

แหล่งพันธุกรรมของความทนทานต่อการขาดธาตุโบรอน ในข้าวบาร์เลย์

The Genetic Source for Boron Tolerance in Barley

สันสนีย์ จำจด¹ ปณิศา บุญสิทธิ์¹ และ เบญจวรรณ อุทกเกษม¹
Sansanee Jamjod¹ Panita Boonsit¹ and Benjavan Rerkasem¹

Abstract : Responses of barley genotypes to boron (B) were studied in two growing season, 1997/98 and 1998/99. A preliminary screening was conducted in the first season with advanced lines of barley from the Barley Thailand Yield Nurseries 97/98. The barley lines were tested in sand culture containing washed river quartz sand, watered with complete nutrient solution without added B. Boron efficient (Fang 60) and moderately inefficient (SW 41) wheat genotypes were included as checks. Barley genotypes with different levels of B tolerance were selected for further screening in the next season.

In 1998/99, the selected barley lines and 4 wheat checks (ranging from B inefficient to efficient) were evaluated on a low B soil in a split plot design. The B levels were in main plots in four replications and genotypes were in subplots. Boron levels included nil (B0), 1 kg borax ha⁻¹ (B1), 10 kg borax ha⁻¹ (B2) and 2000 kg lime ha⁻¹, to accentuate B deficiency (BL). Barley genotypes were found to vary in their response to B in terms of number of grains ear⁻¹, grains spikelet⁻¹, grain set index (GSI) and grain yield.

The range of responses found was comparable to that expressed in the wheat checks. In the low B treatments, grain set was severely depressed in many of the barley genotypes but not in BRB 9604 and BRB 9642. These two genotypes of barley appear to be as tolerant to B deficiency as Fang 60, the most B efficient wheat. Such barley genotypes may be expected to avoid B deficiency-induced grain set problem in low B soils in the Northern and Northeastern Thailand. BRB 9604 and BRB 9642 might also be used as sources of B efficiency in breeding programmes.

¹ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาการตอบสนองของสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ต่อการขาดธาตุโบรอน โดยศึกษาในฤดูปลูก 2540/41 และ 2541/42 ในฤดูปลูกแรกเป็นการทดสอบในขั้นต้นโดยใช้สายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์จากชุดเปรียบเทียบผลผลิต BTYN 97/98 ปลูกในสภาพขาดโบรอนใน sand culture เปรียบเทียบกับข้าวสาลีพันธุ์มาตรฐานที่ทราบระดับความทนทานต่อการขาดโบรอน เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ที่มีระดับความทนทานต่อการขาดโบรอนแตกต่างกันปลูกทดสอบในฤดูปลูกถัดไป

ฤดูปลูกที่สองเป็นการเปรียบเทียบสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ที่คัดเลือกและข้าวสาลีพันธุ์มาตรฐาน ในแปลงทดลองวางแผนการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำ ให้ระดับโบรอน 4 ระดับเป็น main plot และพันธุ์เป็น sub plot พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ในการตอบสนองต่อระดับธาตุโบรอนในลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดต่อช่อคอก คำนีการติดเมล็ดและผลผลิต ความแปรปรวนทางพันธุกรรมพบว่าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับที่พบในข้าวสาลี ในขณะที่ข้าวบาร์เลย์สายพันธุ์อื่น ๆ มีปัญหาการขาดธาตุโบรอน สายพันธุ์ BRB9604 และ BRB 9642 ทนทานต่อการขาดโบรอนได้ดีพอ ๆ กับข้าวสาลี Fang60 ซึ่งมีความทนทานสูงสุดต่อการขาดโบรอน สายพันธุ์เหล่านี้สามารถแนะนำปลูกหรือใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อส่งเสริมปลูกในท้องที่ที่ดินมีปัญหาขาดธาตุโบรอน

Index words : ข้าวบาร์เลย์ ธาตุโบรอน ความแปรปรวนทางพันธุกรรม ข้าวสาลี
Barley, boron, genetic variation, wheat

คำนำ

พื้นที่เป้าหมายสำหรับการส่งเสริมการปลูกธัญพืชเมืองหนาวในประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น พบดินที่มีธาตุ โบรอนต่ำกระจายอยู่ทั่วไป (เบญจวรรณ, 2538; เพิ่มพูน, 2538; Rerkasem *et al.*, 1989) อาการขาดโบรอนในข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์จะแสดงออกในลักษณะการที่รวงเป็นหมัน สามารถสังเกตได้ในระยะหลังดอกผสมเกสร โดยจะพบว่ารวงจะมีลักษณะโปร่งใส เกสรตัวผู้ฝ่อ และหลังจากนั้นรวงจะลีบไม่ติดเมล็ดเนื่องจากไม่มีการผสมเกสร ซึ่งเป็นผลมาจากพัฒนาการของละอองเรณูล้มเหลว (เบญจวรรณและคันสนีย์, 2532; Rerkasem *et al.*, 1997)

การแก้ปัญหาการสูญเสียผลผลิตเนื่องจากขาดโบรอนในธัญพืชที่พบว่าได้ผลคือการใส่โบรอนลงไปดินและการใช้พันธุ์ทนต่อการขาดโบรอน (เบญจวรรณและคันสนีย์, 2532) อย่างไรก็ตาม การใส่โบรอนนั้นจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลายประการเช่น ชนิดดิน ฤดูปลูกและการจัดการต่าง ๆ เป็นต้น มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ย การขาดน้ำ และการเกิดน้ำขัง ทำให้ข้าวสาลีแสดงอาการเป็นหมันรุนแรงขึ้นเนื่องจากปัจจัยเหล่านี้ทำให้ความเป็นประโยชน์ของโบรอนต่อพืชลดลง (Pant *et al.*, 1998; สุทัศน์, 2541) Rerkasem and Jamjod (1997) พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวสาลีในการตอบสนองต่อการขาดโบรอนและเสนอว่า การใช้พันธุ์ที่ทนทานต่อการขาดโบรอนน่าจะเป็นแนวทางการแก้ปัญหาได้ดีที่สุด Jamjod *et al* (1992) พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ใน

ประเทศไทยจำนวนหนึ่งแสดงลักษณะทนต่อการขาดโบรอนได้ดีโดยมีพันธุ์ Fang 60 เป็นพันธุ์ทนที่สุด

สำหรับข้าวบาร์เลย์นั้น เบญจวรรณและคันสนีย์ (2532) พบว่าการขาดโบรอนทำให้ผลผลิตของสายพันธุ์ BRB 1 และ BRB 2 ลดลงถึง 50% เมื่อปลูกในดินที่มีโบรอนต่ำ นอกจากนั้นยังพบว่าข้าวบาร์เลย์ในแปลงเกษตรกรรมบางแหล่งแสดงอาการเป็นหมัน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการขาดโบรอน อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองของพันธุกรรมข้าวบาร์เลย์ต่อการขาดโบรอนมีค่อนข้างจำกัด และการศึกษาในข้าวสาลีบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ในการแสวงหาลักษณะทนทานต่อการขาดโบรอนได้จากสายพันธุ์ที่คัดเลือกในประเทศไทย ดังนั้น งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและประเมินความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวบาร์เลย์ที่คัดเลือกในประเทศในลักษณะการตอบสนองต่อโบรอน และเพื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างข้าวบาร์เลย์กับข้าวสาลี ผลที่ได้จะนำไปใช้เป็นแนวทางช่วยในการปรับปรุงพันธุ์สำหรับปลูกในพื้นที่ที่มีปัญหาการขาดโบรอน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การทดสอบเบื้องต้น

ทดลองในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2540 - กุมภาพันธ์ 2541 ใช้สายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์จากชุดเปรียบเทียบผลผลิต (Barley Thailand Yield Nurseries 1997/98, BTYN 97/98) จำนวน 21 สายพันธุ์ประกอบด้วยข้าวบาร์เลย์ชนิดสองแถวจำนวน 13 สายพันธุ์และข้าวบาร์เลย์ชนิดหกแถวจำนวน 8 สายพันธุ์ ปลูกในสภาพขาดโบรอนใน sand culture

และไม่ขาดโบรอนในแปลง ใช้ข้าวสาลีพันธุ์ Fang 60 ซึ่งทนต่อการขาดโบรอน (B efficient) และสายพันธุ์ SW 41 ซึ่งไม่ทนในระดับปานกลางต่อการขาดโบรอน (moderately B inefficient) (Rerkasem and Jamjod, 1997) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดของงานทดลองดังนี้

1.1 สภาพไม่ขาดโบรอนในแปลงทดลอง

ปลูกที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ แต่ละสายพันธุ์ปลูกแบบโรยเป็นแถว แถวยาว 2 ม. ระยะระหว่างแถว 25 ซม. ปลูก 4 แถวเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวสุ่มเก็บแปลงละ 20 รวง นำมาตรวจนับดัชนีการติดเมล็ด (Grain Set Index, GSI%) เพื่อใช้เป็น ตัว บ่งชี้ ระดับการตอบสนองต่อโบรอน (Anantawiroon *et al.*, 1997) โดยจำแนกเป็น

GSI ข้าวสาลี = % การติดเมล็ดจากดอกข้างสองดอก (basal florets) ของแต่ละช่อดอกย่อย (spikelet) บริเวณกลางรวง จำนวน 10 ช่อดอกย่อย

GSI ข้าวบาร์เลย์ชนิดหกแถว = % การติดเมล็ดจากดอกข้างสองดอกของแต่ละช่อดอกย่อยบริเวณกลางรวงจำนวน 10 ช่อดอกย่อย

GSI ข้าวบาร์เลย์ชนิดสองแถว = % การติดเมล็ดจากดอกกลางของแต่ละช่อดอกย่อยบริเวณกลางรวงจำนวน 10 ช่อดอกย่อย

1.2 สภาพขาดโบรอนใน sand culture

ปลูกในทรายบรรจุในถังซีเมนต์ขนาด 1.5 x 3 x 0.5 ม.³ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ แต่ละสายพันธุ์ปลูกเป็นแถว โดยให้ระยะห่างระหว่างแถว 6 ซม. แต่ละแถวปลูก 6 หลุม ระยะระหว่างหลุม 6 ซม. รดด้วยสารละลายธาตุอาหารครบยกเว้นโบรอน หลังออกถ่อน

แยกเหเหลอ 1 คนต่อหลุม เมื่อดงระยะเก็บเกี่ยวสุม เก็บตัวอย่างรวงจำนวน 2 รวงต่อดัน นำมานับหาค่า GSI วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบกับ Fang 60 และ SW 41

2. ศึกษาการตอบสนองของสายพันธุ์ในระดับ ไบรอนแตกต่างกัน

ปลูกที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในดินชุด สันทราย (HWSB 0.10-0.14 mgB ha⁻¹) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2541 - กุมภาพันธ์ 2542 วางแผนการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำ จัดระดับไบรอนโดยการใส่ปุ๋ยขาวหรือไบรอนลงในดินก่อนปลูก ให้ระดับไบรอนเป็น main plot มี 4 ระดับดังนี้ BL: ใส่ปุ๋ยขาวอัตรา 2 ตันต่อเฮกตาร์เพื่อเพิ่มความรุนแรงของการขาดไบรอน (เบญจวรรณและคันสนีย์, 2532)

B0: ไม่ใส่ปุ๋ยและไบรอน

B1: ใส่ไบรอนในรูปบอแรกซ์อัตรา 1 กก.
บอแรกซ์ต่อเฮกตาร์

B2: ใส่ไบรอนในรูปบอแรกซ์อัตรา 10 กก.
บอแรกซ์ต่อเฮกตาร์

ส่วน subplot ได้แก่สายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีจำนวน 12 สายพันธุ์ ประกอบด้วยสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์จากการทดสอบเบื้องต้นที่มีความแตกต่างในการทนต่อการขาดไบรอน (BRB 9604, BRB 9642, BRB 2, FNB: 8309-34-SMG-1-1 และ SMG 1) สายพันธุ์ BCMU 96-1, BCMU 96-9 และ SMGBL 91002 และข้าวสาลีพันธุ์ทนต่อการขาดไบรอน (ภาพที่ 60) ทนปานกลาง (BCMU 88-9) ไม่ทนปานกลาง (SW 41) และไม่ทน (Bonza) แต่ละแปลงย่อยปลูกแบบโรยเป็นแถวยาว

2.5 ม. แปลงละ 3 แถว ระยะระหว่างแถว 25 ซม. เมื่อถึงระยะสุกแก่สุ่มเก็บ 20 รวงจากแต่ละแปลงย่อย ตรวจนับจำนวนช่อดอกต่อรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดต่อช่อดอกย่อยและดัชนีการติดเมล็ด ส่วนที่เหลือภายในแปลงได้เก็บเกี่ยวรวมแล้วนำไปนวดและชั่งหาน้ำหนักผลผลิตเมล็ดรวม

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การทดสอบเบื้องต้น

การทดสอบความสามารถในการทนต่อการขาดไบรอนของข้าวบาร์เลย์ชุด BTYN 97/98 พบว่าเมื่อปลูกในดินที่ไม่ขาดไบรอน ข้าวสาลี SW 41 ติดเมล็ดตามปกติไม่แสดงอาการขาดไบรอน และข้าวบาร์เลย์ส่วนใหญ่ติดเมล็ดเป็นปกติเช่นกัน โดยมีดัชนีการติดเมล็ด (GSI) มากกว่า 80% ขึ้นไป (ตารางที่ 1) แต่เมื่อนำสายพันธุ์ข้างต้นมาปลูกทดสอบในสภาพไม่ใส่ไบรอนใน sand culture พบว่าข้าวสาลีพันธุ์ Fang 60 ติดเมล็ดเป็นปกติมีค่า GSI 98% ในขณะที่สายพันธุ์ SW 41 ติดเมล็ดเพียง 65% สำหรับข้าวบาร์เลย์นั้นพบความแตกต่างของค่า GSI ภายในกลุ่มที่นำมาทดสอบทั้งชนิดสองแถวและหกแถว เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาลี Fang 60 และ SW 41 ข้าวบาร์เลย์ชนิดสองแถวมีระดับความแตกต่างของการทนทานต่อการขาดไบรอนมากกว่าชนิดหกแถว (GSI อยู่ระหว่าง 5-90%) โดยสามารถแบ่งสายพันธุ์ชนิดสองแถวได้เป็น 4 กลุ่มได้แก่

กลุ่มที่ 1 ติดเมล็ดปกติเช่นเดียวกับ Fang 60 ได้แก่สายพันธุ์ BRB 9604

กลุ่มที่ 2 ค่า GSI อยู่ระหว่าง Fang 60 และ SW 41 ได้แก่สายพันธุ์ BBR 9624 และ BRB 9

กลุ่มที่ 3 ดิคเมล็ดเท่ากับ SW 41
 กลุ่มที่ 4 ดิคเมล็ดน้อยกว่า SW 41
 สำหรับชนิดหกแถวพบว่ามี GSI ระหว่าง 25-55%
 สามารถแบ่งได้เพียงสองกลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ดิคเมล็ดเท่ากับ SW 41 ได้แก่
 สายพันธุ์ FNBL 8309-34-SMG-1-1, FNBL 8306-BC-
 SMG-1-1 และ FNBL #140
 กลุ่มที่ 2 ดิคเมล็ดน้อยกว่า SW 41

Table 1 Response of advanced lines from Barley Thailand Yield Nurseries 1997/98 grown in sand culture and in the field.

Genotypes	Origin ¹	Sand culture (B deficient)			Field (B sufficient)		
		GSI ² %	% of checks		GSI (%)	% of checks	
			Fang 60	SW 41		Fang 60	SW 41
<i>Two-row barley</i>							
BRB 9604	BRB	90.0	91	138	93.1	100	96
BRB 9624	BRB	85.3	87	131	94.7	102	98
BRB 9	BRB	79.9	81	123	95.0	102	98
BRB 9609	BRB	75.2	76	115	94.7	102	98
BRB 10	BRB	74.5	76	114	88.7	95	92
BRB 11	BRB	72.5	74	111	94.7	102	98
LARTC-BL9101	LMP	64.1	65	98	98.3	106	102
BRB 9621	BRB	64.5	62	94	85.7	92	89
LARTC-BL9119	LMP	60.7	62	93	94.4	102	98
LARTC-BL9408	LMP	47.9	49	73	85.0	91	88
SMGBL 9408	SMG	42.3	43	66	99.0	106	102
SMGBL 94026	LMP	40.4	41	62	71.3	76	74
LARTC-BL9410	SMG	438	5	8	87.5	94	91
<i>SMGBL 94003</i>							
FNBL8309-34-SMG-1-1	SMG	55.2	56	85	97.0	104	100
FNBL8306-BC-SMG-1-1	SMG	46.5	47	71	69.2	103	100
FNBL #140	SMG	45.9	47	70	96.2	103	100
FNBL8404-4-SMG-1-1-1	SMG	38.9	40	60	93.3	100	97
FNBL8403-6-SMG-1-2-1	SMG	37.0	38	57	96.2	103	100
FNBL8403-17-SMG-1-1-1	SMG	34.5	35	53	93.7	101	97
SMG 1	SMG	31.9	32	49	98.7	106	102
BRB 2	BRB	24.7	25	38	91.5	98	95
<i>Wheat (checks)</i>							
Fang 60 (E)		98.3	100	151 [~]	93.0	100	96
SW 41 (MI)		65.1	66 [~]	100	96.6	104	100

Note : Two bread wheat genotypes, Fang 60 (B efficient, E) and SW 41 (moderately B inefficient, MI) were included as checks.

BRB = Boon Rawd Brewery Co. Ltd.

^{1/} Lmp = Lampang Agricultural Research Training Center

SMG = Samoeng Upland Rice and Temperate Cereals Experimental Station.

^{2/} Grain Set Index (%)

[~] and [~] Significantly different from check cultivars at p<0.05, 0.01 and 0.001, respectively.

2. การตอบสนองของสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ต่อระดับโบรอนในดิน

เมื่อนำข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีที่มีความทนทานต่อการขาดธาตุโบรอนต่างกันจำนวน 12 สายพันธุ์มาปลูกในดินที่มีระดับของโบรอนต่างกัน 4 ระดับ พบว่า โบรอนไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกต่อรวงของข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี (ตารางที่ 2) ในขณะที่พบปฏิกิริยาร่วม (interaction) ระหว่างระดับโบรอนและพันธุ์ ในลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวง (ภาพที่ 1) จำนวนเมล็ดต่อช่อดอก (ภาพที่ 2) GSI (ภาพที่ 3) และผลผลิต (ภาพที่ 4) โดยพบว่าการขาดโบรอนมีอิทธิพลต่อลักษณะเหล่านี้ในข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์แต่ไม่มีผลต่อ Fang 60, BRB 9624, BRB 9604 และ FNBL 8309 การวัดความสามารถในการทนต่อการขาดโบรอนโดยใช้ค่า GSI พบว่าข้าวสาลีพันธุ์เปรียบเทียบ 4 สายพันธุ์แสดงระดับความทนทานต่อการขาดโบรอนเช่นเดียวกับงานทดลองที่ได้ การศึกษามาแล้ว

(Rerkasem and Jamjod, 1997) กล่าวคือ พันธุ์ Fang 60 ทนต่อการขาดโบรอนได้สูงสุด สายพันธุ์ CMU 88-9 ทนได้ปานกลาง สายพันธุ์ SW 41 ไม่ทนปานกลางและพันธุ์ Bonza ทนต่อการขาดโบรอนได้น้อยที่สุด (ภาพที่ 4) และพบว่าบาร์เลย์สายพันธุ์ BRB 9624, BRB 9604 และ FNBL 8309 ทนต่อการขาดโบรอนได้ดีในระดับเดียวกับข้าวสาลีพันธุ์ Fang 60 ส่วนข้าวบาร์เลย์สายพันธุ์ SMGBL 91002 ไม่ทนต่อการขาดโบรอนในระดับเดียวกับข้าวสาลี SW 41 สำหรับข้าวบาร์เลย์สายพันธุ์ SMG 1 ไม่ทนที่สุดในระดับใกล้เคียงกับข้าวสาลีพันธุ์ Bonza ส่วนอีกสามสายพันธุ์ที่เหลือคือ BCMU 96-9, BCMU 96-1 และ BRB 2 นั้นมีลักษณะการตอบสนองต่อระดับโบรอนที่แตกต่างออกไปโดยในระดับโบรอนต่ำ ๆ (BL และ B0) นั้นจะไม่ทนต่อการขาดโบรอนใกล้เคียงกับข้าวสาลี SW 41 และ Bonza แต่ในระดับโบรอนที่สูงขึ้นไปจนพอเพียง (B2) สายพันธุ์เหล่านี้ยังแสดงการขาดโบรอนอยู่

Table 2 Number of spikelets spike⁻¹ of barley and bread wheat genotypes grown in four levels of B.

Genotypes	B treatments				Mean ^u
	BL	B0	B1	B2	
<i>Two row barley</i>					
BRB 9624	14.2	14.9	15.6	15.5	15.0 b
BRB 9604	16.5	15.9	15.6	15.9	16.0 cd
SMGBL 91002	21.1	21.5	21.4	20.9	21.2 f
BCMU 96-9	23.8	24.1	25.5	24.6	24.5 g
<i>Six row barley</i>					
FNBL 8309	13.6	13.0	13.6	13.2	13.3 a
SMG 1	14.4	14.9	15.4	15.0	14.9 b
BCMU 96-1	17.7	17.1	18.2	17.5	17.6 e
BRB 2	16.2	16.9	17.1	16.5	16.7 d
<i>Bread wheat</i>					
Fang 60	15.0	15.8	16.6	15.8	15.0 bcd
CMU 88-9	16.4	16.1	17.2	15.7	16.4 d
SW 41	17.3	17.2	18.8	17.6	17.7 e
Bonza	15.1	14.7	16.5	15.4	15.4 bc

F test : B^{ns}, G^{***}, BxG^{ns}, *** significant at p<0.001

^u Mean within a column with different letters are differ significantly at p = 0.05 with LSD.

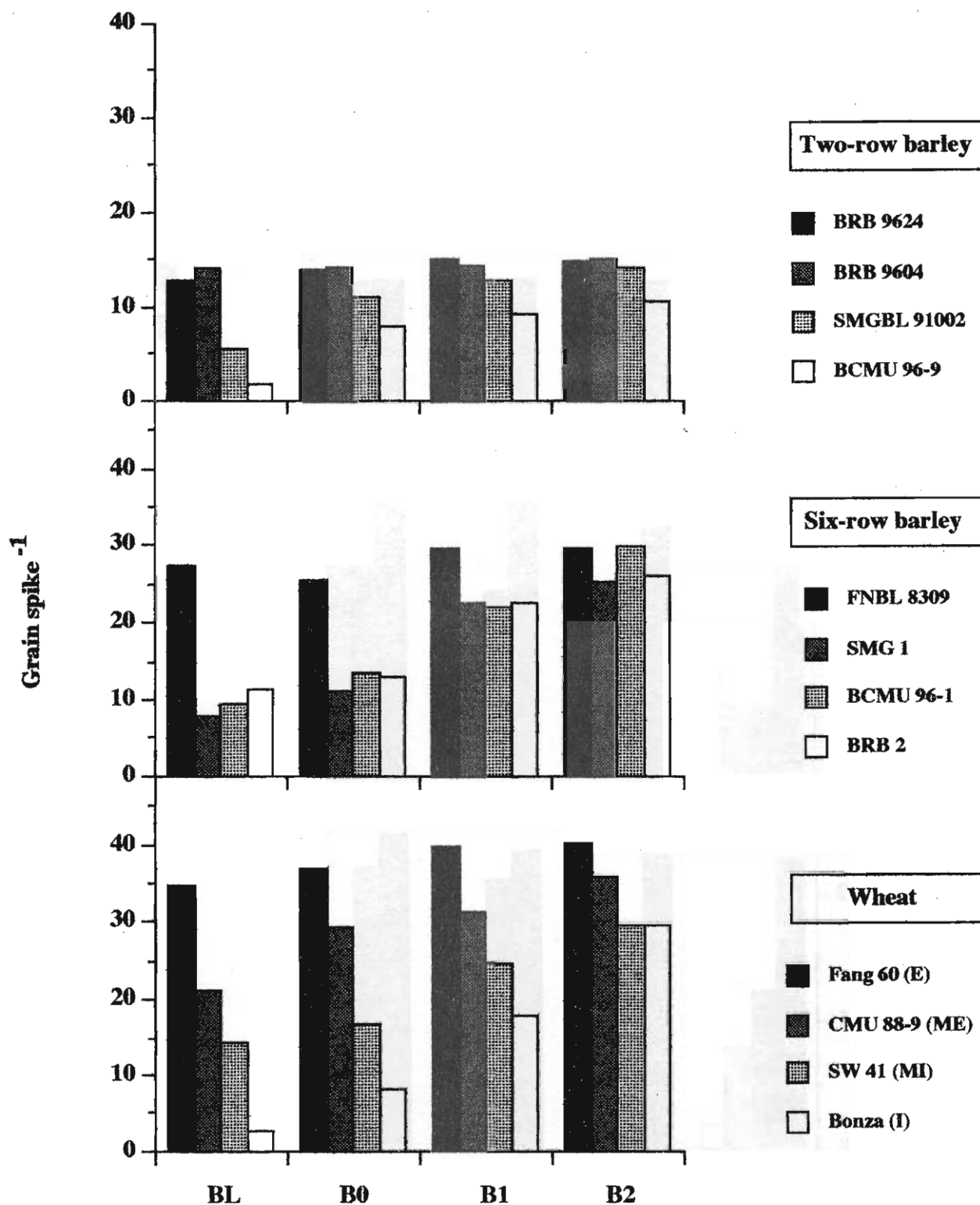


Figure 1 Effect of B treatment (B) on number of grains spike⁻¹ of barley and bread wheat genotypes (G). (B x G significant at $p < 0.001$ $LSD_{0.05} = 6.5$)

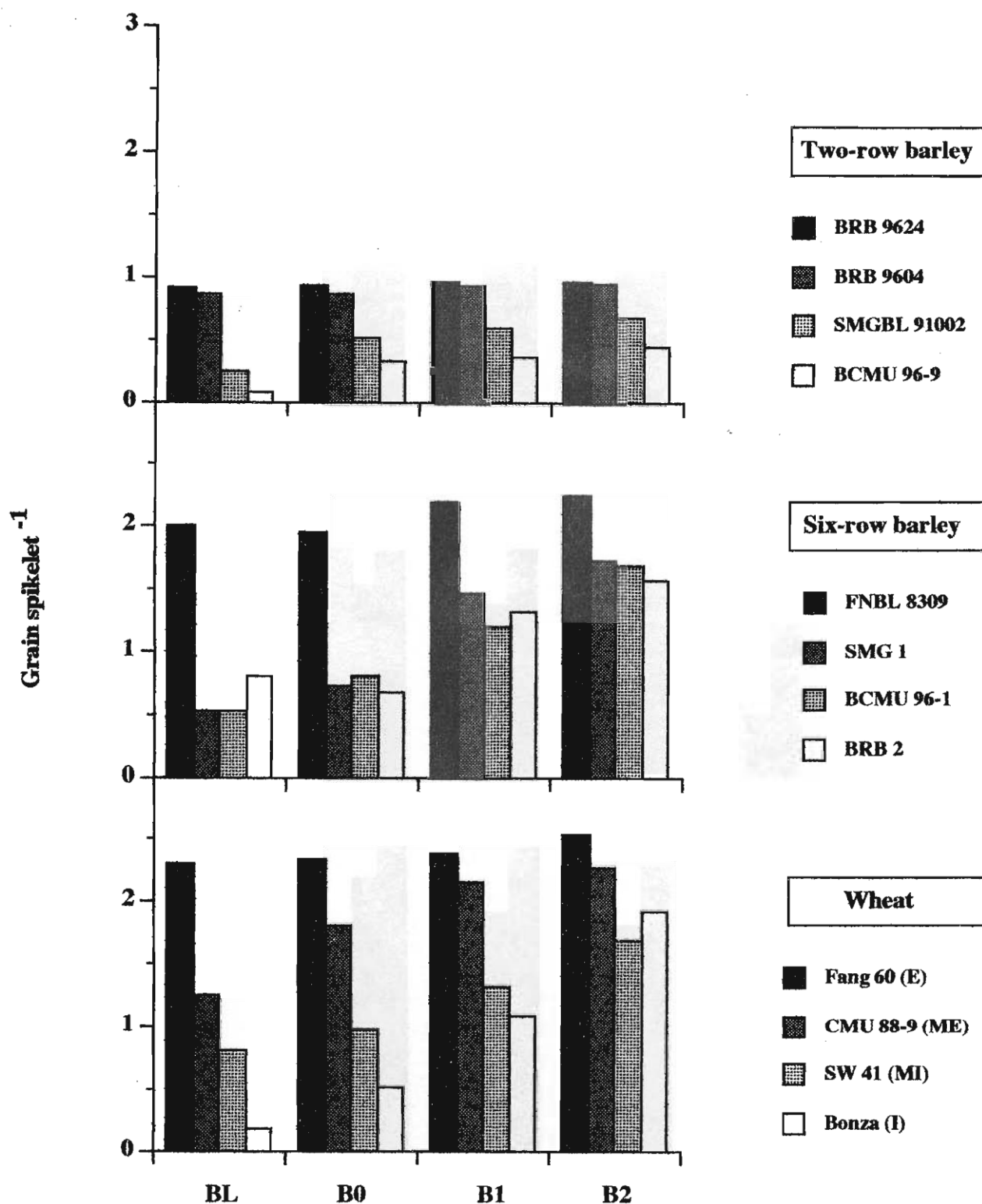


Figure 2 Effect of B treatment (B) on number of grains spikelets⁻¹ of barley and bread wheat genotypes (G). (B x G significant at $p < 0.001$ $LSD_{0.05} = 4$)

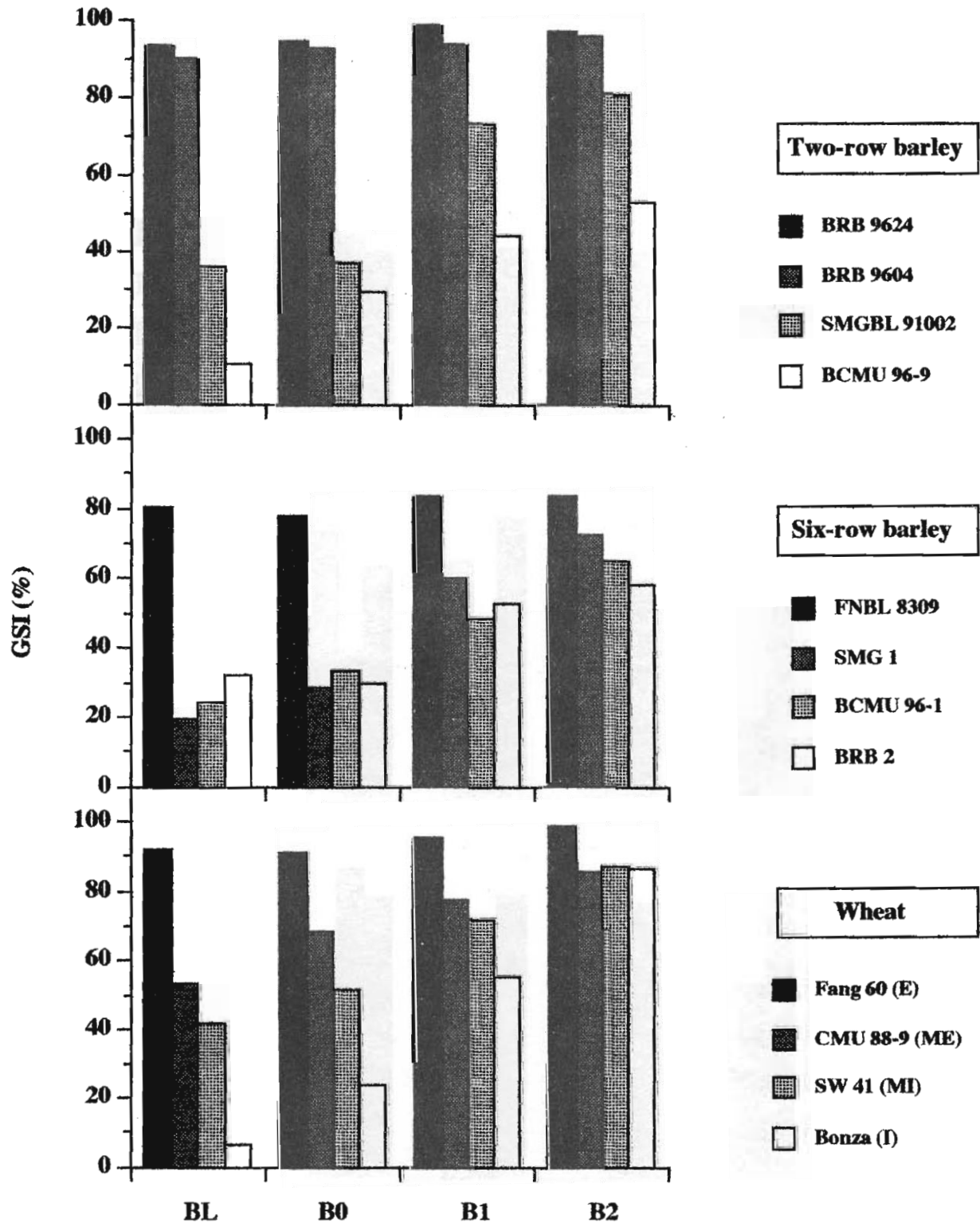


Figure 3 Effect of B treatment (B) on Grain Set Index (%) of barley and bread wheat genotypes (G). (B x G significant at $p < 0.001$ $LSD_{0.05} = 16.9$)

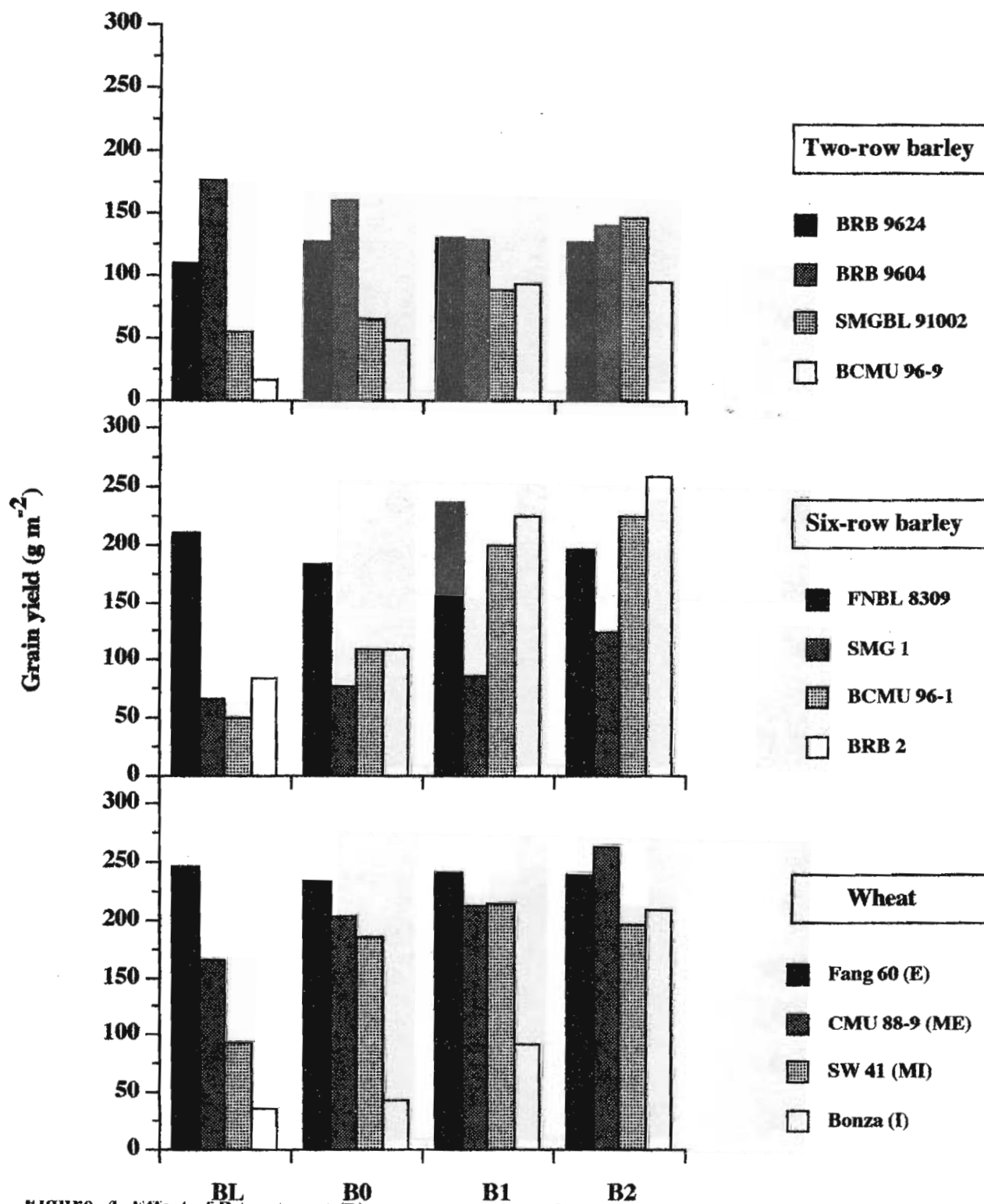


Figure 4 Effect of B treatment (B) on grain yield (g m^{-2}) of barley and bread wheat genotypes (G). (B x G significant at $p < 0.001$ $\text{LSD}_{0.05} = 65$)

3. การประยุกต์ใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์

งานศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมในการตอบสนองต่อการขาดโบรอนในข้าวบาร์เลย์ จากการทดสอบเบื้องต้นใน sand culture พบว่าข้าวบาร์เลย์ชนิดสองแถว BRB 9624 และ BRB 9604 สามารถติดเมล็ดได้ดีในสภาพที่มีโบรอนต่ำและเมื่อนำมาปลูกทดสอบในแปลงปลูกปีถัดไป จึงสามารถใช้เป็นพันธุ์แนะนำสำหรับปลูกในดินที่มีโบรอนต่ำ ๆ หรือใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ให้มีความทนทานต่อการขาดโบรอนได้ ส่วนข้าวบาร์เลย์สายพันธุ์ FNBL 8309 ไม่ทนต่อการขาดโบรอนในระดับเดียวกับข้าวสาลี SW 41 เมื่อปลูกใน sand culture แต่เมื่อนำมาปลูกในดินพบว่ามีความทนทานได้สูงในระดับเดียวกับข้าวสาลีพันธุ์ Fang 60 ทั้งนี้เนื่องจากกลไกการดูดธาตุอาหารในดิน ใน sand culture หรือใน solution culture อาจแตกต่างกันได้ (Marschner, 1995) อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบความทนทานของสายพันธุ์ FNBL 8309 ก่อนนำไปใช้

แหล่งพันธุกรรมของความทนทานต่อการขาดโบรอนในข้าวบาร์เลย์ที่พบนั้นได้มาจากสายพันธุ์ที่ประยุกต์มาจากสายพันธุ์หรือประชากรจาก CIMMYT และนำมาคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาในข้าวสาลีที่พบว่าสายพันธุ์ในประเทศไทยที่คัดเลือกจากประชากรหรือแหล่งพันธุกรรมจาก CIMMYT นั้นมีพันธุกรรมที่ควบคุมความทนทานต่อการขาดโบรอนปะปนอยู่ (Rerkasem and Jamjod, 1997) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้จะมีแหล่งพันธุกรรมอยู่ในประชากรอยู่แล้วแต่พบว่าสายพันธุ์ดี (advanced

lines) ในชุดทดสอบเปรียบเทียบกับพันธุ์ภายในประเทศหรือระหว่างประเทศนั้น มีสายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อการขาดโบรอนได้ดีอยู่ในสัดส่วนน้อยมาก (Jamjod and Rerkasem, 1998) เนื่องจากพื้นที่ส่งเสริมการปลูกธัญพืชเมืองหนาวในประเทศไทยส่วนใหญ่มีรายงานของการขาดโบรอนในดินกระจายอยู่ทั่วไป จึงควรที่จะเพิ่มลักษณะทนทานต่อการขาดโบรอนไว้ในเป้าหมายของงานปรับปรุงพันธุ์อีกลักษณะหนึ่ง นอกเหนือไปจากการเพิ่มผลผลิต ความต้านทานต่อโรคแมลงและคุณภาพการตรวจสอบระดับความทนทานต่อการขาดโบรอนสามารถทำได้ง่ายโดยตรวจนับค่า GSI ในดินที่มีโบรอนต่ำหรือใน sand culture โดยปลูกพันธุ์มาตรฐานที่ทราบระดับความทนทานต่อการขาดโบรอนร่วมด้วยจะทำให้เพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบและทราบระดับของการตอบสนองของพันธุ์หรือประชากรที่ทดสอบและปรับปรุงเพื่อส่งเสริมเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมายต่อไป

สรุปผลการทดลอง

1. มีความแตกต่างทางพันธุกรรมในการตอบสนองต่อการขาดโบรอน ในข้าวบาร์เลย์ที่คัดเลือกในประเทศไทย ลักษณะที่ตอบสนองได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดต่อช่อดอก ดัชนีการติดเมล็ด และผลผลิต
2. ในชุดเปรียบเทียบผลผลิต BTYN 97/98 มีจำนวนสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ที่ทนต่อการขาดโบรอนน้อยกว่าข้าวสาลีสายพันธุ์ SW 41 ถึง 38% และน้อยกว่า Fang 60 ถึง 86% แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ส่วนใหญ่ไม่ทนต่อการขาดโบรอน

3. สายพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ที่มีความทนทานต่อการขาดโบรอนได้สูงใกล้เคียงกับข้าวสาลีพันธุ์มาตรฐาน ได้แก่ BRB 9604 และ BRB 9624 ซึ่งสามารถใช้แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ ๆ มีปัญหาหรือใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

คำนิยาม

งานทดลองนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) เมล็ดพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ชุด BTYN 97/98 และสายพันธุ์ SMGBL ได้รับการอนุเคราะห์จากคุณสุธีรา มุลศรี สถานีทดลองข้าวไร่และธัญพืชเมืองหนาว สหกรณ์วิชาการเกษตร และเมล็ดพันธุ์ชุด BCMU ได้รับการอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์สุทัศน์ จุลศรี ไกวัล ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- เพิ่มพูน กิรติกร. 2538. ผลงานวิจัยธาตุอาหารเสริมกับพืชตระกูลถั่วที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารดินและปุ๋ย. 16:155-167.
- เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2538. โบรอนในการผลิตถั่วในภาคเหนือ. วารสารดินและปุ๋ย. 16:130-154.
- เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และสันตนิย์ จำจด. 2532. การแก้ปัญหาหาวงลิ้นเนื่องจากการขาดโบรอนในข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์. วารสารดินและปุ๋ย. 11:200-209.
- สุทัศน์ ปินตาเสน. 2541. ผลของน้ำขังและโบรอนต่อการเป็นหมันของข้าวสาลี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Anantawiroon P., K.D. Subedi and B. Rerkasem. 1997. Screening for boron efficiency. In "Boron in Soils and Plants" (Eds.) R.W. Bell and B. Rerkasem. pp. 101-104. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.
- Jamjod, S., C.E. Mann and B. Rerkasem. 1992. Screening for boron deficiency in wheat. In "Boron Deficiency in Wheat" (Eds.) C.E. Mann and B. Rerkasem. pp. 79-82. CIMMYT Wheat Special Report No.11. CIMMYT, Mexico.
- Jamjod, S. and B. Rerkasem. 1998. Boron and sterility in small grain cereals: problem and potential. In "Proc. Thailand International Temperate Cereals Conference" December 11-13, 1997. Chiang Mai, Thailand.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London. 889 p.
- Pant, J., B. Rerkasem and R. Noppakoonwong. 1997. Effect of water stress on the boron response of wheat genotypes under low boron field conditions. Plant Soil 202:193-200.
- Rerkasem, B. and S. Jamjod. 1997. Genotypic variation in plant response to low boron and implications for plant breeding. Plant Soil 193:169-180.
- Rerkasem, B., S. Lordkaew and B. Dell. 1997. Boron requirement for reproductive development in wheat. Soil Sci. Plant Nutr. 43: 959-957.
- Rerkasem, B., D.A. Saunders D.A. and B. Dell. 1989. Grain set failure and boron deficiency in wheat. J. Agric. (CMU) 5:1-10.