

ผลของสารพาคโลบิวทราโซลต่อการใช้น้ำและการเติบโตของ ดาวเรืองกระถาง

Effects of Paclobutrazol on Water Use and Growth of Potted Marigolds

ภาณุพล หงษ์ภักดี^{1/}
Panupon Hongpakdee^{1/}

Abstract: The study of paclobutrazol (PBZ) application for reduced plant growth and water use in potted marigold (*Tagetes erecta* cv. Antigua Yellow) was investigated. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with 4 levels of PBZ 0, 50, 100 and 200 mg/L by drenching at 30 mL, 3 times. The result found that the PBZ application decreased plant growth. Increasing of PBZ concentration decreased plant dry weight, canopy width, total leaf area and compactness index. The PBZ application at 200 mg/L showed the best result for suppress plant growth when compared with PBZ free treatment (control). Nevertheless, increase PBZ drenching brought to the reduction of crop evapotranspiration (ET_c) and crop co-efficient (K_c). However, the diminishing of growth by PBZ also reduced plant water use efficiency (WUE). The K_c value of potted marigold were ranged between 0.57-1.99 by slightly increased through each growth stages, reached a maximum at flowering and decelerated again when reached the senescent stage.

Keywords: Container plant, GA inhibitors substance, marigold, water regimes

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

^{1/} Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

บทคัดย่อ: ศึกษาการใช้สารพาโคลบิวทราโซล (PBZ) เพื่อลด การเติบโต และการใช้น้ำของดาวเรืองกระถาง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ให้พืชได้รับสาร PBZ แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการราดสารปริมาณ 30 มิลลิตรต่อกระถาง จำนวน 3 ครั้งลงดิน ผลการทดลองพบว่า การให้สาร PBZ ทำให้พืช มีการเติบโตลดลงตามการเพิ่มความเข้มข้นสาร PBZ ที่ให้ ทั้งน้ำหนักแห้ง ความกว้างทรงพุ่ม พื้นที่ใบ และดัชนีค่าความกะทัดรัด การให้สาร PBZ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการยับยั้งการเติบโตของพืชได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ให้สาร (กรรมวิธีควบคุม) นอกจากนี้การให้สาร PBZ เพิ่มขึ้น ยังทำให้ดาวเรืองมีค่าการใช้น้ำ (Crop evapotranspiration, ETc) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop co-efficient, Kc) ลดลง อย่างไรก็ตามการเติบโตที่ลดลง เนื่องจากสาร PBZ ทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use efficiency, WUE) ลดต่ำลงด้วย ส่วนค่า Kc ของดาวเรือง มีค่าอยู่ในช่วง 0.57-1.99 โดยจะเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโต ให้ค่าสูงสุดในระยะออกดอก และค่อยๆลดต่ำลงเมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพ

คำสำคัญ: ไม้กระถาง, สารยับยั้ง GA, ดาวเรือง, การใช้น้ำ

คำนำ

ดาวเรือง (marigold) เป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในระดับโลกมาอย่างยาวนาน โดยถูกจัดให้อยู่ใน 5 อันดับแรก ของไม้ประดับแปลงในสหรัฐอเมริกา (USDA, 2013) และได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง ในฐานะไม้ตัดดอกในประเทศแถบเอเชีย เช่น อินเดีย เนปาล และ ไทย (Sangwan *et al.*, 2010) สำหรับประเทศไทย มีการใช้ประโยชน์เพื่อเป็น ไม้ตัดดอก ไม้ประดับแปลง ไม้เด็ดดอก และไม้กระถางเพื่อการตกแต่ง เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย เติบโตเร็ว ตอบสนองต่อน้ำ และปุ๋ยดี ใช้เวลาในการผลิตสั้น ให้ผลตอบแทนสูง ปลูกได้ตลอดปี และปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย (สมเพียร, 2532) ปัจจุบันการซื้อขายภายในประเทศ เฉพาะช่วงที่มีการเลือกตั้ง มีรายงานว่า ดาวเรืองตัดดอกมีมูลค่าการซื้อขายกว่า 53 ล้านบาท (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2554)

ลักษณะโดยทั่วของไม้กระถางนั้นคือ ต้องมีขนาดต้นและทรงพุ่มที่กะทัดรัด ไม่เล็กหรือไม่ใหญ่เกินไป ซึ่งจะทำให้สะดวกในการขนย้ายและเกิดความสวยงาม เมื่อนำไปประดับตกแต่ง (สมเพียร, 2532) ซึ่งการทำให้ขนาด และทรงพุ่มของไม้กระถาง มีความกะทัดรัด สามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการเลือกใช้พันธุ์พืช ที่ปรับปรุงพันธุ์สำหรับผลิตเป็นไม้กระถาง การเด็ดยอด การตัดแต่งกิ่ง และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น ดาร์มิโน ไซด์ ยูนิโคนาโซล และพาโคลบิวทราโซล เป็นต้น สำหรับ

สารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazole: PBZ) ซึ่งเป็นสารที่ไปขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนในกลุ่มจิบเบอเรลลิน (Gibberellins) ในพืช จึงมีผลชะลอการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อบริเวณใต้ปลายยอด และการยืดยาวของข้อปล้อง (Hopskin and Huner, 2008) นิยมนำมาใช้กับพืชในกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ เพื่อควบคุมความกว้างทรงพุ่ม และอาจกระตุ้นการออกดอกในพืชบางชนิดด้วย (พีรเดช, 2537)

การใช้น้ำของพืช หรือ การคายระเหย (Evapotranspiration) คือการสูญเสียน้ำของพืชโดยการระเหยออกไปจากผิวดินหรือวัสดุปลูกรอบ ๆ ต้นพืช (Evaporation) รวมกับคายน้ำของพืช (Transpiration) ออกมาทางปากใบ ส่วนค่าศักยภาพการระเหยน้ำของพืช (Potential evapotranspiration; ETp) เป็นค่าประมาณการใช้น้ำของพืช ซึ่งประเมินได้จากการใช้น้ำของพืชอ้างอิงหรือประเมินการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยน้ำแบบเอ (Epan) โดยค่า ETp จะผันแปรตามสภาพอากาศ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop co-efficient; Kc) คือ สัดส่วนระหว่างค่าการคายระเหยน้ำจริงของพืชที่ศึกษา (Crop evapotranspiration; ETc) กับค่า ETp ซึ่งได้จากสถานีตรวจอากาศของพื้นที่นั้นในช่วงเวลาเดียวกัน ($Kc = ETc/ETp$) ค่า Kc มีความจำเพาะต่อพืชชนิดหนึ่งๆ และเป็นค่าที่ผันแปรตามอายุพืช หรือระยะการเจริญเติบโตของพืชที่เปลี่ยนแปลงไป

การวัดค่า ETc ของพืชที่ศึกษานั้นนิยมปลูกพืชในถังวัดการใช้น้ำ (lysimeter) ซึ่งฝังไว้ในพื้นที่เดียวกับแปลงปลูกพืช เพื่อให้ต้นพืชที่ปลูกใน lysimeter อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกับพืชต้นอื่น ๆ ในแปลง ค่า ETc ประเมินจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของถังวัดการใช้น้ำ เมื่อมีการให้น้ำหรือการคายระเหยเกิดขึ้นในแต่ละวัน การวัดค่า ETc สำหรับพืชที่ปลูกในกระถางขนาดเล็ก เช่น ไม้ดอกกระถาง สามารถทำได้ง่ายโดยใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียด (วรรณวิทย์, 2546) โดยวัดจากน้ำหนักกระถางที่เปลี่ยนไปหลังจากให้น้ำในแต่ละวัน ทำให้สามารถประเมินความต้องการน้ำของพืชโดยการให้น้ำกลับไปทดแทนน้ำที่พืชสูญเสียได้อย่างพอดี (Argo and Biernabbaum, 1994) ในต้นปทุมมา ซึ่งเป็นไม้ตัดดอกที่สำคัญ พบรายงานการศึกษาเรื่องการใช้ น้ำ โดยปลูกพืชลงใน lysimeter เช่นเดียวกัน (รุ่งนภา และคณะ, 2545) หากทำการศึกษาดูผลจนทราบค่า Kc ของพืช ก็สามารถนำมาคำนวณกับข้อมูล ETp จากสถานีตรวจอากาศในพื้นที่ เพื่อที่จะสามารถนำค่านี้ไปประเมินความต้องการน้ำของพืชชนิดดังกล่าวได้ จากความสัมพันธ์ การใช้น้ำของพืช = $Kc \times ETp$ ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชยังมีความสำคัญกับการคำนวณปริมาณและความถี่ในการให้น้ำที่เหมาะสม โดยไม่เกิดการสิ้นเปลืองน้ำ และผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชด้วย

สำหรับการผลิตดาวเรืองเป็นไม้กระถาง มีรายงานว่า ปริมาณการใช้น้ำของดาวเรือง ไม่สัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ หากแต่จะแปรผันไปตามอิทธิพลของระยะการเจริญเติบโต และขนาดของทรงพุ่ม ทั้งในดาวเรืองพันธุ์ 'Yellow galore' (วรรณวิทย์, 2546) และพันธุ์ 'Antigua Yellow' (นิธิอำไพ, 2555) ส่วนในการนำสาร PBZ มาใช้ในการชะลอการเจริญเติบโตของพืชนั้นพบว่า มีแนวโน้มทำให้พืชหลายชนิดมีการเจริญเติบโต ความสูงต้นและขนาดทรงพุ่มลดลง พร้อมกับส่งผลให้การคายระเหยน้ำของพืชลดลงด้วย เช่น ในต้นบีโกเนีย โกลสนพุ่มต่าง ชบา (Pool and Conover, 1992) และต้นเจอราเนียม (Banon et al., 2009) นั่นคือ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชดีขึ้น ซึ่งเป็นผลดีกับการผลิตเพื่อแข่งขันในเชิงธุรกิจ และอาจใช้เป็นแนวทางในการจัดการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า

การทดลองในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีลดค่าการใช้น้ำของดาวเรืองกระถาง โดยการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในความเข้มข้นที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

เพาะเมล็ดดาวเรือง พันธุ์ 'Antigua Yellow' โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ จากนั้นย้ายปลูกต้นกล้าเมื่อมีใบจริง 2 คู่ใบ ลงกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกผสม ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว 50 เปอร์เซ็นต์ แกลบเผา 20 เปอร์เซ็นต์ แกลบดิบ 10 เปอร์เซ็นต์ ทราาย 10 เปอร์เซ็นต์ และใบไม้แห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ นำไปวางไว้ในโรงเรือนที่คลุมหลังคาด้วยพลาสติกใส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) มีการให้สาร PBZ อัตราความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรจำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร ต่อกระถางทุก 7 วัน ในตอนเช้าหลังจากรดน้ำ และทำการดัดให้น้ำแก่ดาวเรือง 1 วัน เพื่อให้ดาวเรืองได้ดูดซึมสาร เติบโตเมื่อพืชมีจำนวนใบ 4 คู่ใบ (30 Days after sowing: DAS) ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 2.5 กรัม ต่อดันต่อสัปดาห์ และให้น้ำ 300 มิลลิลิตร ทุกวันในตอนเช้าจนน้ำไหลออกก้นกระถาง แบ่งการเจริญเติบโตพืชออกเป็น 4 ระยะ คือ 1) ระยะ 4 คู่ใบ (30 DAS) 2) เติบโตทางกิ่งใบ (35 DAS) 3) ออกดอก (46 DAS) และ 4) ดอกโรย (70 DAS) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักแห้งรวม (กรัม) ความสูงต้น วัดจากโคนต้นจนถึงปลายยอด (เซนติเมตร) พื้นที่ใบรวม (ตารางเซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม วัดจากปลายใบข้างหนึ่ง จนถึงปลายใบอีกข้างหนึ่ง จำนวน และขนาดดอก คำนวณค่า compactness index จากอัตราส่วนระหว่าง ค่าพื้นที่ใบต่อความสูงต้น (ตารางเซนติเมตรต่อเซนติเมตร) คำนวณค่าการใช้น้ำพืช ได้แก่ ค่าการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration, ETc) อัตราการคายน้ำต่อหน่วยพื้นที่ใบ (Transpiration rate per leaf area unit per day) ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Efficiency, WUE) และ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในพืช (Crop co-efficient, Kc) ดังรายละเอียดใน ธนากานต์ และภาณุพล (2556)

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistic 8 (SXW Tallahassee, FL, USA)

ผลและวิจารณ์

การให้สาร PBZ ในความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ดาวเรืองมีน้ำหนักแห้งรวมลดลง ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะค่าความกว้างทรงพุ่ม และค่าพื้นที่ใบรวมลดลงด้วย (ตารางที่ 1 และภาพที่ 3) ส่วนค่าความสูงต้น และน้ำหนักแห้งดอกของต้นที่ได้รับ PBZ ทุกระดับ มีค่าน้อยกว่าในกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่สาร PBZ ไปยับยั้งการสังเคราะห์ Gibberellins ของเซลล์พืช จึงทำให้การยืดยาวของเซลล์บริเวณข้อปล้องลดลง (Hopskin and Huner, 2008) และยิ่งอาจลดขนาดเนื้อเยื่อบริเวณเซลล์พิท (pit cell) ของลำต้น เช่นเดียวกับดาวเรืองกระถางพันธุ์ 'วินัส ศรีแดง' ที่การเติบโตพืชลดลงเมื่อได้รับสาร PBZ ด้วย (ปวีณา, 2557) นอกจากนี้ การให้สาร PBZ ยังทำให้พืชมีความกะทัดรัดเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จากค่า compactness index ที่ลดลง (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการเพิ่มความกะทัดรัดในต้นเจอราเนียมที่ปลูกเป็นไม้กระถาง โดยได้รับสาร PBZ ด้วยเช่นกัน (Banon *et al.*, 2009)

การให้สาร PBZ ไม่ทำให้คุณภาพดอก ทั้งในด้านจำนวนดอกต่อต้น และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกลดลง (ตารางที่ 1) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า สาร PBZ ออกฤทธิ์จำเพาะกับการยืดยาวของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญได้ปลายยอด (sub apical meristem) มากกว่าเซลล์บริเวณอื่น (Hopskin and Huner, 2008) จึงทำให้จุดเจริญบริเวณปลายยอด (apical meristem) ที่จะพัฒนาต่อไปเป็นตาดอก (flower bud) ได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าเมื่อใช้สาร PBZ ในความเข้มข้นที่เพิ่มสูงมากขึ้น (1,600 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถลดจำนวน ขนาด และความยาวก้านดอกของต้นดาวกระจายได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า (400-800 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งไม่มีผลกับคุณภาพดอก (พงษ์นที, 2554) ทั้งนี้ เป็นเพราะประสิทธิภาพของการใช้สาร PBZ ยังขึ้นกับระยะเวลาวิธีการ การตอบสนองของพืชและปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมด้วย (พีรเดช, 2537)

ค่าการคายระเหยน้ำสะสม (Accumulated Etc) ของพืช เพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตของพืชโดยไม่ผันแปรตามค่าอุณหภูมิอากาศ (ภาพที่ 1) และการให้สาร PBZ ในทุกระดับความเข้มข้น สามารถช่วยลดค่าการคายระเหยน้ำสะสมของพืชได้อย่างชัดเจน

Table 1 Plant growth of *T. erecta* cv 'Antigua Yellow' at flowering stage affected by 4 different levels of paclobutrazol concentration

Plant growth parameters	Paclobutrazol drenching (mg/L)			
	0 (control)	50	100	200
Total dry weight (g) ^{1/}	13.21a	11.22b	10.44b	8.65c
Total flower dry weight (g)	5.01a	4.13b	4.50b	4.30b
Plant height (cm)	16.77a	15.78b	15.38b	15.25b
Canopy width (cm)	20.10a	18.20b	17.50bc	16.70c
Total leaf area (cm ²)	442.83a	274.17b	212.52c	196.30c
Compactness index (cm ² /cm)	26.66a	17.47b	13.59c	12.92c
Total flower number ^{NS}		4.9	5.0	4.9
Flower diameter (cm) ^{NS}	5.4	5.4	5.5	5.5

^{1/} Means with the same letter within row are not significantly different at p < 0.05 by least significant difference.

NS = not signification

เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งอาจเป็นผลจากการลดลงของพื้นที่ใบในพืชที่ได้รับสาร PBZ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 3B) และอาจมีความเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นการทำงานของปากใบ ในสภาวะทนแล้ง เมื่อได้รับสาร PBZ เช่นเดียวกับต้น *Phillyrea angustifolia* (Fernandez *et al.*, 2006)

ปริมาณการใช้น้ำของดาวเรือง (ETc) เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในระยะออกดอก (ภาพที่ 2A) แสดงให้เห็นว่าพืชมีความต้องการน้ำปริมาณมากในการสร้างดอก หลังการให้สาร PBZ ครั้งสุดท้าย จึงเริ่มเห็นความแตกต่างของค่าการใช้น้ำอย่างเห็นได้ชัด โดยการให้สาร PBZ 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้พืชมีการใช้น้ำเพียง 112.46 และ 114.43 มิลลิเมตร ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 1A) ปริมาณการใช้น้ำที่ลดลงนี้ น่าจะมีสาเหตุมาจากการลดลงของพื้นที่ใบในต้นดาวเรืองที่ได้รับสาร PBZ ด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 1 และภาพที่ 3B) คล้ายกับการลดลงของความสูง ทรงพุ่ม และพื้นที่ใบรวมตลอดจน ความต้องการน้ำในต้นเจอร์บานีเยม ที่ได้รับสาร PBZ (Banon *et al.*, 2009)

อัตราการคายน้ำต่อหน่วยพื้นที่ใบต่อวัน ของดาวเรืองมีค่าสูง ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต จากนั้นจึงค่อย ๆ ลดค่าลง อย่างไรก็ตาม ในระยะที่ 2 การเจริญทางลำต้นและใบ และ ระยะที่ 4 เมื่อดอกโรยนั้น พบว่า

ค่าการคายน้ำต่อหน่วยพื้นที่ใบเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มการให้สาร PBZ ในความเข้มข้นที่สูงขึ้น (ภาพที่ 2B) ซึ่งมีสาเหตุมาจากการที่สาร PBZ ไปมีอิทธิพลทำให้ดาวเรืองมีพื้นที่ใบลดลงมาก ในขณะที่ค่าการใช้น้ำลดลงเล็กน้อย จึงทำให้อัตราส่วนระหว่างการคายน้ำต่อพื้นที่ใบ เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังพบว่าดาวเรืองมีอัตราการคายน้ำต่อหน่วยพื้นที่ใบลดลงตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

การให้สาร PBZ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ของดาวเรืองในระยะที่ 4 มีค่าต่ำสุด 0.49 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้งต่อมิลลิเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่า WUE มากที่สุด คือ 2.19 มิลลิกรัม น้ำหนักแห้งต่อมิลลิเมตร (ภาพที่ 2C) เป็นเพราะการที่ดาวเรืองได้รับสาร PBZ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสะสมน้ำหนักแห้งต่ำสุด เฉลี่ยเพียง 8.65 กรัม พร้อมกับมีปริมาณการใช้น้ำที่ต่ำสุดด้วย จึงเป็นผลให้ค่าสัดส่วนดังกล่าวลดต่ำลงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีค่ามากกว่าทั้งปริมาณน้ำหนักแห้งและปริมาณการใช้น้ำนั่นเอง

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของดาวเรืองในแต่ละระยะการเจริญเติบโต มีรูปแบบใกล้เคียงกับค่าการใช้น้ำ (ETc) คือมีค่าต่ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต และเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในระยะที่ 3 ซึ่งเป็นระยะที่มีการใช้น้ำมากในช่วงที่ดาวเรืองมีการออกดอก สอดคล้องกับ

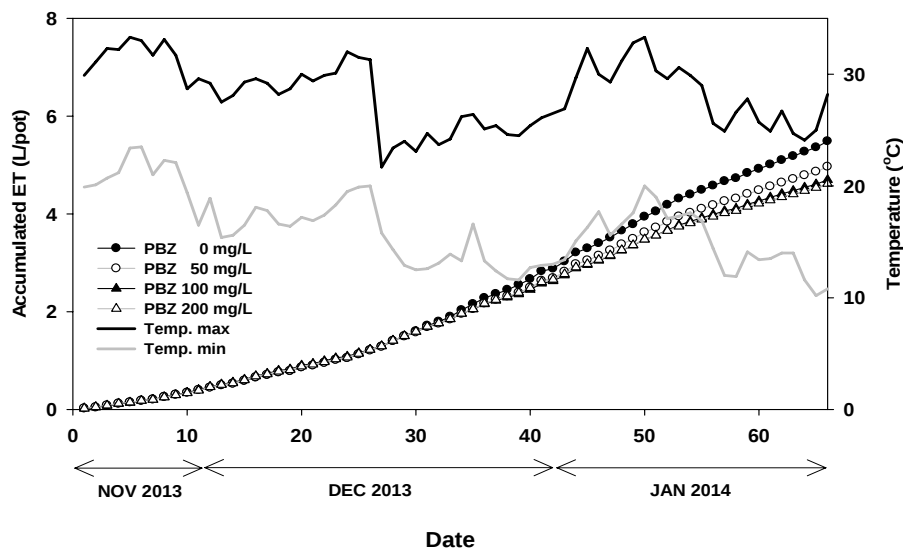


Figure 1 Accumulated ETc of *T. erecta* cv 'Antigua Yellow' affected by 4 different levels of paclobutrazol concentration and daily temperature during the experimental period

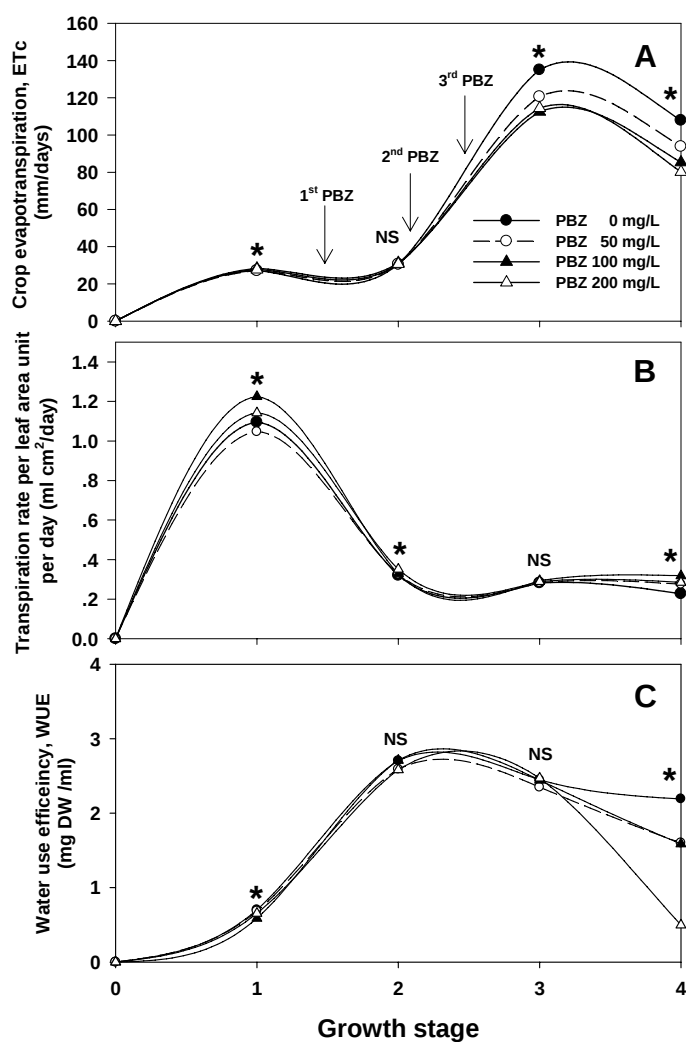


Figure 2 Crop evapotranspiration, ETc (A), transpiration rate per leaf area unit per day (B) and water use efficiency, WUE (C) of *T. erecta* cv 'Antigua Yellow' at flowering stage after received 4 different levels of paclobutrazol concentration, NS = not significant and * = significant at $p < 0.05$

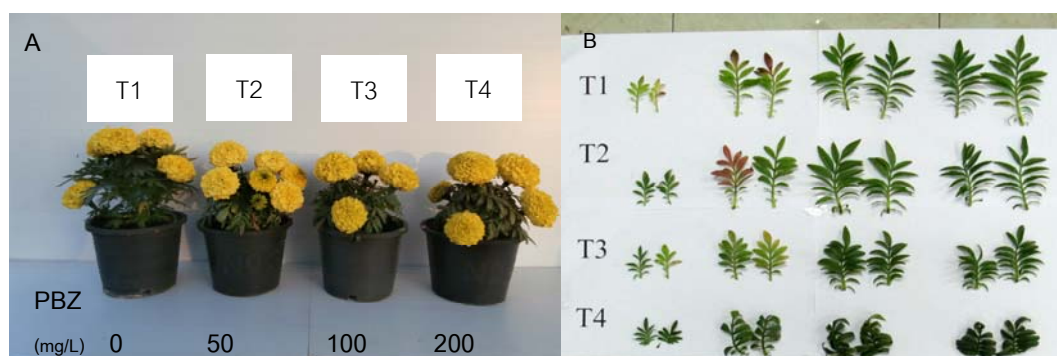


Figure 3 Plant canopy (A) and leaf characteristics (B) of *T. erecta* cv 'Antigua Yellow' at flowering stage after received 4 different levels of paclobutrazol concentration

การทดลองของ นิธิอำไพ (2555) ซึ่งพบว่า ค่า Kc ของดาวเรืองที่ใช้วัสดุปลูกผสมขุยมะพร้าว มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนสูงสุดในระยะดอกบานเต็มที่ด้วยเช่นกัน การให้สาร PBZ ยังทำให้ค่า Kc ลดต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 4) ส่วนสาเหตุที่ค่า Kc ของการทดลองนี้ อยู่ในช่วง 0.57-1.99 ซึ่งต่ำกว่าการทดลองของ นิธิอำไพ (2555) ที่ให้ Kc อยู่ในช่วง 1.30-3.85 แม้ว่าจะเป็นดาวเรืองพันธุ์ 'Antigua Yellow' เช่นเดียวกัน อาจเป็นเพราะผลของฤดูกาลปลูกในช่วงหน้าฝน ที่ให้ดาวเรืองมีขนาดทรงพุ่มใหญ่กว่าฤดูกาลอื่น (นันทิยา, 2535)

เมื่อพิจารณาปริมาณการให้น้ำสะสมตลอดการเติบโตของดาวเรือง (ภาพที่ 1) สามารถคำนวณค่าการใช้น้ำของดาวเรืองที่ปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว (15 เซนติเมตรโดยประมาณ) ระยะห่างระหว่างกระถาง 15 x 15 เซนติเมตร ต่อพื้นที่การผลิต 1 ตารางเมตร (16 กระถางต่อตารางเมตร) แสดงให้เห็นว่า การให้สาร PBZ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดการใช้น้ำของดาวเรือง ลงไปได้กว่า 14 ลิตร คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 2)

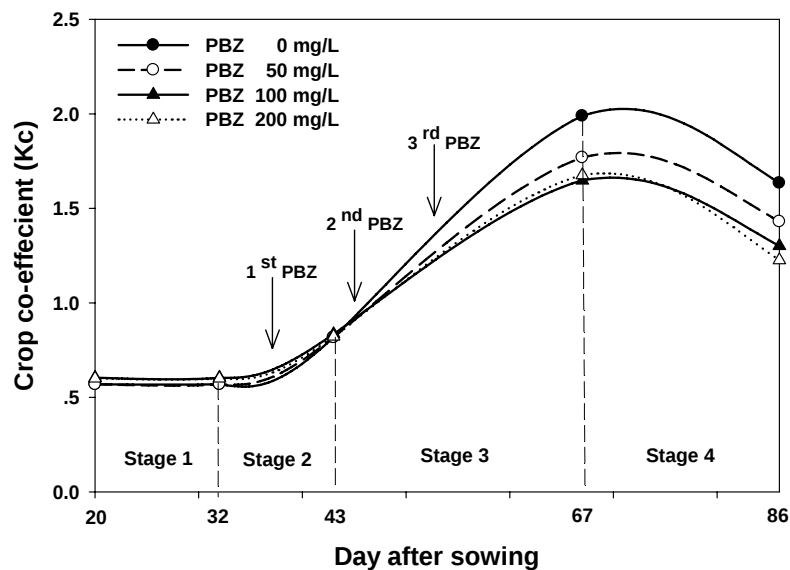


Figure 4 Crop Coefficient, Kc of *T. erecta* cv 'Antigua Yellow' after received 4 different levels of paclobutrazol concentration at 4 stages of growth 1) 4 leaf pairs stage (30 DAS), 2) vegetative growth (35 DAS), 3) flowering (46 DAS) and 4) flower senescence (70 DAS), NS = not significant and * = significant at $p < 0.05$

Table 2 Calculated water use of *T. erecta* cv 'Antigua Yellow' after received 4 different levels of paclobutrazol concentration through growth stage in 1 m² production area (contain 16 pots/m²)*

Paclobutrazol drenching (mg/L)	Accumulated ET ^{1/} (L/pot)	Water use in production area (L/m ²)	Water use reducing (%)
0	5.50a	88.00a	0.00
50	5.00b	80.00b	9.09
100	4.70c	75.20c	14.54
200	4.60c	73.60c	16.36

^{1/} Means with the same letter within row are not significantly different at $p < 0.05$ by least significant difference.

* 6 inch of pot size place in 15 X 15 cm spacing

อย่างไรก็ตาม แม้การให้สาร PBZ จะทำให้ดาวเรืองกระถาง มีค่าการใช้น้ำต่าง ๆ ลดน้อยลง เนื่องจากมีขนาดทรงพุ่ม และพื้นที่ใบรวมลดลง แต่ก็ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชลดลงไปด้วย ทั้งนี้ หากในอนาคต มีการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต และยืนยันได้ว่าราคาสาร PBZ ที่ใช้ มีมูลค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำที่สูญเสียไปได้แล้ว เมื่อนั้น ในสภาวะการณที่ทรัพยากรน้ำมีอย่างจำกัด การใช้ PBZ จึงอาจช่วยให้เกษตรกร ลดต้นทุนการผลิต โดยการประหยัดน้ำ และได้ผลผลิตมีคุณภาพ ขนาดกะทัดรัด โดย ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพดอก ทั้งในด้านปริมาณ และขนาดก็เป็นได้

สรุป

การให้สาร PBZ ทุกระดับความเข้มข้น สามารถใช้เพื่อการลดความสูง ความกว้างทรงพุ่ม พื้นที่ใบรวม และการใช้น้ำในการผลิตดาวเรืองกระถางได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณ และขนาดดอก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการสนับสนุนการพัฒนานักวิจัยใหม่ กองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ 2555 ขอขอบคุณนายปรมัตต์ เกือกแก้ว สำหรับการช่วยเหลืองานทดลอง และบันทึกข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ธนาภานต์ อรัญพูล และ ภาณุพล หงษ์ภักดี. 2556. ผลของการเติมขุยมะพร้าวลงในวัสดุปลูกต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำของดาวเรืองที่ผลิตเป็นไม้ดอกกระถาง. แก่นเกษตร 41(พิเศษ): 549-555.

นันทิยา สมานนท์. 2535. คู่มือการปลูกไม้ดอก. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 206 หน้า.

นิธอำไพ จันทะวี. 2555. การเจริญเติบโตและการใช้น้ำของดาวเรืองกระถางที่ได้รับกรรมวิธีการเติมขุยมะพร้าวในวัสดุปลูก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 34 หน้า.

ปวีณา สันทา. 2557. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อบริเวณใต้ปลายยอดของต้นดาวเรืองที่ผลิตเป็นไม้กระถาง. โครงการงานนักศึกษาชั้นปริญญาตรี สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 37 หน้า.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอริโมนพืชและสารสังเคราะห์. วิจัยการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

พงษ์ณี ปินตาแจ่ม. 2554. ผลของการใช้สารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของดาวเรืองสายสีเหลือง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

รุ่งนภา โพธิ์รักษา สัญชัย พันธโชติ และ สันติ ช่างเจรจา. 2545. การศึกษาการใช้น้ำของปทุมมา. วารสารเกษตร 18(1): 18-23.

วรรณวิทย์ ขำดี. 2546. การให้น้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่ปลูกเป็นไม้ดอกกระถาง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 20 หน้า.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2532. เทคโนโลยีการผลิตและธุรกิจไม้ตัดดอก. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 398 หน้า.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2554. ดาวเรือง: รับอานิสงส์เลือกตั้งปี '54 คาดเม็ดเงินสะพัด 53 ล้านบาท. มงเศรษฐกิจ ฉบับที่ 3122. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : <https://www.kasikomresearch.com/th/K-EconAnalysis/Pages/ViewSummary.aspx?docid=26959> (29 เมษายน 2557).

-
- Argo, W. and J. Biernabbaum. 1994. Irrigation requirements root-medium pH and nutrient concentrations of easter lilies grown in five peat-based media with and without an evaporation barrier. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119: 1151-1156.
- Banon, S., J. Miralles, A. Navarro, and M.J. Sanchez-Blanco. 2009. Influence of paclobutrazol and substrate on daily evapotranspiration of potted geranium. *Hort Science* 112: 572-578.
- Fernandez, J. A., L. Balenzategui, S. Banon and J.A. Franco. 2006. Induction of drought tolerance by paclobutrazol and irrigation deficit in *Phillyrea angustifolia* during the nursery period. *Scientia Horticulturae* 107(3): 277-283.
- Hopkins, W. G. and N. P. A. Huner. 2008. *Introduction to Plant Physiology*. 4 th ed. John Wiley & Sons, Chichester. 512 p.
- Poole Res, R. T. and C. A. Conover. 1992. Water use and growth of eight foliage plants influenced by paclobutrazol. Univ Florida, Central Florida Research and Education Center-Apopka. CFREC-Apopka Research Report RH-92-23. (Online). Available: http://mrec.ifas.ufl.edu/foliage/resrpts/rh_92_23.htm (April 20, 2014).
- Sangwan, P., V. K. Garg and C. P. Kaushik. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. *Environmentalist* 30: 123-130.
- USDA. 2013. New release: Selected North Carolina floriculture crop values up. (Online). Available: <http://www.ncagr.gov/stats/release/Floriculture.pdf> (April 18, 2014).
-