การตอบสนองต่อการขาดโบรอนในข้าวโพด

สิทธิชัย ลอดแก้ว[1]

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาการตอบสนองต่อการขาดโบรอนในข้าวโพด บนดินชุดสันทราย ณ สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นดินร่วนทราย (Typic Tropaqualfs) มีความเป็นกรดปานกลาง pH เฉลี่ย 6.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.2% วางแผนการทดลองแบบ Split plot แบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยโบรอน 3 ระดับ เป็น main plot ได้แก่ 0, 8 และ 32 กิโลกรัมบอแรกซ์/เฮกตาร์ (B0, B1 และ B2) subplot ประกอบด้วย ปูน 3 ระดับ ได้แก่ 0, 0.5 และ 1.5 ตัน/เฮกตาร์ (L0, L1 และ L2 ตามลำดับ) จากการทดลองพบว่า โบรอนและปูนไม่มีผลต่อผลผลิตของข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลทำให้ปริมาณโบรอนใน YEB เพิ่มขึ้นจาก 8.0 เป็น 10.9-15.5 mg B /kg และ ในส่วนที่เหลือเพิ่มขึ้นจาก 10.9 เป็น 11.6-25.0 mg B /kg การใส่ปูนเพียงอย่างเดียว (L2) อัตรา 1.5 ตันต่อเฮกตาร์ ทำให้ปริมาณโบรอนในใบ YEB-1, YEB และ YEB+1 ของข้าวโพดที่อายุ 30 วัน เพิ่มขึ้นจาก 8.6-10.0 mg B/kg เป็น 14.2-15.3 mg B /kg และปริมาณโบรอนในใบที่ฝัก (ear leaf) และใบใต้ฝัก (ear leaf+1) ในระยะออกดอกเพิ่มขึ้นจาก 8.0-11.8 เป็น 13.9-22.0 mg B/kg การใส่โบรอนมีแนวโน้วทำให้น้ำหนักแห้งของช่อดอกตัวผู้เพิ่มขึ้นจาก 6.9 กรัม เป็น 7.8-8.2 กรัมต่อต้น แต่การใส่ปูนอัตรา 1.5 ตันต่อเฮกตาร์ ร่วมกับการใส่โบรอน อัตรา 32 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (L2B2) มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม (K) ในใบที่ฝัก (ear leaf) ในระยะออกดอกทำให้ปริมาณโพแทสเซียมลดลงจาก 3.0 เป็น 1.5% แต่ปริมาณโพแทสเซียมในใบที่อยู่ใต้ฝัก (ear leaf+1) เพิ่มขึ้นจาก 1.5 เป็น 3.0% ถึงแม้ว่าการใส่โบรอนและปูนไม่มีผลต่อผลผลิต ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในดินที่ใช้ทดลองมีโบรอนเพียงพอต่อการปลูกข้าวโพด อย่างไรก็ดีการใช้ปูนอย่างเหมาะสมยังจำเป็นในบางพื้นที่เพื่อยกระดับ pH ของดิน และปรับสภาพเพื่อลดความเป็นพิษของสารต่าง ๆ ตลอดจนเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางชนิด การใส่ปูนอัตรา 1.5 ตันต่อเฮกตาร์ จากการทดลองครั้งนี้มีแนวโน้มทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง และทำให้ขนาดของเมล็ดลดลงอีกด้วย

คำสำคัญ โบรอน ปูน ข้าวโพด

บทนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ นับวันจะมีความสำคัญมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้เมล็ดในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์เป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 50-60% นอกจากนี้ยังเป็นอาหารของมนุษย์ในรูปของข้าวโพดฝักอ่อน ฝักสด เป็นต้น ในอดีตประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวโพดและได้มีการนำเข้าตั้งแต่ปี 2538 เพื่อใช้ในอุตสากรรมอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดประมาณ 1,386,400 เฮกตาร์ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือประมาณร้อยละ 49 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ร้อยละ 27 และ 24 ตามลำดับ แต่ผลผลิตข้าวโพดของไทยยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (3.94 ตัน/เฮกตาร์) เมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ (จีน 4.9 ตัน/เฮกตาร์ และสหรัฐอเมริกา 8.9 ตัน/เฮกตาร์) ทั้งนี้เนื่องมาจากหลายปัจจัยด้วยกัน ได้แก่

[1] ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พันธุ์ สภาพแวดล้อม และดิน ในดินที่มีการใช้ปลูกพืชมาเป็นเวลานาน และขาดการบำรุงรักษาที่ดี ปัจจุบันการปลูกพืชไร่โดยทั่วไปมีปัญหาเกี่ยวกับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำที่ขาดธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญของพืช ธาตุโบรอนเป็นธาตุหนึ่งที่มีบทบาทที่สำคัญต่อผลผลิตของพืช มีรายงานว่า ดินที่มีปริมาณโบรอนต่ำจนมีผลต่อการผลิตพืชสามารถพบอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งในไทย (Shorrocks, 1997 และ Sillanpaa, 1982) สำหรับดินที่มีปริมาณโบรอนต่ำในประเทศไทย พบทางภาคเหนือตอนบนและบางจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง (เบญจวรรณ, 2537) เช่น การขาดโบรอนทำให้ถั่วลิสงเมล็ดกลวง ทำให้ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์รวงลีบไม่ติดเมล็ด (เบญจวรรณ และคณะ, 2531) และพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เพิ่มพูน, 2537) มีรายงานว่าการขาดโบรอนในข้าวโพดทำให้ผลผลิตต่ำ และการใส่ปุ๋ยโบรอนทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น (Gupta, 2007; Berger *et al*., 1957) นอกจากนี้มีรายงานว่าการขาดธาตุอาหารหลัก ได้แก่ การขาดธาตุโพแทสเซียม (K) ทำให้ผลผลิตต่ำโดยทำให้ข้าวโพดติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ (Marschner, 1995) การผลิตพืชเพื่อให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยด้วยกัน ปัจจัยทางด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือธาตุอาหารพืชเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่ง ดังนั้นในการวิจัยการจัดการธาตุอาหารในข้าวโพด เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มความสามารถของดินในการให้ผลผลิต (soil productivity) ที่สูงขึ้นน่าจะเป็นพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยทางการเกษตรยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดต่อการใส่โบรอนและปูน

2.เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต และปริมาณธาตุโบรอนในข้าวโพด

3.เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินระหว่างการทดลอง ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาการตอบสนองต่อโบรอนในข้าวโพดบนดินชุดสันทราย ณ สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Split plot แบบสุ่มสมบูรณ์ มีจำนวน 4 ซ้ำ ซึ่ง main plot ประกอบด้วย โบรอน 3 ระดับ ได้แก่ ไม่ใส่โบรอน (B0) ใส่โบรอนอัตรา 8 (B1) และ 32 กิโลกรัมบอแรกซ์/เฮกตาร์ (B2) subplot ประกอบด้วย ระดับปูน 3 ระดับ ได้แก่ ไม่ใส่ปูน (L0) ใส่ปูนอัตรา 0.50 (L1) และ 1.5 ตัน/เฮกตาร์ (L2) โดยมีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ การใช้ปุ๋ยเกรด 16-20-0 และ 0-0-60 อัตรา 250 และ 80 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ตามลำดับ ทำการใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยพร้อมปลูก และหลังจากข้าวโพดงอก 30 วัน ใส่ยูเรียอัตรา 140 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ใช้ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1 โดยปลูกเป็นหลุมๆ ละ 3-5 เมล็ด เมื่อข้าวโพดงอก 14 วัน ถอนให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใช้ระยะระหว่างต้น 25 เซ็นติเมตร ระหว่างแถว 75 เซ็นติเมตร ปลูกในแปลงย่อยขนาด 1.5x9 เมตร และใช้จำนวน 2 แปลงย่อยต่อหนึ่งกรรมวิธีเพื่อมีตัวอย่างเพียงพอในการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การเก็บตัวอย่างดิน (ลึก 30 ซม.) โดยเก็บจากทุกแปลงย่อย ก่อนการทดลอง ระยะออกดอก และ หลังการทดลอง เพื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ หาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil pH), ไนโตรเจน (N), โพแทสเซียม (K) ฟอสฟอรัส (P), แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) เป็นต้น

การเก็บตัวอย่างพืช (สุ่มเก็บจากพื้นที่ 1x2 ตารางเมตร) เก็บตัวอย่างข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วัน แยกออกเป็นส่วนของต้น, ใบ (YEB คือ young emerged leaf blade รวมทั้งแยกเป็นใบที่อ่อนกว่า YEB (YEB-1) และแก่กว่า YEB 1 ใบ (YEB+1) สำหรับระยะออกดอก เก็บใบติดฝัก (ear leaf) ใบที่อยู่เหนือฝัก (ear leaf-1) และใต้ใบที่ฝัก 1 ใบ (ear leaf+1) ช่อดอกตัวผู้ และส่วนที่เหลือ โดยเก็บใส่ในถุงสีน้ำตาลและอบให้แห้งในตู้อบตัวอย่างพืชที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชอย่างละเอียด (Disc mill) หรือเทียบเท่าที่ผ่านตะแกรงไม่เกินขนาด 40 mesh แล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารพืช ในการวิเคราะห์โบรอนใช้วิธีของ Lohse (1982).

เก็บผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้งต้น

ผลการศึกษา

สภาพของดิน ที่ใช้ทดลอง เป็นดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างปานกลาง ซึ่งมีระดับ pH เท่ากับ 6.5 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำเพียง 1.2% เท่านั้น มีปริมาณโพแทสเซียม และฟอสฟอรัสที่สกัดได้สูง 368 และ 115 ppm ตามลำดับ มีปริมาณแคลเซียมในระดับปานกลาง 2.6 me/100g ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมค่อนข้างต่ำเพียง 0.41 me/100g เท่านั้น ดินหลังการทดลอง ดินที่ใส่ปูนขาวอัตรา 1.5 ตัน/เฮกตาร์ (L2) ทำให้ pH สูงขึ้นเล็กน้อยเป็น 6.7 ปริมาณไนโตรเจน และอินทรีย์วัตถุมีอยู่ 0.071 และ 1.18-1.24% ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัส 381-391 ppm และโพแทสเซียม 89-123 ppm สำหรับแคลเซียมและแมกนีเซียมมี 3.08-4.04 และ 0.44-0.45 me/100g ตามลำดับ

ข้าวโพดที่อายุ 30 วัน ผลของโบรอนและปูนไม่มีผลต่อการเจริญทางต้นและใบซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง18.2-20.9 กรัม/ต้น ในด้านปริมาณโบรอนพบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างปูนและโบรอนที่พบในเนื้อเยื่อส่วนที่เหลือ และ YEB ของข้าวโพดที่อายุ 30 วัน การใส่ปูนอัตรา 1.5 ตันต่อเฮกตาร์ร่วมกับการใส่โบรอน อัตรา 8 และ 32 กิโลกรัมบอแรกซ์ต่อเฮกตาร์ ทำให้มีปริมาณสูงสุดในเนื้อเยื่อส่วนที่เหลือ 23.9-25.0 และ ใน YEB 13.4-15.5 mg B/kg เทียบกับต้นที่ไม่ใส่ทั้งปูนและโบรอนมีเพียง 10.9 และ 7.9 mg B/kg เท่านั้น และการใส่ปูนอัตราสูงสุดเพียงอย่างเดียวมีผลทำให้มีปริมาณโบรอนสูงถึง 21.2 mg B/kg แต่การใส่โบรอนเพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อปริมาณโบรอนในส่วนของพืชทั้งสองชนิด

ในระยะออกดอก พบว่า ในการใส่โบรอนทำให้การเจริญเติบโตด้านการสะสมน้ำหนักแห้งของช่อดอกตัวผู้เพิ่มขึ้นจาก 6.9 กรัม เป็น 7.8-8.2 กรัมต่อต้น ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้นโบรอนเฉลี่ยในช่อดอกตัวผู้ 11.7 -13.2 mg B/kg นอกจากการใส่ปูนไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของช่อดอกตัวผู้ (ที่มีค่าเฉลี่ย 7.6 กรัมต่อต้น) แล้ว ผลของโบรอนและปูนไม่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของพืชทั้งต้นอีกด้วย ระดับโบรอนไม่มีผลต่อความเข้นของใบในระยะออกดอก แต่การใส่ปูนทำให้ข้าวโพดมีปริมาณโบรอนในใบเพิ่มขึ้น และเห็นอย่างชัดเจนเมื่อมีการใส่ปูนอัตรา 1.5 ตัน/เฮกตาร์ โดยเพิ่มขึ้นมากกว่าสองเท่า ได้แก่ ในใบที่ฝักเพิ่มจาก 8.0 เป็น 22.5 mg B/kg Gupta (2007) ได้ให้ความเห็นว่าความเป็นประโยชน์ของโบรอนจะน้อยลงเมื่อดินมีค่า pH เพิ่มขึ้น (มากกว่า 6.3-6.5) ทำให้มีปริมาณการสะสมในพืชต่ำลง จากผลการทดลองจากการใส่ปูนไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง pH มากพอกลับทำให้การดูดโบรอนของพืชดีขึ้น

ผลของการใส่โบรอน และปูนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้ง (น้ำหนักแห้งตอซัง) และผลผลิตของข้าวโพด (ตารางที่ 1) แต่การใส่ปูนอัตรา 1.5 ตันต่อเฮกตาร์ร่วมกับการใส่โบรอนอัตรา 32 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

(L2B2) ทำให้ขนาดเมล็ด (น้ำหนัก 100 เมล็ด) ลดลง จาก 34.8 เป็น 33 กรัม (ตารางที่ 2) ถึงแม้ว่าการใส่ปูนและโบรอนไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารอื่นบางธาตุ ได้แก่ K ในใบที่ฝัก (ear leaf) ระยะออกดอก คือ ผลของการใส่ปูนร่วมกับการใส่โบรอนอัตราสูงสุดคือ 32 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมลดลงจาก 3.0 เป็น 1.5% และในใบที่อยู่ใต้ฝัก (ear leaf+1) เพิ่มขึ้นจาก 1.5 เป็น 3.0%

ตารางที่ 1 ผลของโบรอนและปูนต่อผลผลิตข้าวโพด (กิโลกรัม/ไร่)

อัตราปูน	ระดับโบรอน			ค่าเฉลี่ย
(L)	B0	B1	B2	
L0	1264.5	1274.5	1343.7	1294.2
L2	1365.1	1323.0	1265.2	1317.7
L3	1316.9	1355.1	1315.6	1329.2
ค่าเฉลี่ย	1315.5	1317.5	1308.2	
F- test	F^{NS}	L^{NS}	FxL^{NS}	

NS =ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, B = ระดับโบรอน (B0, B1 และ B2 :0, 8 และ 32 กิโลกรัมบอแรกซ์ ต่อเฮกตาร์) และ L= อัตราปูน (L0, L1 และ L2 :0, 0.5 และ 1.5 ตันต่อเฮกตาร์)

ตารางที่ 2 ผลของโบรอนและปูนต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)

อัตราปูน	ระดับโบรอน			ค่าเฉลี่ย
	B0	B1	B2	
L0	34.8abc	33.3cd	32.9d	33.7
L2	34.9abc	33.4bcd	34.9ab	34.4
L3	34.8abc	35.8a	33.0d	34.5
ค่าเฉลี่ย	34.8	34.2	33.6	
F- test	F^{NS}	L^{NS}	FxL**	
$LSD_{0.05}$			1.6	

NS =ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติด้วย LSD ที่ $p<0.01$, B = ระดับโบรอน (B0, B1 และ B2 :0, 8 และ 32 กิโลกรัมบอแรกซ์ ต่อเฮกตาร์) และ L= อัตราปูน (L0, L1 และ L2 :0, 0.5 และ 1.5 ตันต่อเฮกตาร์) อักษรภาษาอังกฤษแสดงถึงความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของการเปรียบเทียบ

สรุป

โบรอนและปูน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต (ด้านการสะสมน้ำหนักแห้ง) และผลผลิตของข้าวโพด แต่การใส่ปูนและบอแรกซ์ มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของ K ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมลดลงในใบที่ฝัก (ear leaf) และใบที่อยู่ใต้ฝัก (ear leaf+1) เพิ่มขึ้นประมาณสองเท่า อย่างไรก็ดีการใช้ปูนยังจำเป็นในบางพื้นที่เพื่อยกระดับ pH ของดินให้เหมาะสม และปรับสภาพเพื่อลดความเป็นพิษของสารต่าง ๆ ตลอดจนเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร

บางชนิด การใส่อัตรา 1.5 ตันต่อเฮกตาร์ จากการทดลองครั้งนี้มีแนวโน้มทำให้ปริมาณโปรตีนและขนาดของเมล็ดลดลง

เอกสารอ้างอิง

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, รจเร เนตรแสงทิพย์, สิทธิชัย ลอดแก้ว, พิมลรัตน์ ทองรอด, สุพร ปรีดิศรี พิพัฒน์, สาวิต มีจุ้ย และณรงค์ ผลวงษ์. 2531. การสำรวจอาการเมล็ดกลวงในถั่วลิสงเพื่อเป็นการบ่งชี้การขาดโบรอนในภาคเหนือรายงานการสัมมนางานวิจัยถั่วลิสงครั้งที่ 7 พัทยา, 16-18 มีนาคม 2531.

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2537. โบรอนในการผลิตถั่วในภาคเหนือ. วารสารดินและปุ๋ย. 16:130-154. วารสารดินและปุ๋ย. 16: 155-167.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2537. ผลงานวิจัยธาตุอาหารเสริมกับพืชตระกูลถั่วที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 16: 155-167.

Berger, K.C., Heikkinen, T. and Zube, E. 1957. Boron deficiency, a cause of blank stalks and barren ears in corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21 : 629-632.

Gupta, U.C. 2007. Boron. p. 241-277. In A.V. Barker and D.J. Pilbeam (ed.) Handbook of Plant Nutritition. CRC Press, Inc., New York.

Lohse, G. 1982. Microanalytical azomethine-H method for boron determination in plant tissue. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 13:127-134.

Marschner, H.1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, London. 889 p.

Shorrocks. V.M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. Plant and Soil 193:121-148.

Sillanpaa, M. 1982. Micronutrients and nutrient status of soils. FAO Soils Bull. 48.