การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลในสภาวะขาดน้ำ

Growth and yield of Chiang Mai 60 soybean cultivar treated by paclobutrazol under drought stress condition

นราชัย โพธิ์สาร[1], สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์[1] และ เอ็จ สโรบล[1*]
Narachai Phosan[1], Sarawut Rungmekarat[1] and Ed Sarobol[1*]

Abstract

In the dry season, soybean yield decreases can be caused by drought stress condition. The uses of plant growth regulators are reported to alleviate the problem. Placlobutrazol (PBZ) is reported to boost crop plant tolerance to drought stress. To alleviate the impact of drought on Chiang Mai 60 soybean, a split plot in RCBD was used and replicated 4 times. Three water regimens (main plots) were applied (weekly irrigation, water withholding for 2 and 3 weeks) and water was withheld after PBZ applications (sub plots, 4 rates, 0, 500, 750 and 1,000 g (ai) ha^{-1}) at the beginning of pod stage. The results showed that water treatments did not affect plant height. Dry matter accumulation (DM), crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR) and grain yield were decreased when water was withheld for 3 weeks. All rates of PBZ significantly lowered plant height at 76 days after emergence. However, PBZ rates had no effect on DM, CGR, NAR and grain yield. Nevertheless, soybean receiving PBZ at 500 and 750 g (ai) ha^{-1} yielded greater than non-treated soybean.

Keywords: soybean, drought stress, tolerance, paclobutrazol

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900, Thailand.
รับเรื่อง : มิถุนายน 2556
* Corresponding author: agred@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ผลผลิตของถั่วเหลืองในฤดูแล้งลดลงเนื่องจากสภาวะขาดน้ำ การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดผลกระทบจากการขาดน้ำได้ สารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol: PBZ) เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตใช้ในการควบคุมความสูงของพืช เพิ่มความทนทานต่อสภาวะขาดน้ำของพืช โดยชะลอการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและลดการสูญเสียน้ำทางใบ การทดลองนี้ใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการเพิ่มความทนแล้งให้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ใช้แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท จำนวน 4 ซ้ำ โดยให้ถั่วเหลืองขาดน้ำ 3 ระดับ คือ ไม่ขาดน้ำ, ขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ และพ่นสารพาโคลบิวทราโซล 4 อัตรา (0 (ไม่ฉีดพ่นสาร), 500, 750 และ 1,000 g (ai) ha^{-1}) ที่ระยะเริ่มติดฝัก (R_3) ผลการทดลองพบว่า การขาดน้ำไม่ส่งผลต่อความสูงพุ่มใบของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ขณะที่การขาดน้ำ 3 สัปดาห์ทำให้การสะสมน้ำหนักแห้ง อัตราการเจริญเติบโต (CGR) Net Assimilation Rate (NAR) และ ผลผลิตต่อไร่ลดลง ถั่วเหลืองที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทุกอัตรามีความสูงพุ่มใบที่อายุ 76 วันหลังงอก น้อยกว่าไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อ การสะสมน้ำหนักแห้ง CGR NAR และ ผลผลิตของถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามสารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 500 และ 750 g (ai) ha^{-1} ทำให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตต่อไร่มากกว่าการไม่ฉีดพ่นสาร

คำนำ

ผลผลิตของถั่วเหลืองในฤดูแล้ง (ธ.ค.-ม.ค.) ของไทยมักจะต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับฤดูปลูกอื่น (Kanchanomai, 1995) เนื่องจากการขาดน้ำในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นเดือนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งประเทศต่ำที่สุด การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มความทนแล้งให้กับพืชได้ พาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol: PBZ) เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช มีคุณสมบัติในการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน (Sterett, 1985) พาโคลบิวทราโซลทำให้พืชชะลอการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ส่งผลให้ความสูง จำนวนกิ่ง และจำนวนข้อของพืชลดลง ช่วยเพิ่มความทนแล้งและลดอัตราการสูญเสียน้ำต่อพื้นที่ใบให้แก่พืช (Wample and Culver, 1983) และยังมีคุณสมบัติในการช่วยให้พืชทนทานต่อสภาวะเครียดต่างๆเช่น ภาวะที่พืชขาดออกซิเจน (anoxia) มลพิษทางอากาศ สภาวะขาดน้ำ น้ำท่วมขัง สภาพอุณหภูมิสูงรุนแรงและป้องกันพืชจากแสงอัลตร้าไวโอเล็ต (Davis *et al*., 1988; Fletcher and Hofstra, 1988) นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ความต้องการใช้น้ำของ strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) ลดลง โดยลดการสูญเสียน้ำจากกระบวนการหายใจ (Navarro *et al*., 2007) ใน Triticale (*Triticale hexaploide* Lar.) พาโคลบิวทราโซลยังช่วยป้องกันผลกระทบจากสภาวะขาดน้ำโดยทำให้ Net photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance, relative water content และ leaf water potential สูงขึ้นขณะที่กิจกรรมของเอ็นไซม์ peroxidase และปริมาณของโพรลีนอิสระลดลงเมื่อเทียบกับ Triticale ที่ไม่ได้รับสาร (Berova and Zlatev, 2003)

Hussem (1996) ทำการทดลองในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 1 และ นว. 1 โดยใช้พาโคลบิวทราโซล 3 อัตรา คือ 0, 500, 750 g (ai) ha^{-1} พบว่า พาโคลบิวทราโซลชะลอการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ทำให้ลำต้นเตี้ยลง และการให้สารในอัตรา 500 g (ai) ha^{-1} ที่ระยะเริ่มติดฝัก (R_3)ช่วยเพิ่มผลผลิต ขณะที่ Chanprasert (1992) พบว่า พาโคลบิวทราโซลอัตรา 1000 g (ai) ha^{-1} ที่ระยะ R_1, R_3 และ R_5 ทำให้ ความสูง จำนวนกิ่งและจำนวนข้อลดลง จำนวนวันออกดอกสั้นลง จำนวนฝักต่อต้นต่ำลง แต่จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดมีแนวโน้มสูงขึ้น จึงทำให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน พืชสามารถดูดซับสารพาโคลบิวทราโซลเข้าทางรากได้ดีและเร็วกว่าการให้สารทางใบ(William and Edgerton, 1983) สอดคล้องกับ Techapinyawat *et al*.(1995) ที่พบว่าการใช้สารพาโคลบิวทราโซลโดยวิธีรดทางดินในถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ตอบสนองได้ดีกว่า

พ่นทางใบ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงการตอบสนองของถั่วเหลืองต่อสารพาโคลบิวทราโซล ในสภาวะขาดน้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ โดยปัจจัยหลัก (main plot) คือ ระดับการขาดน้ำที่ระยะเริ่มติดฝัก (R_3) 3 ระดับ ได้แก่ 1) ไม่ขาดน้ำ (W1) 2) ขาดน้ำ 2 สัปดาห์ (W2) และ 3)ขาดน้ำ 3 สัปดาห์ (W3) กำหนดให้ปัจจัยรอง (sub plot) คือ อัตราสารพาโคลบิวทราโซล 4 อัตรา ได้แก่ 0 (ไม่ฉีดพ่นสาร), 500, 750, 1,000 g (ai) ha^{-1} ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนเมษายน 2554 ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 แบบยกร่องในแปลงปลูกขนาด 4x5 m จำนวน 48 แปลง แปลงละ 8 แถว ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-20-0 ปลูกหลุมละ 2 ต้น ระยะปลูก 20 x 50 cm ให้น้ำทุกๆ 1 สัปดาห์ เริ่มเก็บข้อมูลเมื่อถั่วเหลืองอายุ 20 วันหลังงอก (DAE) เก็บข้อมูลความสูงพุ่มใบ (วัดจากพื้นถึงส่วนที่สูงที่สุด) น้ำหนักแห้ง (ต้น ใบ และฝัก) อัตราการเจริญเติบโต(Crop Growth Rate: CGR) และ Net Assimilation Rate (NAR) ทุกๆ 14 วัน ฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลทั้ง 4 อัตราลงบนดินเมื่อถั่วเหลืองเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะเริ่มติดฝัก (R_3) โดยให้น้ำก่อนฉีดพ่นสาร 1 วัน ให้ขาดน้ำใน W2 และ W3 (ขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ) หลังการพ่นสาร หลังจากครบกำหนดขาดน้ำจึงให้น้ำตามปกติ เก็บข้อมูลผลผลิตเมื่อฝักสุกแก่ 95 เปอร์เซ็นต์และวิเคราะห์ผล

ผลและวิจารณ์

การขาดน้ำ 3 ระดับ และการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลอัตราต่างๆที่ระยะเริ่มติดฝัก (R_3) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ดังนี้

1.ความสูงพุ่มใบ

การขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ไม่มีผลต่อความสูงพุ่มใบของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ขาดน้ำ (ตารางที่ 1) แต่พาโคลบิวทราโซลทุกอัตราทำให้ความสูงพุ่มใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยถั่วเหลืองที่อายุ 62 DAE อัตราการใช้สารพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อความสูงพุ่มใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ถั่วเหลืองที่ฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 750 g (ai) ha^{-1} มีความสูงพุ่มใบน้อยที่สุดคือ 41.6 cm ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับถั่วเหลืองที่ไม่ฉีดพ่นสารและฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลในอัตรา 500 และ 1,000 g (ai) ha^{-1} ที่มีความสูงเท่ากับ 45.2, 43.5 และ 44.3 cm ตามลำดับ ที่อายุ 76 DAE การฉีดพ่นสารทุกอัตราส่งผลให้ความสูงพุ่มใบน้อยกว่าไม่ฉีดพ่นสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือการพ่นพาโคลบิวทราโซลอัตรา 500, 750 และ 1,000 g (ai) ha^{-1} ทำให้ความสูงพุ่มใบลดลงเป็น 41.3, 40.0 และ 41.3 cm ตามลำดับ ส่วนถั่วเหลืองที่ไม่ได้รับสารมีความสูงมากที่สุด คือ 43.9 cm สอดคล้องกับ Chanprasert (1992) ถั่วเหลืองที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการเจริญเติบโต ทำให้ต้นถั่วเหลืองที่ได้รับสารมีสภาพแคระแกรน ทำให้ความสูง จำนวนกิ่ง และจำนวนข้อลดลง โดยถั่วเหลืองที่ได้รับสารในระยะแรกๆของการเจริญเติบโต จะถูกยับยั้งรุนแรงกว่าถั่วเหลืองที่ได้รับสารในระยะหลัง

จากการทดลองจะพบว่าถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำปกติมีความสูงพุ่มใบน้อยกว่าถั่วเหลืองที่ขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ ทั้งนี้เนื่องจากสารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่ใช้ลดความสูงของต้นพืช วิธีให้สารพาโคลบิวทราโซลที่เหมาะสม คือ การรดลงดิน เนื่องจากรากพืชสามารถดูดซึมสารนี้ได้ดี และส่งผ่านทางท่อน้ำขึ้นไปยังส่วนอื่นๆของต้น (Tongumpai, 1994) ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้รับน้ำปกติจึงสามารถดูดและเคลื่อนย้ายสารพาโคลบิวทราโซลได้ดีกว่าถั่วเหลืองที่ขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ จึงทำให้ความสูงต้นของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำปกติน้อยกว่าถั่วเหลืองที่ขาดน้ำ

ตารางที่ 1 ความสูงพุ่มใบ (cm) ที่อายุต่างๆกันของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ภายใต้การขาดน้ำ 3 ระดับและฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลที่อัตราต่างๆ

PBZ	48 DAE				62 DAE				76 DAE			
	W1	W2	W3	เฉลี่ย	W1	W2	W3	เฉลี่ย	W1	W2	W3	เฉลี่ย
0	39.0	42.6	42.7	41.4	44.0	45.1	46.7	45.2a[1/]	43.5	44.2	44.1	43.9a
500	39.0	41.4	40.2	40.2	43.9	43.6	42.9	43.5ab	40.7	42.7	40.4	41.3b
750	38.1	41.3	39.7	39.7	40.1	42.0	42.9	41.7b	39.9	40.6	39.7	40.0b
1,000	39.0	40.0	40.4	39.8	43.1	45.0	44.8	44.3a	40.8	42.0	40.9	41.3b
เฉลี่ย	38.8	41.3	40.7	40.3	42.8	44	44.3	43.7	41.2	42.4	41.3	41.6
LSD 0.05		W		2.3[ns]				1.4[ns]				1.6[ns]
		PBZ		2.0[ns]				2.2*				2.6*
		WxPBZ		3.4[ns]				3.9[ns]				4.5[ns]
C.V. (%)		W		6.67				3.66				4.48
		PBZ		5.8				6.14				7.43

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, [ns] ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05

[1/] ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 โดยวิธี Fisher's LSD

(W1= ไม่ขาดน้ำ, W2= ขาดน้ำ 2 สัปดาห์, W3= ขาดน้ำ 3 สัปดาห์, PBZ= paclobutrazol, 0, 500, 750, 1,000= อัตราสารพาโคลบิวทราโซล (g (ai) ha^{-1}), DAE (Days After Emergence)= วันหลังงอก)

ตารางที่ 2 น้ำหนักแห้งรวม (kg rai^{-1}) ที่อายุต่างๆกันของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ภายใต้การขาดน้ำ 3 ระดับและฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลที่อัตราต่างๆ

PBZ	48 DAE				62 DAE				76 DAE			
	W1	W2	W3	เฉลี่ย	W1	W2	W3	เฉลิย	W1	W2	W3	เฉลี่ย
0	217.3c	284.0ab	249.7bc	250.3	518.2	523.8	482.1	508.0	575.3	617.7	489.3	560.8
500	255.8bc	294.2ab	226.7bc	258.9	538.0	509.3	458.2	501.8	661.0	639.6	505.2	601.9
750	207.0c	268.9b	315.7a	263.9	566.8	432.1	466.6	488.5	626.1	549.5	420.5	532.0
1,000	257.2bc	281.2ab	260.1bc	266.1	541.3	470.8	425.7	479.2	625.1	554.4	463.8	547.7
เฉลี่ย	234.3b	282.1a	263.1a	259.8	541.1	484.0	458.1	494.34	621.9a	590.3b	469.7c	560.6
LSD 0.05		W		21.4*				65.3[ns]				50.4*
		PBZ		24.9[ns]				69.7[ns]				58. 4[ns]
		WxPBZ		43.1*				120.7[ns]				101.2[ns]
C.V. (%)		W		6.67				15.28				10.39
		PBZ		5.8				16.83				12.45

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, [ns] ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05

[1/] ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 โดยวิธี Fisher's LSD

(W1= ไม่ขาดน้ำ, W2= ขาดน้ำ 2 สัปดาห์, W3= ขาดน้ำ 3 สัปดาห์, PBZ= paclobutrazol, 0, 500, 750, 1,000= อัตราสารพาโคลบิวทราโซล (g (ai) ha^{-1}), DAE (Days After Emergence)= วันหลังงอก)

2. การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้น

น้ำหนักแห้งรวมเป็นค่าที่บอกถึงการสร้าง และสะสมอาหารของถั่วเหลือง ที่อายุ 48 DAE ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำมีน้ำหนักแห้งรวมสูงกว่าไม่ขาดน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ มีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 282.07 และ 263.05 kg rai^{-1} ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ส่วนถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำมีน้ำหนักแห้งรวม 234.30 kg rai^{-1} แต่ที่อายุ 76 DAE พบว่า ถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำมีน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุดคือ 621.87 kg rai^{-1} การขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ทำให้น้ำหนักแห้งรวมลดลงเป็น 590.28 และ 469.67 kg rai^{-1} ตามลำดับ

ความแตกต่างของอิทธิพลร่วมระหว่างระดับการขาดน้ำและอัตราการพ่นสารพาโคลบิวทราโซลแสดงให้เห็นที่อายุ 48 DAE ที่ระดับการขาดน้ำ 3 สัปดาห์ ถั่วเหลืองที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 750 g (ai) ha^{-1} มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงที่สุด โดยทั่วไปแล้วการขาดน้ำจะส่งผลให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงแต่ที่อายุ 48 DAE ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำมีน้ำหนักแห้งรวมสูงกว่าไม่ขาดน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะการปรับตัวเพื่อหนีแล้งของถั่วเหลืองจึงทำให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำปกติ หลังจากเกิดการขาดน้ำพืชจะใช้ความชื้นที่ยังเหลืออยู่ในดินมาใช้และเร่งการเจริญเติบโตให้ครบวงจรชีวิต (Turner, 1986) เป็นที่น่าสังเกตว่า ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำในงานทดลองนี้เก็บเกี่ยวเร็วกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำ 1 สัปดาห์ สอดคล้องกับ Muchow (1985) ที่พบว่า การขาดน้ำทำให้การแก่ของฝักถั่วแลปแลปและการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น

3. อัตราการเจริญเติบโตของพืช (Crop growth rate : CGR)

ที่อายุ 49-62 DAE ถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการขาดน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 13.69 g m^{-2} day^{-1} (ตารางที่ 3) ขณะที่ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 9.01 และ 8.71 g m^{-2} day^{-1}ตามลำดับ และเมื่อถั่วเหลืองอายุ 63-76 DAE การขาดน้ำ 3 สัปดาห์ทำให้ CGR ต่ำลงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในอัตราการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซล แต่พบว่าถั่วเหลืองที่ฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซล 500 g (ai) ha^{-1} มีอัตราการเจริญเติบโตที่อายุ 63-76 DAE ลดลงจากอายุ 49-62 DAE น้อยกว่าการไม่ฉีดพ่นสารและอัตราสารอื่นคือลดลงเพียง 6.37 g m^{-2} day^{-1} ขณะที่อัตรา 0, 750 และ 1,000 g (ai) ha^{-1} อัตราการเจริญเติบโตลดลง 9.15, 8.09 และ 6.45 g m^{-2} day^{-1} ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การใช้สารพาโคลบิวทราโซลที่อัตรา 500 g (ai) ha^{-1} ส่งผลให้ถั่วเหลืองยังสามารถเจริญเติบโต และสร้างน้ำหนักแห้งได้ดีกว่าการไม่ฉีดพ่นสาร อัตราการเจริญเติบโตที่อายุ 35-48 DAE พบอิทธิพลร่วมของการขาดน้ำ 3 สัปดาห์และสารพาโคลบิวทราโซล 750 g (ai) ha^{-1} โดยอัตราสารนี้ส่งผลให้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สาเหตุที่ CGR ของถั่วเหลืองที่ฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลไม่แตกต่างจากไม่ฉีดพ่นสารเนื่องจาก สารพาโคลบิวทราโซล เป็นสารที่ส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตเฉพาะส่วนยอดทำให้ความสูงลดลง แต่การเจริญเติบโตด้านอื่น และการสะสมน้ำหนักแห้งยังดำเนินไปตามปกติจึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากถั่วเหลือง ที่ไม่ฉีดพ่นสาร สอดคล้องกับ Techapinyawat *et al*.(1995) ที่พบว่า สารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความสูงของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ลดลง แต่การสะสมน้ำหนักแห้ง (ส่วนต้นและราก) และผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับไม่ใช้สาร

4. Net Assimilation Rate (NAR)

NAR เป็นค่าที่บอกถึงประสิทธิภาพการสร้างน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งจะช่วยบอกถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองได้ ถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำมี NAR สูงสุด ที่อายุ 49-62 DAE แต่ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำมี NAR สูงสุดที่ 35-48 DAE เนื่องจากการขาดน้ำนั้นทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง ที่อายุ 49-62 DAE ถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำมีค่า NAR สูงกว่าถั่วเหลืองที่ขาดน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 อัตราการเจริญเติบโต (CGR) (g m^{-2} day^{-1}) ที่ช่วงอายุต่างๆกันของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ภายใต้การขาดน้ำ 3 ระดับและฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลที่อัตราต่างๆ

PBZ	35-48 DAE				49-62 DAE				63-76 DAE			
	W1	W2	W3	เฉลี่ย	W1	W2	W3	เฉลี่ย	W1	W2	W3	เฉลี่ย
0	6.16b[1/]	8.73ab	7.02b	7.30	13.44	10.71	10.37	11.51	2.55	4.19	0.32	2.36
500	7.97b	8.91ab	6.15b	7.68	12.60	9.60	10.34	10.84	5.49	5.82	2.09	4.47
750	6.71b	7.95b	10.42a	8.36	16.06	7.28	6.73	10.03	2.65	5.24	-2.06	1.94
1,000	7.78b	8.57ab	7.20b	7.85	12.68	8.46	7.39	9.51	3.74	3.73	1.70	3.06
เฉลี่ย	7.16	8.54	7.70	7.80	13.69a	9.01b	8.71b	10.47	3.61a	4.75a	0.52b	2.96
LSD 0.05		W		1.30[ns]				3.08*				2.59*
		PBZ		1.12[ns]				3.35[ns]				3.58[ns]
		WxPBZ		1.93*				5.80[ns]				6.20[ns]
C.V. (%)		W		19.23				34				101.14
		PBZ		17.1				38.19				144.58

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, [ns] ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05

[1/] ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 โดยวิธี Fisher's LSD

(W1= ไม่ขาดน้ำ, W2= ขาดน้ำ 2 สัปดาห์, W3= ขาดน้ำ 3 สัปดาห์, PBZ= paclobutrazol, 0, 500, 750, 1,000= อัตราสารพาโคลบิวทราโซล (g (ai) ha^{-1}), DAE (Days After Emergence)= วันหลังงอก)

ตารางที่ 4 Net Assimilation Rate (NAR) (g m^{-2} day^{-1}) ที่อายุต่างๆกันของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ภายใต้การขาดน้ำ 3 ระดับและฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลที่อัตราต่างๆ

PBZ	35-48 DAE				49-62 DAE				63-76 DAE			
	W1	W2	W3	เฉลี่ย	W1	W2	W3	เฉลี่ย	W1	W2	W3	เฉลี่ย
0	7.04	8.29	6.92	7.42	10.4	7.46	7.55	8.46	2.67	3.59	4.97	3.74
500	8.71	7.27	7.10	7.69	9.35	5.69	8.59	7.87	6.95	6.80	5.22	6.32
750	8.18	7.70	9.78	8.55	12.3	6.11	4.89	7.78	3.91	8.16	2.08	4.72
1,000	8.00	8.36	6.98	7.85	9.00	6.40	5.43	7.07	7.00	8.44	-2.97	4.18
เฉลี่ย	8.03	7.91	7.70	7.88	10.40a	6.42b	6.62b	7.80	5.15a	6.75a	2.32b	4.74
LSD 0.05		W		1.2[ns]				1.81*				3.19*
		PBZ		1.32[ns]				2.23[ns]				4.24[ns]
		WxPBZ		2.29[ns]				3.86[ns]				7.35[ns]
C.V. (%)		W		17.7				26.9				77.8
		PBZ		20				34.1				107

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, [ns] ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05

[1/] ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 โดยวิธี Fisher's LSD

(W1= ไม่ขาดน้ำ, W2= ขาดน้ำ 2 สัปดาห์, W3= ขาดน้ำ 3 สัปดาห์, PBZ= paclobutrazol, 0, 500, 750, 1,000= อัตราสารพาโคลบิวทราโซล (g (ai) ha^{-1}), DAE (Days After Emergence)= วันหลังงอก)

สอดคล้องกับ CGR ที่อายุ 49-62 DAE ที่พบว่าถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำมี CGR สูงกว่าถั่วเหลืองที่ขาดน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) เมื่อถั่วเหลืองอายุ 63-76 DAE ค่า NAR ของถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำและขาดน้ำ 2 สัปดาห์ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ค่า NAR ของถั่วเหลืองที่ขาดน้ำ 3 สัปดาห์ ต่ำกว่าการขาดน้ำระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไม่พบความแตกต่างของ NAR ในการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทุกอัตรา แต่พบว่า ค่า NAR ของถั่วเหลืองที่ฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซล 500 g (ai) ha^{-1} ที่อายุ 63-76 DAE ลดลงจากอายุ 49-62 DAE น้อยกว่าการไม่ฉีดพ่นสารและอัตราสารอื่น คือลดลงเพียง 1.55 g m^{-2} day^{-1} ขณะที่อัตรา 0, 750 และ 1,000 g (ai) ha^{-1} อัตราการเจริญเติบโตลดลง 4.72, 3.06 และ 2.89 g m^{-2} day^{-1} ตามลำดับ สารพาโคลบิวทราโซลทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของถั่วแขกพุ่มที่อายุ 34 วันเพิ่มขึ้น โดยทำให้ถั่วแขกพุ่มที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทุกอัตรา (100, 200, 300, 400 และ 500 ppm) มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าถั่วแขกพุ่มที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ratananukul, 1996)

5. ผลผลิต

การขาดน้ำ 3 สัปดาห์ ทำให้ผลผลิตต่อไร่ของถั่วเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) แต่ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ไม่ขาดน้ำและขาดน้ำ 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การที่ผลผลิตลดลงนั้นเนื่องจากการขาดน้ำ 3 สัปดาห์ ส่งผลให้ถั่วเหลืองมีการสะสมน้ำหนักแห้ง CGR และ NARลดลง ถั่วเหลืองที่ขาดน้ำในระยะเริ่มติดฝักจะทำให้จำนวนฝักต่อต้นลดลงมากกว่าการขาดน้ำในระยะอื่น เนื่องจากเกิดการหลุดร่วงของฝัก ส่งผลให้ผลผลิตต่อพื้นที่ลดลง (Desclaux *et al*. 2000)

สารพาโคลบิวทราโซลทุกอัตรามีผลต่อผลผลิตต่อพื้นที่ของถั่วเหลืองไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อใช้สารพาโคลบิวทราโซลร่วมกับการขาดน้ำ 2 สัปดาห์ พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับสารอัตรา 500 g (ai) ha^{-1} มีผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด แต่การใช้สารอัตรา 1,000 g (ai) ha^{-1}ร่วมกับการขาดน้ำ 2 สัปดาห์ทำให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ผลผลิต(kg rai^{-1})ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ภายใต้การขาดน้ำ 3 ระดับและฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซลที่อัตราต่างๆ

PBZ	W1	W2	W3	เฉลี่ย
0	**223.52ab**	**214.67ab**	**179.14c**	**205.78**
500	211.89b	231.46a	188.90c	210.75
750	219.28ab	221.89ab	180.18c	207.12
1,000	226.60ab	197.66bc	189.38c	204.55
เฉลี่ย	220.32a	216.42a	184.40b	207.05
LSD 0.05	W			12.1*
	PBZ			10.29 ^{ns}
	WxPBZ			17.8*
C.V. (%)	W			6.73
	PBZ			5.93

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05

$^{1/}$ ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.05 โดยวิธี Fisher's LSD (W1= ไม่ขาดน้ำ, W2= ขาดน้ำ 2 สัปดาห์, W3= ขาดน้ำ 3 สัปดาห์, PBZ= paclobutrazol, 0, 500, 750, 1,000= อัตราสารพาโคลบิวทราโซล(g (ai) ha^{-1}), DAE (Days After Emergence)= วันหลังงอก)

สรุป

การขาดน้ำ 2 และ 3 สัปดาห์ไม่มีผลต่อความสูงพุ่มใบของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 การขาดน้ำ 3 สัปดาห์ ทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้น CGR และ NAR ของถั่วเหลืองลดลงจึงส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถั่วเหลืองที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลมีความสูงพุ่มใบลดลงในทุกอัตราการให้สาร และพบว่าสารพาโคลบิวทราโซลไม่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้ง CGR, NAR และผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 แต่การฉีดพ่นสารอัตรา 500 และ 750 g (ai) ha^{-1} มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองสูงกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ฉีดพ่นสาร

เอกสารอ้างอิง

Berova, M. and Z. Zlatev. 2003. Physiological response of paclobutrazol-treated triticale plants to water stress. Biol. Plantarum 46(1): 133-136.

Chanprasert, W. 1992. Effect of paclobutrazol growth retardant applied at different growth stages on plant growth and seed yield of soybean cvs. SJ4 and SK1. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 25 (1-3) : 1-12. (In Thai)

Davis, T.D., G.L. Steffen and N. Sankhla. 1988. Triazole plant growth regulators. Hortic Rev. 10: 63-105

Desclaux, D., T.T. Huynh, P. Roumet, 2000. dentification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. Crop Sci. 40, 716-722.

Fletcher, R.A. and G. Hofstra. 1988. Triazoles as potential plant protectants, pp. 321-331. In D. Berg and M. Plempel, eds. Sterol Synthesis Inhibitors in Plant Protection. Cambridge: Ellis Horwood Limited, England.

Hussem, D. 1996. Effects of paclobutrazol on growth and development, yield and seed quality in indeterminate and determinate soybean. M.E. Thesis, Kasetsart University. (In Thai)

Kanchanomai, C. 1995. Effects of seasonal variation on physiological parameters and yield of soybeans in north-east Thailand. M.E. Thesis, Kasetsart University. (In Thai)

Muchow, R.C. 1985. Stomatal behavior in grain legumes grown under different soil water regimes in semi-arid tropical environment. Field Crop Res. 11: 81-97

Navarro, A., M.J. Sánchez- Blanco and S. Bañon. 2007. Influence of paclobutrazol on water consumption and plant performance of Arbutus unedo seedlings. Sci. Hortic. 111: 133–139

Ratananukul, R. 1996. Effects of paclobutrazol, mepiquat chloride and daminozide on growth and yield of snap bean (Phaseolus vulgaris L.). M.E. Thesis, Kasetsart University.(In Thai)

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

Techapinyawat, S., M. Na Nakorn and N. Sinbuathong. 1995. Effects of ethephon and paclobutrazol on growth and yield of mungbean cv Kamphaeng Saen 1. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 29: 193-204. (In Thai)

Tongumpai, P. 1994. Plant hormone and synthesis: application in Thailand. 4th. V. B. book center, Bangkok. (In Thai)

Turner, N.C. 1986. Crop water deficits: a decade of progress. Adv. Agron. 39: 1-51.

Wample, R.L. and E.B. Culver. 1983. The influence of paclobutrazol a new growth regulator on sunflower. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 122-125.

William, M.W. and L.J. Edgerton. 1983. Vegetative growth control of apple and pear trees with ICI PP333 (paclobutrazol): a chemical analog of bayleton. Acta Hortic. 137: 111-116.