

การตอบสนองต่อแคลเซียมและโบรอนในถั่วเหลืองฝักสด

Calcium and Boron Responses in Vegetable Soybean

สุพรรณณี ปัญญาจีน^{1/} ทรงเชาว์ อินสมพันธ์^{1/} และ ดำเนิน กาละดี^{1/}

Supanee Punyajean^{1/} Songchao Insomphun^{1/} and Dumnern Karladee^{1/}

Abstract: Low yield, small seeds and under-qualified pods are present problems of vegetable soybean production in Thailand. Balance of Ca and B might be able to reduce flower falling and enhance the growth of seeds and pods, consequently, increase the yield. The study was aimed at determining the effects of Ca and B on the growth and yield of vegetable soybean. It was done with grown soybean, grown in washed sand pots. The design of the experiment was split-plot in RCBD with 3 replications. Nine rates of mixed solution of Ca and B spray were the main plots treatments and three varieties were sub-plot treatments. It was found that all studied yield components and yield of the three varieties were highly response to the sprays of Ca and B. The best results were achieved with the sprays of 1,000 μM of Ca and 10 μM of B. The sprays of 1,500 μM Ca restrained yield and some of yield components. The analysis on the relationships between Ca and B should be further studied.

Keywords: Calcium, boron, yield, yield components, vegetable soybean

บทคัดย่อ: การปลูกถั่วเหลืองฝักสดในประเทศไทยยังประสบปัญหาคือปริมาณผลผลิตฝักสดต่ำ เมล็ดมีขนาดเล็ก ฝักไม่ได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด ความสมดุลของแคลเซียมและโบรอนอาจมีส่วนในการลดการร่วงหล่นของดอกและเพิ่มการเจริญเติบโตของเมล็ด และฝัก ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลของแคลเซียมและโบรอน ที่มีต่อการเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด โดยทดลองในกระถางใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุปลูก วางแผนการทดลองแบบ Split – plot in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ Main plot คือการพ่น Ca และ B มี 9 กรรมวิธี Sub plot ประกอบด้วย ถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ไม่มีการพ่น (Non Ca+B) ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์ มีการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง และด้านผลผลิตที่ต่ำมาก เมื่อมีการพ่น Ca และ B ที่อัตรา ต่าง ๆ ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และสามารถสร้างผลผลิตได้โดยที่กรรมวิธีการพ่น Ca 1,000 μM ร่วมกับ B 10 μM ให้ผลผลิตด้านจำนวนดอกต่อต้น จำนวนและน้ำหนักฝักสดรวมต่อต้น จำนวนและน้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อต้น จำนวนเมล็ดรวมและเมล็ดดีต่อต้น สูงกว่ากรรมวิธีอื่น แต่เมื่อพ่นด้วย Ca ที่ความเข้มข้น 1,500 μM ทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตบางประการลดลง ดังนั้นจึงควรวิเคราะห์ต่อไปถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Ca และ B

คำสำคัญ: แคลเซียม, โบรอน, ผลผลิต, องค์ประกอบของผลผลิต, ถั่วเหลืองฝักสด

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* (L.) Merr.) เป็นพืชชนิดเดียวกับถั่วเหลืองทั่วไปแต่แตกต่างกันที่ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดจะเก็บเกี่ยวที่ฝักสดมีขนาดใหญ่ระยะที่เมล็ดเต่งเต็มที่ (R7) (Fehr and Caviness, 1977) เป็นพืชที่มีโภชนาการสูงมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ 12-13% และมีกรดอะมิโนจำเป็นเช่น Lysine และ Tryptophan ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ กระตุ้นการหลั่งของโฮโมนซอมแซมเนื้อเยื่อส่วนที่สึกหรอ (กรุง และสิริกุล, 2537) การปลูกถั่วเหลืองฝักสดในประเทศไทยยังประสบปัญหาคือปริมาณผลผลิตฝักสดต่ำ เมล็ดมีขนาดเล็ก ฝักไม่ได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด สาเหตุหนึ่งน่าจะเกิดจากความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณที่ปลูก และความสมดุลของธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสด การขาดแคลเซียมในถั่วเหลืองทำให้การออกดอกและติดฝักน้อยลง (จำลอง และบุญเกื้อ, 2540) ส่วนการขาดโบรอนในถั่วเขียวผิวดำ และถั่วเหลืองลดลง (Rerkasem *et al.*, 1993) พบว่าการขาดธาตุแคลเซียม (Ca) และธาตุโบรอน (B) ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงผลของธาตุแคลเซียมและธาตุโบรอนที่มีต่อการสร้างดอก สร้างฝัก และการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดและมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของตลาด

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยที่ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง เดือน กันยายน พ.ศ. 2551 วางแผนการทดลองแบบ Split – plot in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ Main plot คือการพ่นสารละลายเข้มข้น Ca, B และ Ca + B ทางใบ (foliar) มี 8 กรรมวิธีคือ 1) Ca 1,000 μM 2) Ca 1,500 μM 3) B 2 μM 4) B 10 μM 5) Ca 1,000 μM + B 2 μM 6) Ca 1,000 μM + B 10 μM 7) Ca 1,500 μM + B 2 μM และ 8) Ca 1,500 μM + B 10

μM โดยมีกรรมวิธีที่ 9) Non spraying เป็นกรรมวิธีตรวจสอบ

เนื่องจากทดลองในวัสดุทราย ฉะนั้นในแต่ละกรรมวิธีจะให้สารอาหารพื้นฐาน โดยธาตุสารละลายธาตุอาหาร KNO_3 5,000 μM , CaCl_2 1,000 μM , MgSO_4 250 μM , KH_2PO_4 500 μM , FeEDTA 10 μM , K_2SO_4 250 μM , MnSO_4 1 μM , ZnSO_4 0.5 μM , CuSO_4 0.2 μM , CoSO_4 0.1 μM , NaMoO_4 0.1 μM และ H_3BO_3 2 μM (Broughton and Dilworth, 1971) และเพื่อไม่ให้กระทบกับกรรมวิธีทดสอบ ดังนั้นในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 สารอาหารพื้นฐานจะไม่มี CaCl_2 (Ca) ตลอดจนการทดลอง กรรมวิธีที่ 3 และ 4 สารอาหารพื้นฐานจะไม่มี H_3BO_3 (B) ตลอดจนการทดลองและกรรมวิธีที่ 5, 6, 7, 8 และ 9 ก็จะไม่ใช้ CaCl_2 และ H_3BO_3 ตลอดจนการทดลอง แต่จะให้ธาตุอาหารอื่นตามสูตรธาตุอาหารพื้นฐานดังกล่าว

Sub plot ประกอบด้วย ถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์ คือ AGS292, #75 และ #3 ทำการทดลองในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. ลึก 30 ซม. รองกระถางด้วยถุงพลาสติกที่มีรูเพื่อการระบายน้ำ และบรรจุทรายหยาบที่ล้างโดยน้ำกรอง ก่อนทดลองทำการทดสอบระดับโบรอนโดยปลูกถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ Regur ลงในแต่ละกระถาง เนื่องจากถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ Regur เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการขาดธาตุโบรอนหากถั่วเขียวพันธุ์ Regur แสดงอาการขาดโบรอนโดยชะงักการเจริญเติบโตหลังจากใบจริงคู่แรกคลี่กางเต็มที่แสดงว่าระดับโบรอนต่ำพอจะใช้ทดลองได้ (อัยุทธ์, 2545) หลังจากนั้นถอนต้นถั่วเขียวพันธุ์ Regur ออกก่อน และปลูกถั่วเหลืองฝักสด โดยนำเมล็ดถั่วแต่ละพันธุ์มาคลุกเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียม และปลูกจำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง เมื่อดันถั่วเหลืองฝักสดงอกได้ 4 วัน ทำการให้ด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชตามสูตรต่าง ๆ ครั้งละ 1 ลิตรต่อกระถาง ทุกวันเช้าและเย็น จนกระทั่งเก็บผลผลิตเมื่อดันถั่วเหลืองฝักสดอายุได้ 14 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นต่อกระถาง เริ่มทำการพ่นสารละลายธาตุอาหาร Ca, B และ Ca + B ตามกรรมวิธีต่าง ๆ จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิลิตรต่อกระถาง เมื่อดันถั่วเหลืองฝักสดอายุได้ 30 และ 40 วันหลังออก (V4 และ R1 ตามลำดับ) ทำการกำจัดแมลงศัตรูพืชเมื่อพบ

การระบาด บันทึกจำนวนดอกต่อต้น ที่ R2-R3 และที่ R7 บันทึกน้ำหนักฝักสดต่อต้น น้ำหนักฝักสดมาตรฐาน (ยาว x กว้าง x หนา เกิน 4.5 ซม x 1.4 ซม x 7 มม. ตามลำดับ) ต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น จำนวนเมล็ดดีต่อต้น และจำนวนฝักมาตรฐานต่อ 1 กิโลกรัม

ผลการทดลอง

จำนวนดอกต่อต้น (นับที่ดอกบาน 50%)

การตอบสนอง ในลักษณะจำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้น พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งระหว่างพันธุ์และระหว่างกรรมวิธี แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และกรรมวิธี แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยที่ พันธุ์ #75 ตอบสนองได้ดีกว่าอีก 2 พันธุ์โดยให้ค่าเฉลี่ยที่ 51.4 ดอกต่อต้น และการไม่พ่น Ca และ B (Non Ca+B) จะให้ดอกน้อยกว่าการพ่น (29.8 ดอก/ต้น) นอกจากนี้การพ่นเฉพาะ Ca หรือ B ให้จำนวนดอกเท่ากัน (51 ดอก/ต้น) ซึ่งหากพ่นร่วมกัน (Ca+B) ให้จำนวนดอกเพิ่มขึ้น (52 ดอก/ต้น) (ตารางที่ 1)

จำนวนฝักสดรวมต่อต้น

พันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดตอบสนองต่อการพ่น Ca และ B ของทุกกรรมวิธี ในลักษณะจำนวนฝักสดรวมต่อต้น (24.3-26.4 ฝักต่อต้น) ดีกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้พ่น (Non Ca+B) (15 ฝักต่อต้น) และพันธุ์ #75 กับพันธุ์ AGS292 ให้จำนวนฝักสดต่อต้น ดีกว่าพันธุ์ #3 มากกว่า 1 ฝักต่อต้น และสำหรับลักษณะนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และกรรมวิธี โดยพันธุ์ #75 และพันธุ์ #3 ตอบสนองได้ดีที่สุดที่กรรมวิธี Ca 1,000 μ M+B 10 μ M (เฉลี่ย 27.3 และ 25.7 ฝักต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์ AGS292 ตอบสนองได้ดีที่กรรมวิธี Ca 1,000 μ M+B 2 μ M (27.2 ฝักต่อต้น) ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีมีปริมาณการพ่นของ calcium เท่ากัน (1,000 μ M) แต่แตกต่างกันเพียงปริมาณของ boron เท่านั้น (ที่ B 2 μ M และ B 10 μ M ตามลำดับ) แสดงว่าปริมาณของ calcium ที่ต้องการนั้นอยู่ที่ 1,000 μ M ส่วนปริมาณของ boron ที่ต้องการนั้นตั้งแต่ 2 μ M หรือมากกว่า (ตารางที่ 2)

จำนวนฝักสดมาตรฐานต่อต้น

การพ่น Ca และ B สามารถทำให้ทุกกรรมวิธีที่พ่น มีจำนวนฝักสดมาตรฐานต่อต้น (19.5-21.4 ฝักต่อต้น) ดีกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้พ่น (Non Ca+B) (2.9 ฝักต่อต้น) และพันธุ์ #75 กับพันธุ์ AGS292 ให้ผลดีกว่าพันธุ์ #3 นอกจากนี้ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน โดยพันธุ์ #75 ตอบสนองได้ดี ที่กรรมวิธี Ca 1,000 μ M+B 10 μ M (22.4 ฝักต่อต้น) พันธุ์ #3 ที่กรรมวิธี Ca 1,500 μ M+B 2 μ M (20.9 ฝักต่อต้น) และพันธุ์ AGS292 ที่กรรมวิธี Ca 1,000 μ M+B 2 μ M (22.2 ฝักต่อต้น) ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีมีปริมาณการพ่น Ca อยู่ระหว่าง 1,000–1,500 μ M และ B อยู่ระหว่าง 2-10 μ M แสดงว่าการพ่น Ca และ B ร่วมกันนั้นให้ผลดีกว่าการพ่น Ca หรือ B ชนิดเดียว และให้ผลดีมากกว่าการไม่ให้ทั้ง Ca และ B (ตารางที่ 3)

น้ำหนักฝักสดต่อต้นและน้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อต้น

สำหรับลักษณะน้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้น พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และกรรมวิธี โดยที่พันธุ์ #75 ตอบสนองในทั้ง 2 ลักษณะได้ดีที่สุด (84.3 กรัมต่อต้น) ที่ Ca 1,000 μ M+B 10 μ M ส่วนพันธุ์ #3 ตอบสนองได้ดีที่ Ca 1,500 μ M+B 2 μ M และพันธุ์ AGS292 ตอบสนองได้ดีที่ Ca 1,000 μ M+B 2 μ M (ตารางที่ 4 และ 5)

จำนวนเมล็ดต่อต้นและจำนวนเมล็ดดีต่อต้น

การให้ผลของสองลักษณะนี้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน กล่าวคือไม่พบผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และกรรมวิธีใน 2 ลักษณะนี้ แต่การให้ Ca ร่วมกับ B จะให้ผลดีกว่าการให้เฉพาะธาตุใดธาตุหนึ่ง และปริมาณ B ตั้งแต่ 2 μ M ถึง 10 μ M ที่ Ca 1,000 μ M เหมาะสมที่สุดให้จำนวนเมล็ด และจำนวนเมล็ดดีต่อต้นสูง การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ Ca (1,500 μ M) ทำให้จำนวนเมล็ด และจำนวนเมล็ดดีต่อต้นลดลง และพันธุ์ AGS292 ให้จำนวนเมล็ด และจำนวนเมล็ดดีต่อต้นดีเท่าพันธุ์ #75 (ตารางที่ 6 และ 7) แม้ว่าจะแสดงลักษณะน้ำหนักฝักสดต่อต้นและน้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อต้นได้ไม่เท่าพันธุ์ #75 (ตารางที่ 4 และ 5)

Table 1 Number of flowers in 3 varieties of vegetable soybean with different boron and calcium treatments.

Nutrient solution	Ca	Ca	B	B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	
Foliar Ca μ M	1,000	1,500	-	-	1,000	1,000	1,500	1,500	-	
Foliar B μ M	-	-	2	10	2	10	2	10	-	
Varieties	Flowers/plant									Mean
#75	53.8	53.5	53.2	54.1	54.3	54.4	54.0	54.5	31.2	51.4
#3	49.4	49.8	50.3	49.9	50.3	50.4	49.8	49.7	28.0	47.5
AGS292	51.8	51.3	50.7	51.7	52.1	52.2	51.4	52.2	30.1	49.3
Mean	51.7	51.6	51.4	51.9	52.2	52.3	51.7	52.1	29.8	49.4
	F- test	LSD _{0.05}								
Treatment	**	0.5								
Varieties	**	0.3								
Tr X Var	NS	-								

CV = 2.2 %

** Effect significant at $P < 0.01$, ns = not significant at $P < 0.05$

Table 2 Number of pods in 3 varieties of vegetable soybean with different boron and calcium treatments.

Nutrient solution	Ca	Ca	B	B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	
Foliar Ca μ M	1,000	1,500	-	-	1,000	1,000	1,500	1,500	-	
Foliar B μ M	-	-	2	10	2	10	2	10	-	
Varieties	Pods/plant									Mean
#75	25.8	25.1	24.8	25.4	26.8	27.3	25.9	25.8	14.3	24.6
#3	24.3	23.7	24.0	23.9	25.0	25.7	25.6	25.6	14.3	23.6
AGS292	24.1	24.1	25.4	25.6	27.2	26.3	25.6	25.7	16.5	24.5
Mean	24.7	24.3	24.7	24.9	26.3	26.4	25.7	25.7	15.0	24.2
	F- test	LSD _{0.05}								
Treatment	**	0.3								
Varieties	**	0.2								
Tr X Var	**	0.5								

CV = 2.7 %

** Effect significant at $P < 0.01$

Table 3 Number of pods that met commercial standard in 3 varieties with different boron and calcium treatments.

Nutrient solution	Ca	Ca	B	B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	
Foliar Ca μ M	1,000	1,500	-	-	1,000	1,000	1,500	1,500	-	
Foliar B μ M	-	-	2	10	2	10	2	10	-	
Varieties	Commercial grade pods/plant									Mean
#75	20.3	20.4	19.5	19.7	21.8	22.4	20.8	20.6	3.0	18.7
#3	19.1	18.9	19.2	19.3	20.2	20.8	20.9	20.5	2.5	17.9
AGS292	20.0	19.3	20.1	21.3	22.2	21.2	20.4	20.8	3.1	18.7
Mean	19.8	19.5	19.6	20.1	21.4	21.4	20.7	20.6	2.86	18.5
	F- test	LSD _{0.05}								
Treatment	**	0.4								
Varieties	**	0.2								
Tr X Var	*	0.7								

CV = 4.0 %

** Effect significant at $P < 0.01$, * statistically significant difference at $P < 0.05$

Table 4 Fresh weight of pods in 3 varieties of vegetable soybean with different boron and calcium treatments.

Nutrient solution	Ca	Ca	B	B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	
Foliar Ca μ M	1,000	1,500	-	-	1,000	1,000	1,500	1,500	-	
Foliar B μ M	-	-	2	10	2	10	2	10	-	
Varieties	Pod fresh weight (g/plant)									Mean
#75	76.0	75.9	73.2	74.1	81.4	84.3	78.2	77.2	13.2	70.4
#3	67.4	64.9	65.7	66.3	69.1	71.5	72.3	70.7	12.1	62.2
AGS292	66.7	66.0	67.5	71.3	73.4	70.4	67.6	69.3	13.6	62.9
Mean	70.0	68.9	68.8	70.5	74.7	75.4	72.7	72.4	13.0	65.2
	F- test	LSD _{0.05}								
Treatment	**	1.6								
Varieties	**	0.6								
Tr X Var	**	2.2								

CV = 3.4 %

** Effect significant at $P < 0.01$

Table 5 Fresh weight of pods that met commercial standard in 3 varieties of vegetable soybean with different boron and calcium treatments.

Nutrient solution	Ca	Ca	B	B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	
Foliar Ca μ M	1,000	1,500	-	-	1,000	1,000	1,500	1,500	-	
Foliar B μ M	-	-	2	10	2	10	2	10	-	
Varieties	Commercial grade pod fresh weight (g/plant)									Mean
#75	70.2	70.8	67.4	68.8	75.7	78.6	72.7	71.6	6.3	64.7
#3	60.4	59.9	60.6	61.1	64.0	66.1	67.2	65.0	4.8	56.6
AGS292	61.4	60.6	62.0	65.9	68.0	64.8	62.1	63.9	7.0	57.3
Mean	64.0	63.8	63.3	65.3	69.2	69.8	67.3	66.8	6.0	59.5
	F- test	LSD _{0.05}								
Treatment	**	1.5								
Varieties	**	0.7								
Tr X Var	**	2.2								

CV = 4.0 %

** Effect significant at $P < 0.01$

Table 6 Number of seeds in 3 varieties of vegetable soybean with different boron and calcium treatments.

Nutrient solution	Ca	Ca	B	B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	
Foliar Ca μ M	1,000	1,500	-	-	1,000	1,000	1,500	1,500	-	
Foliar B μ M	-	-	2	10	2	10	2	10	-	
Varieties	Number of seeds/plant									Mean
#75	48.1	47.7	46.8	47.3	51.8	52.8	49.8	49.3	20.9	46.0
#3	45.5	46.1	45.8	46.3	48.2	49.4	49.6	48.4	19.8	44.3
AGS292	47.8	46.9	48.2	51.3	52.6	50.4	47.3	48.8	24.1	46.4
Mean	47.1	46.9	46.89	48.3	50.8	50.9	48.9	48.8	21.6	45.6
	F- test	LSD _{0.05}								
Treatment	**	0.8								
Varieties	**	0.5								
Tr X Var	NS	-								

CV = 3.9 %

** Effect significant at $P < 0.01$, ns = not significant at $P < 0.05$

Table 7 Number of normal seeds in 3 varieties of vegetable soybean with different boron and calcium treatments.

Nutrient solution	Ca	Ca	B	B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	Ca – B	
Foliar Ca μ M	1,000	1,500	-	-	1,000	1,000	1,500	1,500	-	
Foliar B μ M	-	-	2	10	2	10	2	10	-	
Varieties	Number of normal seeds/plant									Mean
#75	45.5	44.7	43.3	44.0	48.3	50.2	46.3	46.2	8.5	41.9
#3	42.6	42.0	42.8	42.8	44.9	46.6	46.1	45.3	7.3	40.0
AGS292	44.6	43.7	44.8	47.7	49.3	46.9	45.1	45.8	8.5	41.8
Mean	44.2	43.4	43.6	44.8	47.5	47.9	45.8	45.8	8.1	41.2
	F- test	LSD _{0.05}								
Treatment	**	1.0								
Varieties	**	0.4								
Tr X Var	NS	-								

CV = 3.8 %

** Effect significant at $P < 0.01$, ns = not significant at $P < 0.05$

วิจารณ์

ถั่วเหลืองฝักสด ทั้ง 3 พันธุ์ตอบสนองต่อการเพิ่มธาตุแคลเซียมและโบรอนอย่างชัดเจน ซึ่งนอกจากมีผลทำให้จำนวนดอก จำนวนฝักสดและจำนวนเมล็ดเพิ่มขึ้นแล้วยังมีผลทำให้การเจริญเติบโตด้าน ความสูง จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยกรรมวิธีการพ่น Ca และ B มีผลให้ความสูง จำนวนข้อ และจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองฝักสดทุกพันธุ์เพิ่มขึ้นในอัตราที่มากกว่าการไม่พ่น (Non Ca+B) ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า แคลเซียมและโบรอนเป็นธาตุที่พบมากในผนังเซลล์และ plasma membrane และเป็นธาตุที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปยังยอดอ่อนหรือใบอ่อนได้ การที่ไม่ได้รับธาตุทั้ง 2 นี้จะมีผลทำให้ส่วนปลายยอดที่กำลังเจริญเติบโตหยุดชะงัก และทำให้มีปล้องสั้น มีผลต่อความยาวหรือความสูงของลำต้น และกิ่งก้านที่แตกออกก็มีจำนวนน้อยลง (Shorrocks, 1989) ดังนั้นเมื่อมีการพ่น Ca และ B ในกรรมวิธีต่างๆ จึงมีผลทำให้เพิ่มดอกต่อต้น โดยการพ่น Ca และ B มีผลทำให้จำนวนดอกต่อต้นเพิ่มขึ้นประมาณ 70% จากกรรมวิธีที่ไม่ได้พ่น ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น Rerkasem *et al.* (1989)

รายงานว่าการพ่นปุ๋ยในดินที่มีโบรอนต่ำ สร้างเรณูผิดปกติ และเป็นหมันแต่เมื่อมีการให้โบรอนในรูปของบอแรกซ์เข้าไปทำให้จำนวนช่อดอกย้อยสูงขึ้นมากกว่า 40% และหากปลูกข้าวสาลีในทรายที่ไม่มีโบรอน ข้าวสาลีเกิดดอกที่มีสภาพเป็นหมันและไม่มีเมล็ดเช่นกัน (Rawson and Noppakoonwong, 1995; Rerkasem and Loneragan, 1994) การขาด B นอกจากทำให้การสร้าง fiber ลดลงแล้วยังกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของ ovules ด้วย (Elliott *et al.*, 1977) ส่วนแคลเซียมก็เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างฮอร์โมนไซโตไคนินเพื่อชักนำให้เกิดตาออก (ยงยุทธ, 2543) ดังนั้นเมื่อถั่วเหลืองฝักสดได้รับ Ca และ B ในอัตราที่ต่างกัน จึงทำให้มีจำนวนดอกต่อต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ได้พ่น (Non Ca+B)

สำหรับการเพิ่มของจำนวนฝักสดรวมต่อต้น จำนวนฝักสดมาตรฐานต่อต้น จำนวนฝักสดมาตรฐานต่อ 100 ฝัก จำนวนเมล็ดรวมต่อต้น และจำนวนเมล็ดดีต่อต้นนั้น อานนท์และคณะ (2529) รายงานว่า แคลเซียมมีส่วนช่วยในการพัฒนาการของ zygote จึงมีผลทำให้มีการสร้างฝักและเมล็ดของ ถั่วลิสงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ

เพิ่มพูนและประเทือง (2532) ที่พบว่าการใส่ B ทำให้ถั่วลิสงเพิ่มผลผลิตเมล็ดเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วลิสงที่ไม่ได้ให้ B และการพ่นโบรอนทางใบให้กับถั่วเขียวเพียงครั้งเดียวในช่วงติดฝัก ทำให้จำนวนฝักติดเพิ่มขึ้น 1 เท่าตัว และการพ่นซ้ำอีก 1 ครั้งในช่วงสร้างเมล็ด ทำให้มีจำนวนฝักติดเพิ่มขึ้นอีก 44% และทำให้การติดเมล็ดเพิ่มขึ้นถึง 46% (Predisripipat, 1988)

การพ่น Ca และ B นอกจากตอบสนองต่อจำนวนดอก จำนวนฝักและจำนวนเมล็ดให้เพิ่มขึ้นแล้ว ยังพบว่ามีส่วนทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นได้จากน้ำหนักเมล็ดรวมต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการพ่น Ca และ B และนอกจากนี้แล้วยังทำให้มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเพิ่มมากขึ้นด้วย และขณะเดียวกันเมล็ดที่มีขนาดเล็กหรือเมล็ดลีบ ก็มีจำนวนลดลงเช่นกัน ซึ่งการที่ธาตุ Ca และ B มีผลทำให้ขนาดของเมล็ดเพิ่มขึ้นนี้เป็นเพราะแคลเซียมมีความสำคัญต่อ membrane permeability และการรักษาสภาพ cell integrity ให้คงอยู่ (Mengel and Kirkby, 1987) ซึ่งมีผลต่ออัตราการสะสมน้ำหนักเมล็ด และเกี่ยวข้องกับการกระจายของสารสังเคราะห์ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเข้าสู่เมล็ด สำหรับ B นั้นการที่เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นนี้เนื่องมาจากโบรอนทำให้การลำเลียงน้ำตาลใน phloem ดีขึ้น (Kabata-Pendias and Pendias, 1992) เมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีการสะสมน้ำหนักเมล็ดทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นแล้ว น้ำหนักฝักสดรวมต่อต้น น้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อต้น และน้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อ 100 ฝัก ก็ย่อมเพิ่มขึ้นและได้ผลเช่นเดียวกัน คือ ถั่วเหลืองฝักสดตอบสนองต่อการรวมวิธีการพ่น Ca และ B โดยจำนวนเมล็ดรวมต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักฝักสดรวมต่อต้น น้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อต้น และน้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อ 100 ฝัก เพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้พ่น (Non Ca+B) สำหรับจำนวนฝักสดมาตรฐานต่อ 1 กิโลกรัมนั้นก็พบว่า Ca และ B มีผลให้จำนวนฝักมาตรฐานต่อ 1 กิโลกรัมต่ำกว่าการไม่ได้พ่น Ca และ B ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมล็ดและฝักมีขนาดใหญ่ จึงทำให้มีจำนวนฝักต่อ 1 กิโลกรัมลดลง

กรรมวิธีการพ่น Ca ร่วมกับ B ทำให้มีผลผลิตสูงกว่าการที่พ่นเฉพาะ Ca หรือ B เนื่องจากความสัมพันธ์

ระหว่างแคลเซียมและโบรอนในช่วงการสร้างผลผลิต Yamauchi *et al.* (1986) พบในมะเขือเทศว่าการขาด B ทำให้การขนย้ายและการเปลี่ยนแปลงของ Ca (Ca metabolism) ใน cell wall ผิดปกติ นอกจากนี้ Keerati-Kasikom *et al.* (1991) รายงานว่าการตอบสนองต่อโบรอนของถั่วลิสงพันธุ์ ไทนาน 9 และ พันธุ์ สข.38 ที่ปลูกมีความสัมพันธ์กับการใส่ Ca คือเมื่อไม่ใส่ Ca ถั่วลิสงทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตต่ำมากและตอบสนองน้อยมากต่อการใส่โบรอนหรือในทางกลับกันเมื่อไม่ใส่ B ถั่วลิสงทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตต่ำมากและไม่ตอบสนองต่อการใส่ Ca แต่เมื่อใส่ Ca และ B ร่วมกัน ผลผลิตถั่วลิสงเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งการใส่เฉพาะ Ca หรือ B ทำให้ผลผลิตเมล็ดของทั้ง 2 พันธุ์ลดลงโดยขนาดของเมล็ดลดลงมากกว่า 75 %.

การพ่นที่อัตรา Ca 1,000 μM ร่วมกับ B 10 μM มีผลทำให้มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนดอกต่อต้น จำนวนฝัก และน้ำหนักฝักสดรวมต่อต้น จำนวนฝักและน้ำหนักฝักสดมาตรฐานต่อต้น เหมาะสมกว่ากรรมวิธีอื่น แต่เมื่ออัตรา Ca เพิ่มเป็น 1,500 μM กลับมีผลทำให้ผลผลิตลดลงสอดคล้องกับงานทดลองของ Hepler and Wayne (1985) ที่พบว่าการพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอนที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการติดผลของมะม่วง โดยช่วยเพิ่มจำนวนผลต่อช่อสูงกว่าที่ใส่ Ca ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่ไม่ได้พ่น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้นสูงมาก มีผลต่อการลดประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์ และทำให้การออกของละอองเกสรตัว หรืออาจเป็นไปได้ว่า Ca ที่ความเข้มข้นสูงกระทบกระเทือนต่อประสิทธิภาพของการใช้ B (Boron use efficiency) ซึ่งน่าจะมีการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ในเรื่องนี้ต่อไป นอกจากนี้การทดสอบประสิทธิภาพของ Ca และ B เช่นเดียวกันนี้ในสภาพแปลงปลูกอาจจำเป็นเช่นกัน

สรุป

แคลเซียม (Ca) และโบรอน (B) มีผลดีต่อพัฒนาการของฝักและเมล็ดของถั่วเหลืองฝักสด การพ่นสารละลายเข้มข้น Ca และ B แก่ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อต้นถั่วอายุ 40 วัน และ 60 วัน มีประสิทธิภาพทำให้การพัฒนาการของเมล็ดและฝักเป็นไปอย่างสมบูรณ์ แตกต่าง

จากถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ได้พ่นสารดังกล่าวมาก คือมีจำนวนฝักต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่า ส่งผลให้มีผลผลิตสูงกว่า และมีฝักและเมล็ดที่มีมาตรฐานดีกว่า อย่างไรก็ตามแม้จะพบว่าความแตกต่างของลักษณะดังกล่าวระหว่างอัตราส่วนของส่วนผสมของ Ca และ B มีไม่สูงนัก แต่สามารถสรุปได้ว่าที่อัตรา Ca 1,000 μ M ร่วมกับ B 10 μ M เป็นอัตราที่เหมาะสมใช้พ่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนารูปร่างของฝักและเมล็ด และผลผลิตในการปลูกถั่วเหลืองฝักสด

เอกสารอ้างอิง

- กรุง สีตะธนี และสิริกุล วะสี. 2537. ถั่วแระญี่ปุ่น. วารสารเกษตรพัฒนา 11 (311): 16-21.
- จำลอง กกรัมย์ และบุญเกื้อ ภูศรี. 2540. ผลของการขาดธาตุแคลเซียมและธาตุอาหารเสริมต่อการเกิดเมล็ดลีบ ของถั่วลิสงในท้องที่จังหวัดยโสธร. วารสารวิชาการเกษตร 15(3): 225 - 231.
- เพิ่มพูน กীরติกสิกร และประเทือง ปัญญา. 2532. อิทธิพลของโบรอนและแคลเซียมต่อผลผลิตของถั่วลิสงสองพันธุ์. ผลการวิจัยสาขาพืช. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27. กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- อยู่ธย์ คงปั้น. 2545. ความแตกต่างทางพันธุกรรมของการตอบสนองต่อการขาดโบรอนในถั่วเขียวผิวมันและถั่วเขียวผิวดำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 89 หน้า.
- อานนท์ วาทยานนท์ สงบภัย นามไพศาลสถิตย์ ศรีประไพ ผาบจันดา บุญเพ็ง แลโสภา และ มณเฑียร โสมภีร์. 2529. การศึกษาการเกิดเมล็ดลีบในถั่วลิสงที่มีสาเหตุมาจากลักษณะทางพฤกษศาสตร์บางประการ. หน้า 399-411. ใน: รายงานการสัมมนาถั่วลิสง ครั้งที่ 5. 19-21 มีนาคม 2529. เชียงใหม่.
- Broughton, W.J. and M.J. Dilworth. 1971. Control of leghaemoglobin synthesis is snake beans. Biochem. J. 125: 1075-1080.
- Elliott, H.B., W.M. Dugger and B.C.A. Beasley. 1977. Interaction of boron with components of nucleic acid metabolism in cotton ovules cultured *in Vitro*. Plant Physiol. 59(6): 1034-1038.
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stage of soybean development. Special Report 80. Corp. Ext. Serv., Iowa State Univ., Logan, U.S.A.
- Hepler, P.K. and R.O. Wayne. 1985. Calcium and plant development. Annu. Rev. Plant Physiol. 36: 397 - 439.
- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 1992. Trace elements in soils and plants. International standard book number. U. S. A.
- Keerati-Kasikorn, P., R.W. Bell and J.F. Loneragan. 1991. Response of two peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to boron and calcium. Plant and Soil 138: 61-71.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern. Switzerland. 687 pp.
- Predisripipat, S. 1988. Responses to boron applications in Vigna. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. 83 pp.
- Rawson, H.M. and R.N. Noppakoonwong. 1995. Effects of boron limitation in combination with changes in temperature, light and humidity of floret fertility in wheat: pp. 85-89 In: H.M. Rawson and K.D. Subedi (eds.). Sterility in Wheat in Subtropical Asia: Extent, Cause and Solution. ACIAR Proceedings No. 72.
- Rerkasem, B. and J.F. Loneragan. 1994. Boron deficiency in two wheat genotypes in a warm, subtropical region. Agron. J. 86: 887-890.

Rerkasem, B., D.A. Saunders and B. Dell. 1989. Grain set failure and boron deficiency in wheat in Thailand. J. of Agric. 5: 1-10.

Rerkasem, B., R. Netsangtip, R. Lordkaew and C.H. Cheng.1993. Grain set failure and boron deficiency in wheat. Plant Soil.155/156: 309-312.

Shorrocks, V.M. 1989. Boron Deficiency: Its Prevention and Cure. Borax Consolidated Limited, London. 43 pp.

Yamauchi, T., T. Hara and Y.Sonoda.1986. Distribution of calcium and boron in the pectin fraction of tomato leaf cell wall. Plant and Cell Physiology 27: 729-732.
