Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 33-36 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 33-36 (2550)

การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและชีวเคมีบางประการของปทุมมาที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ

Some physiological and biochemical changes under water stress in Patumma treated by paclobutrazol

จารุณี จูงกลาง[1] กนกกาญจน์ ปวงแก้ว[1] กอบเกียรติ แสงนิล[1] และจำนงค์ อุทัยบุตร[1]
Jarunee Jungklang[1], Khanokkhan Poungkeaw[1], Kobkiat Saengnil[1] and Jumnong Uthaibutra[1]

Abstract

Some physiological and biochemical changes under water stress in Patumma (*Curcuma alismatifolia* cv. Chiang Mai Pink) treated by paclobutrazol were investigated. The concentrations of 0 and 1500 ppm paclobutrazol (the control and the treatment) were applied to the soils one time after 10-15 cm offshoots developing from the rhizome. Two weeks after that, water withholding was started for 40 days. Plant height and dry weight/plant, water content in soils, relative water content (RWC) in leaves, proline and malonyldialdehyde (MDA) contents in leaves were evaluated every 5 day for 40 days after water withholding. The result showed that the dry weight and the RWC were higher in Patumma treated with paclobutrazol than the control. However, plant height, proline and MDA contents were lower than the control. The results obtained from this study indicate that the growth of Patumma treated with 1500 ppm paclobutrazol is higher than the un-treated plant during water deficit. This higher growth might be the results of the reduction of proline and MDA contents.

Keywords: Patumma, paclobutrazol, water stress

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและชีวเคมีบางประการของปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* cv. Chiang Mai Pink) ที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ เริ่มจากการให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 0 และ1500 ppm (ชุดควบคุม และชุดทดลอง) 1 ครั้ง ทางดินกับหัวพันธุ์ปทุมมาที่มีหน่อแทงออกมา 10-15 เซนติเมตร หลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 2 สัปดาห์ เริ่มงดการให้น้ำกับต้นปทุมมาเป็นเวลา 40 วัน บันทึกความสูงต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อต้น ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณน้ำสัมพันธ์ (RWC) ในใบ ปริมาณโพรลีนในใบ และปริมาณ malonyldialdehyde (MDA) ในใบ ทุกๆ 5 วัน หลังงดการให้น้ำ เป็นเวลานาน 40 วัน ผลการทดลองพบว่าต้นปทุมมาที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล 1500 ppm มีแนวโน้มที่จะเติบโตได้ดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร เมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำ ซึ่งวัดได้จากค่าน้ำหนักแห้งต่อต้น ปริมาณ RWC ในใบที่สูงกว่า และปริมาณ MDA และปริมาณโพรลีน ที่ต่ำกว่าในต้นที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล

คำสำคัญ: ปทุมมา พาโคลบิวทราโซล สภาวะการขาดน้ำ

คำนำ

ปทุมมาเป็นพืชในวงศ์ขิง (Family Zingiberaceae) สกุลขมิ้น (Genus *Curcuma*) ซึ่งสายพันธุ์ปทุมมาได้ถูกรวบรวมและปรับปรุงพัฒนาเพื่อการค้าจนได้ลูกผสมหลากหลายชนิดเมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา แต่สายพันธุ์ที่ประสบความสำเร็จมีเพียงสายพันธุ์เดียว คือ ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพู (*Curcuma alismatifolia* cv. Chiang Mai Pink) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมและมีแนวโน้มว่าความต้องการจะเพิ่มขึ้นทุกปี (พรรณีย์, 2545) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์นี้มีข้อจำกัดในการทำเป็นไม้กระถาง เนื่องจากลักษณะที่ดีของไม้กระถางนั้นก้านช่อดอกจะค่อนข้างสั้น มีการแตกหน่อที่ดีและเร็วทำให้ได้หน่อจำนวนมาก ใบสวย สามารถให้ดอกอย่างน้อย 3 ดอกต่อกระถาง อายุการให้ดอกนาน และเพื่อความสะดวกในการขนย้ายทรงพุ่มควรมีขนาดกะทัดรัด แต่ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพูนั้นมีลักษณะที่ยังไม่เหมาะต่อการเลี้ยงเป็นไม้กระถางเพราะมีก้านค่อนข้างยาว มีทรงพุ่มสูงทำให้ต้นมีขนาดไม่กะทัดรัด ดังนั้นการใช้สารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth substances) ที่จัดอยู่ในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) ซึ่งมีคุณสมบัติที่ในการยับยั้งการสังเคราะห์สารจิบเบอเรลลินในพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่งก้านและข้อปล้องลดลง (Sterett,

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
[1] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University,Chiang Mai, 50200

1985) จึงเป็นหัวข้อหนึ่งที่น่าศึกษาวิจัย ซึ่งการศึกษาการใช้สารพาโคลบิวทราโซล ในการชักนำให้ต้นปทุมมาให้มีขนาดเล็กกะทัดรัดเหมาะแก่การปลูกลงกระถาง ให้ผลการทดลองค่อนข้างดี (จำนงค์ และคณะ, 2550; จิราพร, 2550) การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองต่อเนื่องที่มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการทนต่อสภาวะการขาดน้ำต้นของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพูหลังได้รับสารพาโคลบิวทราโซล เพื่อหาองค์ความรู้พื้นฐานทางด้านสรีรวิทยาและชีวเคมี ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเรื่องการทนแล้งของพืชเมื่อได้รับสารชะลอการเจริญเติบโต

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพู ที่มีขนาดของหัวและจำนวนตุ้มสะสมอาหารต่อหัวใกล้เคียงกัน มาแช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อรา Captane 50 ความเข้มข้น 0.3% นาน 30 นาที หลังจากนั้นแช่น้ำต่ออีก 3 วัน (เปลี่ยนน้ำทุกวัน) นำหัวพันธุ์มาปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินแกลบเผา เศษใบไม้ และปุ๋ยคอก เมื่อมีหน่อแทงออกจากหัวพันธุ์ 10-15 เซนติเมตร ให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 0 และ 1500 ppm หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ นำต้นปทุมมามางดการให้น้ำเป็นเวลานาน 0-40 วัน บันทึกผลการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นปทุมมา พร้อมทั้งวัดปริมาณน้ำในดิน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ปริมาณโพรลีนในใบ (ดัดแปลงจากวิธีการ Bates *et al*., 1973; Ghoulam *et al*., 2002) และปริมาณ MDA ในใบ (ดัดแปลงจากวิธีการของ Velikova *et al*., 2000) ทุกๆ 5 วัน เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม และชุดทดลอง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) แต่ละการทดลองมี 3 ซ้ำ

ผล

ตัวเลขที่นำเสนอในผลนี้เทียบให้ข้อมูลในวันแรกที่งดให้น้ำเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองทางด้านความสูงพบว่าต้นปทุมมาที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล มีแนวโน้มที่จะมีความสูงลดลงมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารเมื่อต้นปทุมมาขาดน้ำนาน 25-40 วัน (Figure 1) ส่วนน้ำหนักแห้งต่อต้นพบว่าต้นที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงกว่าในชุดควบคุม เมื่อเมื่อต้นปทุมมาขาดน้ำมากกว่า 20 วัน (Figure 1)

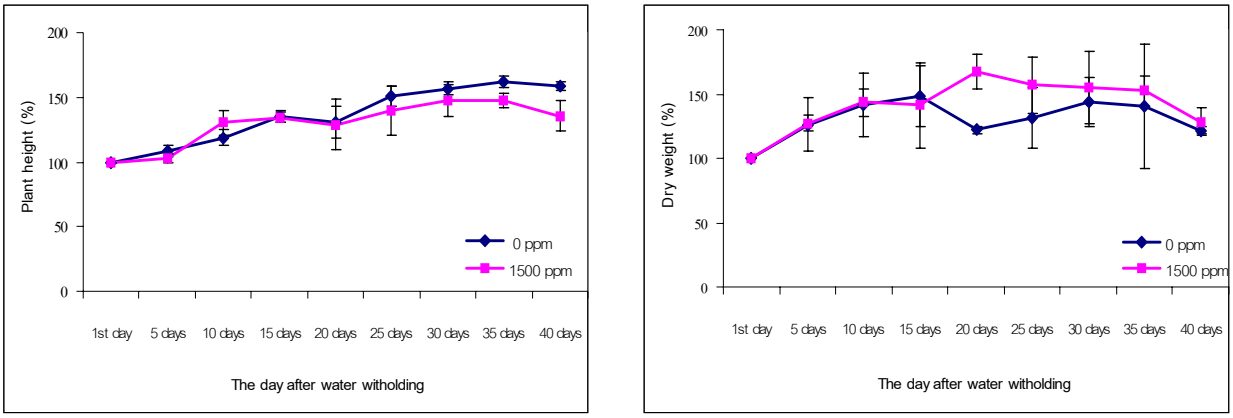

Figure 1 The effect of water deficit on plant height and dry weight of Patumma treated with paclobutrazol. Vertical bar indicate standard deviation (SD).

การงดการให้น้ำกับวัสดุปลูกของปทุมมาเป็นเวลานาน 0-40 วัน มีผลทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกลดลงอย่างเห็นได้อย่างชัดเจน โดยพบว่าวัสดุปลูกที่ขาดน้ำนาน 40 วันมีเปอร์เซ็นต์น้ำในดินเหลือเพียง 22-26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่เริ่มที่เริ่มงดให้น้ำซึ่งมีปริมาณน้ำในดิน 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) ส่วนปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (relative water content; RWC) ในใบให้ผลแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างชุดควบคุมและชุดทดลองเมื่อต้นปทุมมาขาดน้ำนานกว่า 25 วันขึ้นไป โดยพบว่าต้นที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นขาดน้ำเกินกว่า 35 วัน และการขาดน้ำนาน 40 วันมีผลทำให้ใบในชุดควบคุมและชุดทดลองมีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2)

ผลของปริมาณโพรลีนเริ่มแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อใบปทุมมาขาดน้ำนานมากกว่า 20 วัน โดยพบว่าใบปทุมมาในชุดควบคุมมีปริมาณโพรลีนมากกว่าชุดทดลอง ส่วนปริมาณ MDA ให้ผลในทิศทางเดียวกันกับปริมาณโพรลีน นั่นคือใบในชุด

ควบคุมมีปริมาณ MDA มากกว่าชุดทดลอง โดยเห็นผลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อต้นปทุมมาขาดน้ำนานกว่า 20 วัน (Figure 3)

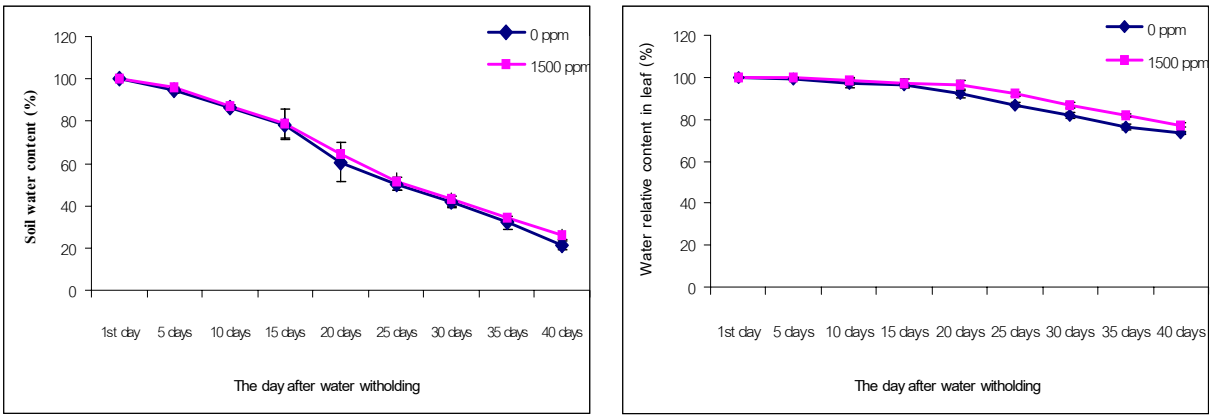

Figure 2 Soil water content and water relative content in Patumma leaf treated with paclobutrazol after water withholding. Vertical bar indicate standard deviation (SD).

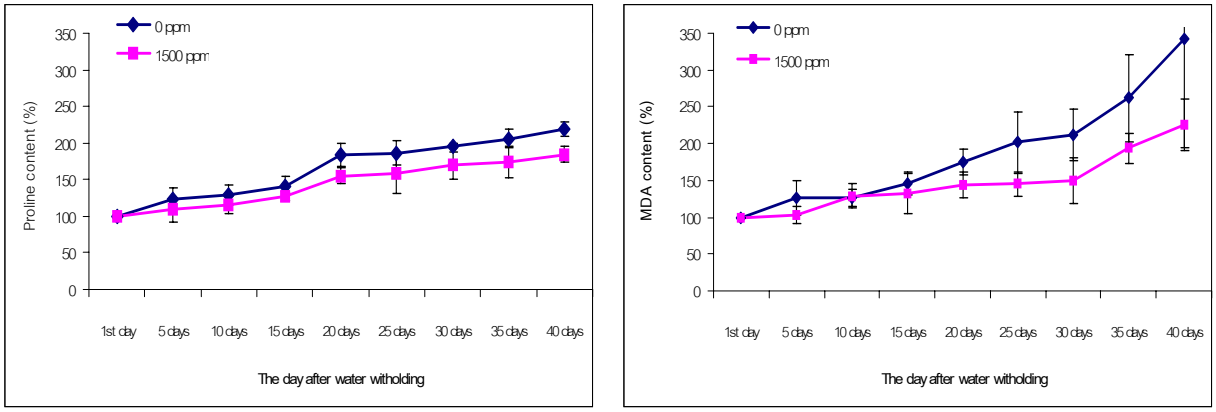

Figure 3 The effect of water deficit on proline and malonyldialdehyde (MDA) contents of Patumma leaf treated with paclobutrazol. Vertical bar indicate standard deviation (SD).

วิจารณ์ผล

จากการวัดความชื้นในดินรอบๆ หัวพันธุ์ปทุมมาที่ลึก 3 นิ้วจากผิวดิน พบว่าดินที่ขาดน้ำนานกว่า 30 วัน มีผลทำให้ปริมาณน้ำในดินลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) ปริมาณน้ำในดินที่ต่ำเช่นนี้ไม่มีผลต่อการเติบโตทางด้านความสูงของปทุมมาที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล โดยพบว่าต้นที่ได้รับสารมีการเติบโตทางด้านความสูงน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร (Figure 1) อาจเนื่องมาจากฤทธิ์ของสารพาโคลบิวทราโซลไปมีผลยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน (gibberellins) ภายในพืชโดยไปยับยั้งการเกิด oxidation ของ kaurene ไปเป็น kaurenoic acid ที่เซลล์บริเวณใต้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (sub-apical meristem) ทำให้ลำต้นชะลอการเติบโตลง (Sterett, 1985) แม้ว่าต้นปทุมมาจะอยู่ในสภาวะการขาดน้ำ แต่เมื่อพิจารณาในแง่การเติบของเซลล์หรือการขยายขนาดของเซลล์ พบว่าใบของปทุมมาที่ได้รับสารจะมีความหนามากขึ้น (จำนงค์ และคณะ, 2550) ซึ่งอาจเป็นผลให้การเติบโตของเซลล์ที่วัดจากน้ำหนักแห้งของต้นปทุมมาที่ได้รับสาร มีค่ามากกว่าต้นปทุมมาที่ไม่ได้รับสาร เมื่อต้นปทุมมาขาดน้ำตั้งแต่ 20 วันขึ้นไป (Figure 1) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าต้นปทุมมาที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีการเติบโตของเซลล์ในสภาวะที่ขาดน้ำได้ดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร

ค่า RWC ในใบ สามารถใช้เป็นเหตุผลหนึ่งในการอธิบายถึงการทนแล้งของพืช เนื่องจาก RWC เป็นค่าที่สามารถบ่งบอกสภาพ cell turgidity ของพืช ดังนี้ ใบพืชที่มีค่า RWC น้อยกว่าหรือเท่ากับ 90เปอร์เซ็นต์ จะมีผลกระทบต่อการเปิดปิดปากใบและทำให้การเติบโตของเซลล์ลดลง ส่วนค่า RWC 80-90 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลกระทบต่อกระบวนการหายใจและกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และค่า RWC น้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงและ

เมแทบอลิซึมภายในพืชได้ (Trouhton,1969) จากการวัดค่า RWC ในใบปทุมมาของการทดลองครั้งนี้พบว่าการขาดน้ำนานเกินกว่า 35 วันมีผลทำให้ค่า RWC ในใบปทุมมาที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีค่าเท่ากับ 76 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ค่า RWC ในใบปทุมมาที่ได้รับสารมีค่า 82 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) นั่นแสดงว่าการขาดน้ำในระยะเวลาดังกล่าวมีผลทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการแทบอลิซึมอื่นๆ ของใบปทุมมาที่ไม่ได้รับสารลดลงมากกว่าใบปทุมมาที่ได้รับสาร ซึ่งอาจเป็นผลต่อเนื่องให้ต้นปทุมมาที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีการเติบโตที่น้อยกว่าในที่สุด

โพรลีน (proline) เป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็น osmoprotectant หรือสารที่ทำหน้าที่ในการรักษาสมดุลของน้ำภายในเซลล์กับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเมื่อพืชอยู่ในสภาวะการขาดน้ำ ค่า water potential ในดินหรือสิ่งแวดล้อมจะต่ำลง ทำให้พืชดูดน้ำจากดินไปใช้ได้ลำบาก พืชจึงเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยน glutamate ไปเป็น proline เพื่อไปลดค่า water potential ภายในเซลล์ทำให้พืชมีศักยภาพในการดูดน้ำได้ดีขึ้น (Delauney and Verma, 1993) จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าการขาดน้ำมากกว่า 20 วัน พบปริมาณโพรลีนในใบปทุมมาที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมากกว่าใบที่ได้รับสาร (Figure 3) อาจเป็นไปได้ว่าต้นปทุมมาที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลได้รับผลกระทบต่อการขาดน้ำมากกว่า จึงเร่งการสังเคราะห์โพรลีนขึ้นมาเพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพในการดูดน้ำเข้ามาใช้ภายในต้นพืช หรืออีกเหตุผลหนึ่งอาจเป็นไปได้ว่าต้นปทุมมาที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีความต้องการโพรลีนเพื่อช่วยในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ (active oxygen species) (Verma, 1999) ที่มีการผลิตมากขึ้นเมื่อพืชอยู่ในภาวะความเครียดจากการขาดน้ำ ซึ่งเหตุผลในข้อหลังนี้สอดคล้องกับปริมาณ MDA ที่วัดได้ในใบปทุมมาที่ไม่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลที่มีค่ามากกว่าปริมาณ MDA ในใบปทุมมาที่ได้รับสารเมื่อพืชขาดน้ำมากกว่า 20 วัน (Figure 3) MDA เป็นสารที่เกิดจากปฏิกิริยา lipid peroxidation หรือปฏิกิริยาที่มีสารอนุมูลอิสระ hydroxyl radical (˙OH) ไป oxidize สารในกลุ่ม phospholipids ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ cell membrane ให้ได้สารผลิตภัณฑ์ หรือ MDA ขึ้นมา ปริมาณ MDA ในใบปทุมมาที่สูงขึ้นนั้นจึงเป็นสิ่งหนึ่งที่สามารถบ่งบอกได้โดยอ้อมถึงปริมาณสารอนุมูลอิสระที่มากขึ้นด้วย นั่นแสดงว่าต้นปทุมมาที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีปริมาณสารอนุมูลอิสระน้อยกว่าต้นปทุมมาที่ไม่ได้รับสาร จึงมีแนวโน้มที่จะได้รับอันตรายจากสารอนุมูลอิสระได้น้อยกว่า หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือต้นปทุมมาที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลสามารถทนต่อสภาวะการขาดน้ำได้ดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร

สรุป

ต้นปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพูที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล 1500 ppm มีแนวโน้มที่จะเติบโตได้ดีกว่าเมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำ ซึ่งวัดได้จากค่าน้ำหนักแห้ง ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบที่สูงกว่า และปริมาณ malonyldialdehyde (MDA), โพรลีน ที่ต่ำกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ประจำปี 2548 ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จิราพร กันทะวรรณ์. 2550. ผลของระยะเวลาในการให้สารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพู. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จำนงค์ อุทัยบุตร กอบเกียรติ แสงนิล และจารุณี จูงกลาง. 2550. การผลิตปทุมมาเป็นไม้กระถางโดยการใช้สารพาโคลบิวทราโซล. รายงานฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่.

พรรณีย์ วิชชาชู. 2545. ปทุมมา: พัฒนาจากป่าสู่เมืองถึงการส่งออก. กสิกร. 75 : 58-77.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.C. 1973. Rapid determination of proline for water stress studies. Plant Soil 39: 205-207.

Delauney, A.J. and Verma, D.P.S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. The Plant Journal 4 : 215-223.

Ghoulam, C., Fours A. and Fares, K. 2002. Effects of salts stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany 47: 39-50.

Sterett, J.P. 1985. Paclobutrazol : A promising growth inhibitor for injection woody plant. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 4-8.

Trouhton, JH. 1969. Plant water stress and carbondioxide exchange of cotton leaves. Aust. J. Biol. Sci. 22 : 289-309.

Velikova V., Yordanov, I. and Edreva, A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant system in acid rain-treated bean plants protective role of exogenous polyamines. Plant Science 151: 59-66.

Verma, D.P.S. 1999. Osmotic Stress Tolerance Implants: Role of Proline and Sulfur Metabolism: Molecular Responses to Cold, Drought, Heat and Salt Stress in Higher Plant. R.G. Lardes Company. Japan.