องลดลง สำหรับการทดลองที่ใช้สารละลายดังกล่าวด้วยวิธีการพ่นพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการฉีดพ่นจำเป็นที่จะต้องเพิ่มความเข้มข้นที่สูงจึงจะสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้

สำหรับปริมาณในการให้นั้นมีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพในการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตด้วยเช่นกัน Arnold & McDonald (2002) ศึกษาการใช้ปริมาณการรดสารละลายพาคโคลบิวทราโซลและองค์ประกอบของวัสดุปลูกต่อการตอบสนองของผักบุ้งพุ่ม (Bush morning glory) พบว่า เมื่อให้สารละลายพาคโคลบิวทราโซลในปริมาณ 300 มิลลิกรัม ที่ปลูกทั้งในเปลือกไม้ (Bark) เพอร์ไลต์ (Perlite) และเปลือกไม้ร่วมกับถ่าน (Peat) ให้การเจริญเติบโตน้อยกว่าการให้สารละลายพาคโคลบิวทราโซลในปริมาณ 30 มิลลิกรัม ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของปริมาณการให้สารละลายพาคโคลบิวทราโซลที่มีต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน เพื่อปลูกเป็นไม้ดอกไม้กระถาง

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

ให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลแก่ต้นดาวเรืองอายุ 21 วัน โดยใช้ความเข้มข้น 100 ppm วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomize design: CRD) กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น โดยการรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลเพียงครั้งเดียวในปริมาณต่างๆ ดังนี้ 0 (น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร: ชุดควบคุม) 50, 100, 150, 200 และ 250 มิลลิลิตรต่อต้นทำการบันทึกผล ทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 1 เดือน ดังต่อไปนี้

2.1 การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ได้แก่ ความสูงของลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้าง และความยาวของใบ (ใบคู่ที่ 4)

2.2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และราก

2.3 พัฒนาการของดอก ได้แก่ ระยะเวลาเริ่มออกดอกแรก จำนวนดอกต่อต้น ขนาดของดอก และจำนวนเมล็ด

2.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์จากใบและปริมาณแคโรทีนอยด์จากดอกตามวิธีการของ Foss *et al.* (1984)

3. ผลการวิจัย

3.1 การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น

จากการศึกษาปริมาณสารละลายพาโคลบิวทราโซลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง โดยใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 100 ppm ในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า ต้นดาวเรืองที่รดด้วยน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) ให้การเพิ่มความสูงเฉลี่ยของลำต้นสูงสุด 35.82 ± 9.40 เซนติเมตร และต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ให้การเพิ่มความสูงเฉลี่ยของลำต้นต่ำที่สุด 25.11 ± 4.42 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) (ตารางที่ 1)

สำหรับการเพิ่มจำนวนใบการเพิ่มขนาดใบ การเพิ่มขนาดของลำต้นและการเพิ่มขนาดของทรงพุ่มนั้น พบว่า ต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลทุกปริมาณไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจำนวนใบเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 19.40 ± 4.32 (150 มิลลิลิตรต่อต้น) ถึง 22.33 ± 8.23 (200 มิลลิลิตรต่อต้น) (ตารางที่ 1) ส่วนการเพิ่มขนาดใบพบว่า สารละลายพาโคลบิวทราโซล ทุกปริมาณที่ใช้รดต้นดาวเรืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นเดียวกันโดยให้การเพิ่มขนาดใบเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 47.33 ± 23.94 (150 มิลลิลิตรต่อต้น) ถึง 63.35 ± 21.44 (น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร: ชุดควบคุม) (ตารางที่ 1) กรณีการเพิ่มขนาดของลำต้นพบว่า ต้นดาวเรืองที่รดน้ำกลั่น และต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 0.16 ± 0.05 เซนติเมตร และต้นดาวเรืองที่รดด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น มีการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด 0.12 ± 0.04 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) สำหรับการเพิ่มขนาดของทรงพุ่มพบว่า ต้นดาวเรืองที่รดด้วยน้ำกลั่น มีการเพิ่มขนาดของทรงพุ่มเฉลี่ยกว้างที่สุด 4.75 ± 1.22 ตารางเซนติเมตร และต้นที่รดด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 50 มิลลิลิตรต่อต้น มีการเพิ่มขนาดของทรงพุ่มเฉลี่ยแคบที่สุด 4.09 ± 1.08 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 1)

3.2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบลำต้น และราก

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบ ลำต้น และรากของดาวเรืองที่ได้รับสารละลายพาโคลบิวทราโซลทุกปริมาณที่ให้ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักสดเฉลี่ยของใบดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีน้ำหนักมากที่สุด 8.04 ± 3.72 กรัม และต้นดาวเรืองที่รดด้วยน้ำกลั่น มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของใบน้อยที่สุด 6.65 ± 1.82 กรัม ส่วนน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อต้น มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด 8.53 ± 3.34 กรัม และต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นน้อยที่สุด 6.91 ± 2.13 กรัม สำหรับน้ำหนักสดเฉลี่ยของรากนั้นพบว่า จากการรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 50 มิลลิลิตรต่อต้นให้น้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด 1.94 ± 0.52 กรัม และที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของรากน้อยที่สุด 0.95 ± 0.35 กรัม (ตารางที่ 2) สำหรับน้ำหนักแห้งของใบดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 1.20 ± 0.43 กรัม และต้นดาวเรืองที่รดด้วยน้ำกลั่นให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบน้อยที่สุด 0.87 ± 0.31 กรัม น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 1.28 ± 0.33 กรัม และที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นน้อยที่สุด 1.02 ± 0.50 กรัม น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของรากที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อต้น ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 0.29 ± 0.09 กรัม และต้นดาวเรืองที่รดด้วยน้ำกลั่น มีน้ำหนักแห้งของรากเฉลี่ยน้อยที่สุด 0.23 ± 0.10 กรัม (ตารางที่ 2)

3.3 การพัฒนาการของดอก

การรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 50 มิลลิลิตรต่อต้นส่งผลให้ระยะเวลาออกดอกแรกช้าที่สุด 53.73 ± 6.86 วัน และต้นดาวเรืองที่รดด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อต้น มีระยะวันออกดอกเฉลี่ยเร็วที่สุด 49.40 ± 7.54 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3) ส่วนจำนวนดอกต่อต้นพบว่า ต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น มีจำนวนดอกต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4.80 ± 1.52 ดอก ส่วนต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีจำนวนดอกต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.73 ± 1.16 ดอก นอกจากนี้พบว่า ต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น มีขนาดดอกเฉลี่ยใหญ่ที่สุดคือ 7.27 ± 0.45 เซนติเมตร ส่วนต้นดาวเรืองที่รดด้วยน้ำกลั่นมีขนาดดอกเฉลี่ยเล็กที่สุด 6.78 ± 0.67 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

3.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์จากใบและแคโรทีนอยด์จากดอก

ต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเฉลี่ยมากที่สุดคือ 9.64 ± 1.47 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนต้นดาวเรืองที่รดด้วยน้ำกลั่นมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 6.97 ± 2.58 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 50 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเฉลี่ยมากที่สุดคือ 4.89 ± 1.33 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ปริมาณ 150 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 2.40 ± 1.47 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนัก

สดนอกจากนี้พบว่า ต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเฉลี่ยมากที่สุดคือ 19.54 ± 2.96 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดส่วนต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 13.56 ± 5.50 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4)

ผลการตรวจสอบปริมาณแคโรทีนอยด์จากดอกพบว่า ต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณแคโรทีนอยด์ เฉลี่ยมากที่สุดคือ $(9.57 \pm 1.41) \times 10^{-5}$ มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อต้น มีปริมาณแคโรทีนอยด์เฉลี่ยน้อยที่สุดคือ $(5.61 \pm 0.90) \times 10^{-5}$ มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4)

4. การวิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาผลของปริมาณการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมอเมริกันด้วยการรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 100 ppm พบว่าปริมาณการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซล ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนใบ ขนาดลำต้น ขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ระยะเวลาเริ่มออกดอกแรก จำนวนดอกต่อต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณแคโรทีนอยด์ แต่มีผลทางด้านความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น มีผลให้การเจริญเติบโตด้านความสูงลดลง เนื่องจากสารละลายพาโคลบิวทราโซล ไปยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินของเซลล์พืช (Kondhareet *et al.*, 2014) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Mansuroglu *et al.* (2009)

ซึ่งได้ศึกษาการใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซลในต้นลาตสเปอร์พบว่า สารละลายพาโคลบิวทราโซลทำให้ความสูงของต้นลาตสเปอร์ลดลงสำหรับปริมาณในการให้นั้นมีส่วนสำคัญที่จะส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตด้วยเช่นกัน Arnold & McDonald (2002) พบว่า เมื่อให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลในปริมาณ 300 มิลลิลิตร ให้การเจริญเติบโตน้อยกว่าการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลในปริมาณ 30 มิลลิลิตร ในผักบุ้งพุ่ม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปฏิกิริยาระหว่างชนิดของสารที่ใช้ ความเข้มข้น และปริมาณในการให้นั้นๆ

เมื่อพิจารณาผลของการใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซลในปริมาณที่แตกต่างกันต่อจำนวนดอก ขนาดดอก ซึ่งการใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซลในปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น กระตุ้นให้ต้นดาวเรืองมีขนาดดอกที่ใหญ่ที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของ Asgarian, Nabigol & Taheri (2013) ซึ่งรายงานว่าการใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซล (ความเข้มข้น 10-30 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในต้นบานชื่นส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นเหนือดิน รากเพิ่มขึ้น และจำนวนดอกเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับ การตอบสนองของพืช และระยะเวลาการให้สารที่เหมาะสมด้วยเช่นกันเนื่องจากสารชะลอการเจริญเติบโตมีผลไปลดปริมาณจิบเบอเรลลินภายในต้น ซึ่งจิบเบอเรลลินมีผลยับยั้งการออกดอก ดังนั้นเมื่อจิบเบอเรลลินน้อยลงกว่าปกติ จึงทำให้ไม่ผลเหล่านี้่อกดอกได้ (พีระเดช ทองอำไพ, 2543) สำหรับระยะเวลาเริ่มออกดอกแรกของดาวเรืองในการทดลองนั้นมีแนวโน้มเกิดเร็วขึ้น ซึ่ง Upretiet *et al.* (2013) รายงานว่า การเกิดดอกที่เร็วขึ้นของต้นมะม่วงหลังจากการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซล นั้น สันนิษฐานว่าเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาโดยรวม ได้แก่ การดูดซึมสารอาหารที่ดีขึ้น

อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง และเกิดเปลี่ยนแปลงสมดุลของฮอร์โมนและการปรับเปลี่ยนความสมดุลของน้ำในพืช แตกต่างจาก Newton & Runkle (2010) รายงานว่าการใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซลทำให้การออกดอกของกล้วยไม้ลูกผสมโดริเทโนปซิสกับฟาแลนนอปซิสสายพันธุ์มิสไซ่งอน (*Doritaenopsis* Orlade's Puff. X *Phalaenopsis* Naseweis: Miss Saigon) ช้าลง แต่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อจำนวนช่อดอกหรือดอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกไม้ และจำนวนใบใหม่ที่เกิดขึ้นนอกจากนี้ Papagorgiou, Giaglaras & Maloupa (2002) ยังรายงานว่าสารละลายพาโคลบิวทราโซลที่ให้แก่ต้นลาเวนเดอร์ (Lavender) ส่งผลให้เกิดการขยายขนาดด้านข้างและลดความสูง แต่จำนวนช่อเพิ่มขึ้น และทำให้ดอกบานช้าลง ความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องมาจากสารละลายพาโคลบิวทราโซลมีผลไปยังการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ซึ่งมีส่วนช่วยในการเร่งการเกิดดอก และอาจมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น แสงและอุณหภูมิ จะไปกระตุ้นฮอร์โมนภายในพืช เพื่อให้มีการออกดอกเกิดขึ้น (Lucidoset *al.*, 2013) หรือยับยั้งการสร้างดอก เป็นต้นหรืออาจเกิดจากพันธุ์พืชด้วย ซึ่งพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีการตอบสนองที่แตกต่างกันปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และรวมของใบ และปริมาณแคโรทีนอยด์จากดอกไม้มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้สารละลายพาโคลบิวทราโซล โดยสารในกลุ่มไตรอะโซลเช่น สารละลายพาโคลบิวทราโซลนั้น มีผลทำให้ปริมาณรงควัตถุ ทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น (Orabi, Salman & Shalaby, 2010, 252-259) มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ของสารละลายพาโคลบิวทราโซลในการกระตุ้นการสังเคราะห์ไซโตไคนินเพิ่มการเปลี่ยนสภาพของคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้สามารถตรวจวัดคลอโรฟิลล์ได้มากขึ้นเนื่องจากพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการสร้างเนื้อเยื่อชั้นแพลลิสเด (Palisade) เพิ่มขึ้นและมีช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลงในขณะที่เซลล์มีการเรียงตัวกันหนาแน่นขึ้น (นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย, 2557, 39-46) ส่งผลให้สามารถตรวจวัดคลอโรฟิลล์ได้มากขึ้นสอดคล้องกับ กวิศร์ วานิชกุล, ประภาพร ตั้งกิจโชติ และยศกร สายสร้อย (2553) พบว่า สารละลายพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ใบของมะละกอพันธุ์เม็กซิโก เกษตรมีสีเขียวเข้ม หลังจากการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซล สำหรับปริมาณแคโรทีนอยด์นั้นจากการศึกษาของนิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย (2557) พบว่า การให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลในชวนชมพันธุ์ฮอลลีแลนด์ทุกรวมวิธีให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ใกล้เคียงกัน

ดังนั้นการรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 100 ppm ปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงลดลง ต้นดาวเรืองที่รดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อต้น มีระยะเวลาออกดอกที่เร็วที่สุด และดอกมีขนาดใหญ่ที่สุด ส่วนการรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น เพื่อลดทางด้านจำนวนใบ ขนาดใบ ขนาดลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ระยะวันออก และรงควัตถุต่างๆ จากผลการทดลองข้างต้นนั้น หากเลือกใช้ควรเลือกที่ปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อต้น เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้คือ ต้องการให้ต้นดาวเรืองมีขนาดเล็กลง เหมาะที่จะเป็นไม้กระถาง

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองหลังรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 100 ppm ปริมาณต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน

ปริมาณที่ใช้ (มล./ต้น)	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ขนาดใบ (ตร.ซม.)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางของ ลำต้น (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม (ตร.ซม.)
0 (น้ำกลั่น 50 มล.)	35.82 ± 9.40 ^a	21.80 ± 6.79	63.35 ± 21.44	0.16 ± 0.05	4.75 ± 1.22
50	27.89 ± 8.25 ^b	21.60 ± 8.47	51.31 ± 21.00	0.15 ± 0.05	4.09 ± 1.08
100	25.11 ± 4.42 ^b	21.33 ± 9.18	49.32 ± 17.80	0.16 ± 0.05	4.56 ± 0.90
150	27.47 ± 4.56 ^b	19.40 ± 4.32	47.33 ± 23.94	0.15 ± 0.06	4.44 ± 1.12
200	29.95 ± 6.83 ^b	22.33 ± 8.23	50.28 ± 20.64	0.12 ± 0.04	4.14 ± 1.02
250	25.91 ± 6.84 ^b	21.73 ± 10.78	57.80 ± 21.80	0.15 ± 0.06	4.11 ± 1.46
F-test	**	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	24.24	38.33	39.78	34.70	26.36

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อตรวจสอบโดย DMRT

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในชิ้นส่วนต่างๆ ของต้นดาวเรืองหลังรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 100 ppm ปริมาณต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน

ปริมาณที่ใช้ (มล./ต้น)	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม)		
	ใบ	ต้น	ราก	ใบ	ต้น	ราก
0 (น้ำกลั่น 50 มล.)	6.65 ± 1.82	7.43 ± 2.34	1.21 ± 0.56	0.87 ± 0.31	1.03 ± 0.45	0.23 ± 0.10
50	7.26 ± 1.45	7.65 ± 1.98	1.94 ± 0.52	0.99 ± 0.26	1.11 ± 0.34	0.29 ± 0.08
100	8.04 ± 3.72	6.91 ± 2.13	1.33 ± 0.52	1.02 ± 0.29	1.02 ± 0.50	0.28 ± 0.11
150	7.11 ± 1.84	7.27 ± 2.41	1.09 ± 0.23	1.18 ± 0.35	1.03 ± 0.31	0.25 ± 0.05
200	7.05 ± 2.72	7.82 ± 2.04	0.95 ± 0.35	1.20 ± 0.43	1.28 ± 0.33	0.25 ± 0.07

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปริมาณที่ใช้ (มล./ต้น)	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม)		
	ใบ	ต้น	ราก	ใบ	ต้น	ราก
250	7.28 ± 3.54	8.53 ± 3.34	1.40 ± 0.67	1.05 ± 0.48	1.08 ± 0.54	0.29 ± 0.09
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	36.85	31.81	37.61	34.49	38.95	32.51

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 พัฒนาการของดอกดาวเรืองหลังจากรดสารละลายพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 100 ppm ปริมาณต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน

ปริมาณที่ใช้ (มล./ต้น)	ระยะเวลาเริ่มออกดอก แรกเฉลี่ย(วัน)	จำนวนดอกต่อต้นเฉลี่ย (ดอก)	ขนาดของดอกเฉลี่ย (ซ.ม.)
0 (น้ำกลั่น 50 มล.)	52.13 ± 6.35	4.33 ± 1.80	6.78 ± 0.67
50	53.73 ± 6.86	3.87 ± 1.77	6.83 ± 0.50
100	50.20 ± 5.20	3.73 ± 1.16	6.79 ± 0.87
150	53.13 ± 5.73	4.33 ± 1.63	6.94 ± 0.58
200	51.33 ± 4.72	4.80 ± 1.52	7.27 ± 0.45
250	49.40 ± 7.54	4.13 ± 1.64	7.08 ± 0.50
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.89	38.13	8.82

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4 ปริมาณคลอโรฟิลล์จากใบและแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองหลังรดสารละลาย พาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 100 ppm ปริมาณต่างๆ เป็นเวลา 1 เดือน

ปริมาณที่ใช้ (มล./ต้น)	คลอโรฟิลล์เอ (มก./ ก. นน.สด)	คลอโรฟิลล์บี (มก./ ก. นน.สด)	คลอโรฟิลล์รวม (มก./ ก. นน.สด)	แคโรทีนอยด์ (× 10 ⁻⁵ มก./ ก. นน.สด)
0 (น้ำกลั่น 50 มล.)	6.97 ± 2.58	3.80 ± 2.47	14.31 ± 5.39	7.54 ± 1.16
50	9.22 ± 1.23	4.89 ± 1.33	19.34 ± 2.89	7.41 ± 1.39
100	9.64 ± 1.47	3.96 ± 0.57	19.54 ± 2.96	9.57 ± 1.41
150	7.03 ± 2.07	2.40 ± 1.47	13.88 ± 3.95	7.63 ± 3.10
200	6.99 ± 2.17	2.96 ± 1.03	13.56 ± 5.50	6.63 ± 3.68
250	7.69 ± 2.28	3.45 ± 0.21	15.85 ± 4.29	5.61 ± 0.90
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	25.58	38.48	26.69	29.83

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ที่ให้การสนับสนุนการทดลองในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล, ประภาพร ตั้งกิจโชติและยศกร สายสร้อย. (2553). ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการเติบโตทางกิ่งใบของมะละกอพันธุ์เม็กซีโก-เกษตร. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 41(3/1) (พิเศษ), 537-540.
- ถัม เหวียน, มณฑินี อีรารักษ์ และจำริญ เล้าสินวัฒนา. (2556). สารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากดาวเรืองในการยับยั้งการงอกการดูดน้ำของเมล็ดและกิจกรรมอะไมเลสของเมล็ดผักโขมสวน. **การประชุมอรัญชาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซนเตอร์ขอนแก่น**, 26 – 28 พฤศจิกายน 2556, 1455-1463.
- นนทยา สมานนท์. (2535). **คู่มือการปลูกไม้ดอก**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.
- นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. (2557). พาโคลบิวทราโซล : ผลต่อการเติบโตของทรงพุ่มและปริมาณคลอโรฟิลล์ของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์. **วารสารแก่นเกษตร**, 42(1), 39-46.
- พีระเดช ทองอำไพ. (2543). **สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. ค้นเมื่อ กรกฎาคม 14, 2558, จาก http://www.baanjommyut.com/library_3/extension-5/agricultural_knowledge/agricultural_science/52_2.html
- _____. (ม.ป.ป.). **สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. ค้นเมื่อ กรกฎาคม 14, 2558, จาก <http://reg.ksu.ac.th/teacher/myweb/plant%20propagation/สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช.htm>
- อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน. (2556). เมทาบอลิซึมและคุณสมบัติของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มสีสีแดง. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ฉบับพิเศษ**, 5(4), 112-121.
- Arnold, M.A. & McDonald, G.V. (2002). Drench volume and substrate composition affect Bush morning glory responses to paclobutrazol applications. **Proceeding of the Southern Nursery Association Research Conference**, 47, 282-285.
- Arron, G.P. (1985). Effect of trunk injection of three-growth regulator on sprout growth in silver maple. **Journal of Arboriculture**, 11(10), 301-306.
- Asgarian, H., Nabigol, A. & Taheri, M. (2013). Effects of paclobutrazol and cycocel for height control of Zinnia. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, 4(Special Issue), 3824-3827.
- Borowski, R. (1997). Reaction of cucumber plants treated with paclobutrazol. **Annales Universitatis Mariae**, 5, 201-209.

- Carver, S.T., Arnold, M.A., Byrne, D.H., Armitage, A. R. R., Lineberger, D.& King, A.R. (2014). Growth and flowering responses of Sea Marigold to daminozide paclobutrazol or uniconazole applied as drenches or sprays. **Journal of Plant Growth Regulation**,33(3), 626–631.
- Foss, Storebakken, P.T, Schiedt, K., Liaaen-Jensen, S., Austreng, E. & Streiff, K. (1984). Carotenoid in diets for Salmo: I: Pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of astaxanthin in comparison with canthaxanthin. **Aquaculture**,41, 213-226.
- Haughan, P.A., Burden, R.S., Lonton,J.R. & Goal, L.J. (1989). Inhibition of celery cell growth and sterol biosynthesis by enantiomer of paclobutrazol. **Phytochemistry**, 28 (3), 781-787.
- Karaguzel, O., Baktir, I., Cakmakci, S. & Ortacesme, V.(2004).Growth and flowering responses of *Lupinusvarius* L. to paclobutrazol. **Horticultural Science**, 39(7), 1659-1663.
- Kondhare,K.R., Hedden, P., Kettlewell, P.S., Farrell,A.D. & Monaghan,J.M. (2014). Use of the hormone-biosynthesis inhibitors fluridone and paclobutrazol to determine the effects of altered abscisic acid and gibberellin levels on pre-maturity α -amylase formation in wheat grains. **Journal of Cereal Science**, 60(1), 210-216.
- Lever, B. G. (1985). 'Cultar'-a technical overview. **Acta Horticulturae**, 179, 459-466.
- Lucidos, J.G., Ryu, K.B., Younis, A., Kim, C.K., Hwang, Y.J., Son, B.G. & Lim, K.B. (2013). Different day and night temperature responses in *Liliumhansonii* in relation to growth and flower development. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**,54(5), 405-411.
- Maloupa, E., Gerasopoulos,D. & Mamasidis, A.(2000). Paclobutrazol and pinching affect visual quality characteristic of potted *Vitexagnus-castus* plants. **Acta Horticulturae**, 541, 295-298.
- Mansuroglu S., Karaguzel, O., Ortacesme, V. & Sayan, M.S.(2009).Effect of paclobutrazol on flowering, leaf and flower colour of *Consolidaorientalis*. **Pakistan Journal of Botany**, 41(5), 2323-2332.
- Newton, L.A. & Runkle, E.S. (2010). Effects of paclobutrazol sprays on inflorescences of three potted moth orchid clones. **Hort Technology**, 20(5), 892-895.

- Orabi, S.A., Salman, S.R., & Shalaby, M.A. (2010). Increasing resistance to oxidative damage in cucumber (*Cucumissativus* L.) plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. **World Journal of Agricultural Sciences**, 6(3), 252-259.
- Papagorgiou, I., Giaglaras, P. & Maloupa, E. (2002). Effects of paclobutrazol and chlormequat on growth and flowering of lavender. **HortTechnology**, 12(2), 236-238.
- Pathak, N., Sharma, Y.D. & Pathak, N. (1996). Effect of plant bio regulators and potting mixture on *Primula obconica*. **Journal of Ornamental Horticulture**, 4, 30-32.
- Quinlan, J.D. & Richardson, P.J. (1986). Uptake and translocation of paclobutrazol and implications for orchard use. **Acta Horticulturae**, 179, 443-451.
- Shearing, S.J. & Jones, T. (1986). Fruit tree growth control with cultar with method of application. **Acta Horticulturae**, 179, 505-512.
- Upreti, K.K., Reddy, Y.T.N., Prasad, S.R.S., Bindu, G.V., Jayaram, H.L. & Rajan, S. (2013). Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Scientia Horticulturae**, 150 (4 February 2013), 414-418.
- Wieland, W.F. & Wample, R.L. (1985). Root growth, water relation and mineral uptake of young 'Delicious' apple trees treated with soil and stem-application paclobutrazol. **Scientia Horticulturae**, 26(2), 129-137.
- Wilfret, G.J. (1988). Height retardation of easter lilies growth in container. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, 100, 379-382.
- Zizzo, G.V., Fascella, G., Amico, U.R., Iapichino, G., Bodson, M. & VerHoyen, M. (2000). Growth and flowering response of *Tulbaghiaviolacea* to daminozide and paclobutrazol. **Acta Horticulturae**, 515, 67-72.