

ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของพริกที่ปลูกในดินร่วนปนทราย  
Effect of Applied Calcium and Boron on Che Chilli (*Capsicum sp.*) Yield and Quality in  
Sandy Loam Soil

อาริยา จูตคง<sup>1</sup> นันทิการ์ เสนแก้ว<sup>1</sup> อภิญา สุราวุธ<sup>1</sup> สรัญญา ช่วงพิมพ์<sup>1</sup> พิรุณ ตีระพัฒน์<sup>1</sup> และ เขมิการ์ โขมพัตร<sup>1</sup>

บทคัดย่อ

ผลผลิตและคุณภาพพริกขึ้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับ การดูแลรักษาที่ถูกต้อง และการจัดการธาตุอาหารหลักแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ การจัดการธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุแคลเซียมและโบรอน ซึ่งมีความสำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพพริกที่ปลูกในดินร่วนปนทรายเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาอัตราแคลเซียมและโบรอนที่เหมาะสมต่อผลผลิตและคุณภาพของพริกที่ปลูกในดินร่วนปนทรายและผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อสมบัติดินบางประการ โดยทำการทดลองในแปลงเกษตรกร ต. ปันแต อ.ควนขนุน จ.พัทลุง ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2553- กันยายน 2555 วางแผนการทดลองแบบ Split plot Design in RCB มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ อัตราแคลเซียมในรูปของปูนขาว (Ca(OH)<sub>2</sub>) 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 50% และ 100%ของค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (0%LR 50%LR และ 100%LR ตามลำดับ) ส่วนปัจจัยรอง คือ อัตราโบรอน 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 0.5 1 และ 1.5 กิโลกรัมของบอแรกซ์ /ไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ในปี 2554 การใส่แคลเซียมในอัตราตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์ในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดพริกที่เฉลี่ยสูง (1,137 กก./ไร่) โดยสูงกว่าการใส่ร่วมกับโบรอนในอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อมีการใส่ต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี มีผลให้ดินมีค่าปฏิกริยาดินเหมาะสมต่อการปลูกพริกมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือ มีค่า 5.03 และมีการสะสมแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ยังคงอยู่ระดับต่ำไม่เพียงพอสำหรับพืช คือ มีแคลเซียมต่ำกว่า 2.0 cmol/kg และมีแมกนีเซียมต่ำกว่า 0.3 cmol/kg และ ดินมีการสะสมโบรอนในปริมาณที่สูงสุด (1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และอยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับพืช โดยที่ทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบพริกมีค่าสูงสุด (0.72%) แต่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งระดับที่เหมาะสมคือมีค่า 1.0-2.5% และมีความเข้มข้นของโบรอนในพริกที่สูงสุด คือ 91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าระดับที่เหมาะสม คือมีค่า 25-75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่แสดงอาการเป็นพิษของโบรอน สำหรับในปี 2555 ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดฤดูกาล เนื่องจากผลผลิตได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคแมลง ได้ผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ จากผลการทดลอง ทั้ง 2 ปี พบว่า การใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกมีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: พริก Che Chilli (*Capsicum sp.*) แคลเซียม (Calcium) โบรอน (Boron) ดินร่วนปนทราย (Sandy Loam Soil)

<sup>1</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 จังหวัดสงขลา

## คำนำ

การผลิตพริกโดยทั่วไปเกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลักอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการใช้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม หรือมีการใช้แต่อัตราการใช้ไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาการผลิตพริกได้ นอกจากนี้ยังทำให้สมดุลของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลง ประกอบกับดินในพื้นที่ภาคใต้ส่วนใหญ่มีแนวโน้มขาดธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม มีแคลเซียมค่อนข้างต่ำ และมีแนวโน้มว่าจะขาดโบรอน (พิชิตและสุรสิทธิ์, 2549) จึงเป็นผลให้พริกขาดแคลนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลเซียมและโบรอน ซึ่งแคลเซียม เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อ และต้นพืชแข็งแรง เมื่อพืชขาดแคลเซียม ทำให้เกิดการสลายตัวของผนังเซลล์ และเนื้อเยื่อให้ซาร์โคเจนยวบตัวลง (ยงยุทธ, 2543) ส่วนโบรอนเป็นธาตุอาหารพืช ที่มีความสำคัญต่อการบูรณาการของเยื่อ (membrane integrity) ซึ่งเป็นสภาพที่เยื่อของสิ่งมีชีวิตมีโครงสร้างสมบูรณ์ต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม (Cakmak *et al.*, 1995) เมื่อพืชขาดโบรอนผนังเซลล์จะขาดบูรณาการและสภาพยืดหยุ่นลดลง (Hu *et al.*, 1996) การที่พริกได้รับแคลเซียมและโบรอนไม่เพียงพอจนทำให้พริกแสดงอาการขาดธาตุแคลเซียมและโบรอน โดยมีอาการจำแนกเนื้อเยื่อพืชมีรอยแตก จนกระทั่งเป็นสาเหตุให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย จนทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย ทำให้เกิดความเสียหายระดับเศรษฐกิจ ได้ผลผลิตต่ำและด้อยคุณภาพ เกษตรกรไม่สามารถเก็บผลผลิตได้อย่างเต็มที่ และหากมีการใช้แคลเซียมและโบรอนเพื่อแก้ปัญหายอาการขาดธาตุอาหารดังกล่าวในอัตราที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมก็จะทำให้พริกได้รับผลกระทบเช่นกัน เนื่องจากความเป็นพิษของธาตุอาหารที่ให้ในปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการของพืช และยังส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารในดินชนิดอื่นๆ จนกระทั่งมีผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพตกต่ำอีกเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อผลผลิตและคุณภาพพริก โดยหาอัตราที่เหมาะสมกับดินที่มีการปลูกพริกกันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งผลกระทบจากการใช้แคลเซียมและโบรอนที่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับแนะนำการจัดการธาตุอาหารสำหรับพริกต่อไป

## วัตถุประสงค์และวิธีการ

### วัตถุประสงค์

1. ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินร่วนปนทราย ที่แปลงเกษตรกร ต.บันเตอ อ.ควนขนุน จ.พัทลุง
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 8-24-24 0-0-60 บอแรกซ์ และเกิเซอร์ไรต์
3. ปุ๋ยอินทรีย์
4. ปูนขาว
5. เวอร์เนียร์ลิปเปอร์
6. สารเคมีกำจัดวัชพืช และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
7. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณธาตุอาหารในดิน

ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบ และปริมาณสาร Capsaisin

## วิธีการ

### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB 3 ซ้ำ 36 หน่วยการทดลอง

กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วย

ปัจจัยหลัก	คือ	อัตราแคลเซียมในรูปของปูนขาว ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 50% และ 100%ของค่าความต้องการปูนของดิน (0%LR 50%LR และ 100%LR ตามลำดับ)
ปัจจัยรอง	คือ	อัตราโบรอน 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 0.5 1 และ 1.5 กิโลกรัมของบอแรกซ์ /ไร่

1. เก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-15 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ เนื้อดิน ค่าปฏิกิริยาดิน ค่าความต้องการปูนของดิน ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนโดยวิธีการดังนี้

- 1) เนื้อดิน วิเคราะห์โดยวิธี Hydrometer
- 2) ค่าความต้องการปูนของดิน วิเคราะห์โดยวิธี Woodruff buffer
- 3) ปฏิกิริยาของดิน (pH)วัดโดยใช้ pH meter โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1
- 4) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยใช้วิธีหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration แล้วนำค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุคูณด้วย 0.05
- 5) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) สกัดโดยวิธี Bray II วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer
- 6) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exchangeable K) สกัดโดย 1 N  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Flame Spectrophotometer
- 7) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exchangeable Ca, Mg) โดยการทำให้ดินอิ่มตัวด้วย 1 N  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer
- 8) ปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ (Available Boron) ใช้วิธี Azomethine-H Colorimetric

2. จากค่าความต้องการปูนของดิน (Lime Requirement; LR) ที่วิเคราะห์ก่อนการทดลอง (200 กิโลกรัม/ไร่) นำมาหาอัตราแคลเซียมโดยใช้แคลเซียมในรูปปูนขาว ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ; 50%Ca) ทำให้ใช้ปูนขาว 3 อัตรา คือ 0 74 และ 148 กิโลกรัม/ไร่ (0%LR 50%LR และ 100%LR ตามลำดับ) โดยใส่ 1 ครั้งก่อนปลูกพริก 15 วันโดยการหว่านแล้วคลุกเคล้ากับดินทั่วแปลงย่อยตามกรรมวิธี

3. ปลูกต้นกล้าพริกอายุ 1.5 เดือน ปีที่ 1 ใช้ระยะปลูก 80 \* 100 ซม. ขนาดแปลงย่อย 7.2\*5 ตร.ม. (36 ตารางเมตร/แปลงย่อย) และเพิ่มระยะห่างระหว่างแถวในปีที่ 2 เนื่องจากต้นพริกเจริญเติบโตดี ทรงพุ่มกว้าง ทำให้ทรงพุ่มเบียดชิดกัน จึงเพิ่มระยะระหว่างแถวปลูก เพื่อป้องกันการระบาดของศัตรูพืช โดยใช้ระยะปลูก 80 \* 120 ซม. ขนาดแปลงย่อย 7.2\*4.8 ตร.ม. ( 34.56 ตารางเมตร/แปลงย่อย) ปลูกซ้ำพื้นที่เดิม ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

4. ใส่โบรอนในรูปของบอแรกซ์ ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ; 11%B) โดยใส่ 1 ครั้งที่อยู่ 60 วันหลังปลูก โดยใส่ก่อนพริกออกดอกครั้งแรก (อายุประมาณ 80 วันหลังปลูก) โดยใส่รอบทรงพุ่มต้นพริกตามกรรมวิธี

5. ในทุกกรรมวิธี ปีที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กก./ไร่ ฟอสฟอรัส อัตรา 23 กก./ไร่  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ไร่ โพแทสเซียม อัตรา 28 กก./ไร่ และปุ๋ยอินทรีย์ 200 กก./ไร่ และปีที่ 2 มีการใส่แมกนีเซียมร่วมด้วย อัตรา 5 กก./ไร่ ในทุกกรรมวิธี

6. เก็บตัวอย่างใบที่พริก อายุ 120 วันหลังปลูก ซึ่งเป็นช่วงระยะแรกของการเก็บเกี่ยวผลผลิต เก็บใบย่อยกึ่งกลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 3 และ 4 จากใบของทรงพุ่ม ทั้ง 4 ทิศ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปบดเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบพริกช้ โดยวิธีการดังนี้

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) วิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธี Kjeldahl digestion Method (Armont et al., 1972)

2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี dry ashing (Armont et al. 1972) วิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธี Yellow Color Developing วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer (Yoshida et al., 1972 ; ไพลิน, 2530)

3) ปริมาณโพแทสเซียม (Total Potassium) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี dry ashing (Armont et al., 1972) วัดปริมาณโดยวิธี Flame Photometer (ไพลิน, 2530))

4) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมทั้งหมด (Total Calcium , Total Magnesium) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี dry ashing (Armont et al., 1972) วัดปริมาณโดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer (ไพลิน, 2530)

5) ปริมาณโบรอนทั้งหมด (Total Boron) ย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี dry ashing (Armont et al., 1972) วิเคราะห์โดยวิธี Curcumin method วัดหาปริมาณด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Yoshida et al., 1972 ; สุรสิทธิ์, 2530)

7. เก็บข้อมูลผลผลิตพริกช้ 3 แถวกลาง (ปีที่ 1 พื้นที่เก็บข้อมูล 4\*3 ตร.ม. : 15 ต้น/แปลงย่อย ปีที่ 2 พื้นที่เก็บข้อมูล 4\*2.4 ตร.ม. : 10ต้น/แปลงย่อย) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในผลผลิตพริกช้ และวิเคราะห์ปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกช้

8. การวิเคราะห์ปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกช้ โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างพริกสุก (ผลสีแดง) ของการเก็บผลผลิตครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 รวมกันจำนวน 200 ดอก นำไปอบที่อุณหภูมิ 65-80 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปบดแล้วสกัดด้วยเอทานอล วัดปริมาณด้วยเครื่อง HPLC ภายใต้สภาวะเฟสเคลื่อนที่คือ Acetonitril ต่อ 1 % acetic acid ในน้ำ อัตราส่วน 40:60 ความเร็ว 1.3 มิลลิลิตร/นาที วัดสัญญาณของสารโดยใช้ Diode Array Detector ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง

ดำเนินการทดลองในพื้นที่ ต.ปิ่นเต๋อ อ.ควนขนุน จ.พัทลุง ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด (4.58) มีปริมาณไนโตรเจน (0.12%) และฟอสฟอรัสในดิน (15 mg/kg) ระดับปานกลาง ส่วนโพแทสเซียม (21 mg/kg) แคลเซียม (0.22 cmol/kg) แมกนีเซียม (0.09 cmol/kg) และโบรอนในดิน (0.28 mg/kg) ระดับต่ำ (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) และมีค่าความต้องการปุ๋ย 200 กิโลกรัม/ไร่

### 2. ผลต่อผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้

ผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายในปี 2554 และ 2555 พบว่า ผลการทดลองทั้ง 2 ปี ได้ผลในทำนองเดียวกัน โดยการไม่ใส่หรือการใส่แคลเซียมไม่ทำให้ผลผลิตพริกชี้มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้แคลเซียมที่อัตราครึ่งหนึ่งของความต้องการปุ๋ย (50%LR) ของดิน มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้สูงกว่าอัตราอื่นๆ แต่การใส่โบรอนในอัตราต่างๆ มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้ในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน โดยการใช้บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตพริกชี้สูงกว่าการใช้บอแรกซ์ที่อัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่โบรอน ดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ในปีที่ 2554 ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราแคลเซียมและอัตราโบรอนต่อผลผลิตน้ำหนักรากสดดังตารางที่ 2 พบว่า เมื่อไม่ใส่แคลเซียม การใส่โบรอนที่อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ของบอแรกซ์ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่โบรอน แต่เมื่อใส่แคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 50%LR การใส่หรือไม่ใส่โบรอนก็ไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้แตกต่างกัน ส่วนเมื่อใส่แคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 100%LR ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้สูงสุดเมื่อใส่โบรอนที่อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ของบอแรกซ์ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่โบรอน อย่างไรก็ตามผลตอบสนองของการใส่แคลเซียมที่อัตราครึ่งหนึ่งของค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (50%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตพริกชี้สูงสุด 1,144.73 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือ การใส่แคลเซียมที่อัตราตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตพริกชี้สูง 1,137.61 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับในปี 2555 ผลผลิตน้ำหนักรากสดพริกชี้ต่ำมากเนื่องจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช ทำให้สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 6 ครั้ง ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดฤดูกาลผลิตพริกชี้ จึงส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำ ในขณะที่ปี 2554 สามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดฤดูกาลผลิตพริกชี้ จำนวน 11 ครั้ง

### 3. ผลต่อคุณภาพพริกชี้

ปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกชี้ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายในปี 2554 และ 2555 พบว่า ผลการทดลองทั้ง 2 ปี ได้ผลในทำนองเดียวกัน โดยการใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณ Capsaicin หรือความเผ็ดในผลผลิตพริกชี้ในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณ Capsaicin ดังตารางที่ 1 โดยพบปริมาณ Capsaicin มีค่า 0.27-0.35 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณสาร Capsaicin สูงกว่าปริมาณที่พบในพริกชี้ภาคใต้ตอนล่าง (0.22-0.25 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) (เขมิกา และคณะ, 2556) โดยพริกชี้ที่เผ็ดมากจะมีปริมาณแคปไซซินสูงกว่าพริกชี้ที่เผ็ดน้อย

#### 4. ผลต่อสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน

ผลของการใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆมีผลต่อสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน หลังการทดลองปลูกพริกชี้ในดินร่วนปนทรายในปีที่ 2554 และ 2555 ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ดังนี้

##### ค่าปฏิกิริยาดิน

ค่าปฏิกิริยาดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อมีการใส่แคลเซียมในรูปปูนขาว อย่าง ต่อเนื่องในดินในอัตราที่สูงขึ้นมีผลทำให้ดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะเห็นเด่นชัดใน ปี 2555 โดยพบว่าการใช้แคลเซียมในรูปปูนขาวที่อัตราตามความต้องการปูนของดิน (100%LR) ทำให้ดินมีค่า ปฏิกิริยาดินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากปูนขาวมีสมบัติในการช่วยยกระดับค่าปฏิกิริยาดินให้สูงขึ้น ส่วนการใส่โบรอนในอัตราต่างๆไม่ผลต่อค่าปฏิกิริยาดิน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อ ค่าปฏิกิริยาดิน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อผลผลิตน้ำหนักสดพริกชี้ (กิโลกรัม/ไร่) และปริมาณ Capsaicin ผลผลิตพริกชี้ (กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปี 2554 และ ปี 2555

กรรมวิธี	ผลผลิตน้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่)		Capsaicin (กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	
	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555
แคลเซียม 0%LR	820.23	468.17	0.3414	0.2767
50%LR	1,061.89	543.71	0.3385	0.3407
100%LR	928.02	485.25	0.2702	0.3207
บอแรกซ์ 0 กก./ไร่	922.46 ab	481.82 ab	0.2763	0.3063
0.5 กก./ไร่	894.25 ab	461.94 b	0.3312	0.3126
1.0 กก./ไร่	833.23 b	468.53 b	0.3483	0.2955
1.5 กก./ไร่	1,096.91 a	583.87 a	0.3110	0.3362
% CV (a)	22.8	29.9	35.5	13.8
% CV (b)	12.9	16.2	25.7	17.9

เปรียบเทียบด้านสถิติ ผลผลิตน้ำหนักสดพริกชี้ และสารแคปไซซินที่ใส่แคลเซียมและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 2 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อผลผลิตน้ำหนักรากสตรักซ์ (กิโลกรัม/ไร่) ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปี 2554

บอแรกซ์ (กก./ไร่)	แคลเซียม (%LR) <sup>1</sup>			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	947.51a	1,060.56a	759.32b	922.46
0.5	610.55b	1,099.12a	937.07ab	894.25
1.0	714.48b	943.16a	842.23b	833.23
1.5	1,008.39a	1,144.73a	1,137.61a	1,096.91
<b>ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม</b>	<b>820.23</b>	<b>1,061.89</b>	<b>928.02</b>	<b>936.71</b>

CV (a) = 22.8 %

CV (b) = 12.9 %

<sup>1</sup> เปรียบเทียบด้านสมรรถภาพผลผลิตน้ำหนักรากสตรักซ์ ที่ใส่แคลเซียมอัตราเดียวกันและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อค่าปฏิกริยาดิน (1:1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (มก./กก.) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (มก./กก.) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกซ์หลังการทดลองปี 2554 และ ปี 2555

กรรมวิธี	pH		T-N		Available P		Available K	
	(1:1)		(%)		(mg/kg)		(mg/kg)	
	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555
<b>แคลเซียม; 0%LR</b>	4.43	4.47 b	0.0645	0.0650	41	108	53	115
<b>50%LR</b>	4.62	4.82 ab	0.0593	0.0585	53	103	53	76
<b>100%LR</b>	4.90	5.03 a	0.0704	0.0670	52	130	57	114
<b>บอแรกซ์ 0 กก./ไร่</b>	4.56	4.64	0.0666	0.0600	51	104	61.20	103 b
<b>0.5 กก./ไร่</b>	4.52	4.80	0.0601	0.0600	45	106	45.80	66 c
<b>1.0 กก./ไร่</b>	4.77	4.80	0.0630	0.0670	48	123	48.71	93 bc
<b>1.5 กก./ไร่</b>	4.75	4.85	0.0692	0.0670	50	123	61.72	146 a
<b>% CV (a)</b>	8.5	7.1	23.5	24.6	32.7	39.0	29.4	37.81
<b>% CV (b)</b>	9.3	6.0	22.6	19.1	29.9	26.7	29.8	31.1

เปรียบเทียบด้านสมรรถภาพค่าปฏิกริยาดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่แคลเซียมและโบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### ปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน

ปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า การใส่ แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินดังตารางที่ 3 แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าดินหลังการทดลองมีการสะสมฟอสฟอรัสสูงมากในทุกกรรมวิธี เนื่องมาจากการทดลองมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงที่เท่ากันให้กับพริกชีในทุกระบบวิธี จึงควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราลดลง ในการปลูกครั้งต่อไป เพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหารพืช

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า การใส่แคลเซียมไม่มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน แต่การใส่โบรอนในอัตราที่แตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กก./ไร่ มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังการทดลองปี 2555 มีปริมาณสูงสุดและไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าดินหลังการทดลองมีการสะสมโพแทสเซียมสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) เนื่องมาจากการทดลองมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่เท่ากันให้กับพริกชีในทุกระบบวิธี

### ปริมาณธาตุอาหารรองในดิน

ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า ผลการทดลองทั้ง 2 ปี ได้ผลในการทำงานเดียวกัน โดยการใส่แคลเซียมในอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ทำให้ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าการใช้แคลเซียมในอัตราอื่นๆ เห็นผลแตกต่างอย่างชัดเจนหลังการทดลองในปีที่ 2 (ปี 2555) ดังตารางที่ 4 โดยมีการสะสมแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินสูงขึ้น เนื่องจากมีการใส่แคลเซียมในรูปของปูนขาว นอกจากจะเป็นการเพิ่มแคลเซียมแล้ว ยังทำให้กับดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงขึ้น (ตารางที่ 3) ส่งผลให้แคลเซียมและแมกนีเซียมละลายออกมาเป็นประโยชน์ในดินมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราแคลเซียมและอัตราโบรอนต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยผลตอบสนองของการใส่แคลเซียมในอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์ในอัตรา 1.0 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุดทั้งใน ปี 2554 และ ปี 2555 คือ 1.60 และ 1.70 cmol/kg ตามลำดับ แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ต่ำกว่า 2.0 cmol/kg ( Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) ดังตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6 และในปี 2554 ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยผลตอบสนองของการใส่แคลเซียมในอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.0 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุด 0.24 cmol/kg แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำมาก คือ ต่ำกว่า 0.3 cmol/kg ( Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) ดังตารางที่ 7 ส่วนในปี 2555 ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน



### ปริมาณโบรอนในดิน

ปริมาณ โบรอนที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองปี 2554 พบว่า การใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณ โบรอนที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ในดิน ดังตารางที่ 4 แต่ปี 2555 กลับพบว่า การใส่โบรอนในอัตราที่สูงขึ้นทำให้ดินมีปริมาณ โบรอนที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ดินมีปริมาณ โบรอนที่เป็นประโยชน์สูงสุด 1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับพืช คือมีค่า 1.0-2.0 มก./กก. ( Soil and Plant Analysis Coccil, 2000)

ตารางที่ 4 ผลของการใช้แคลเซียมและ โบรอนต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) และ โบรอนที่เป็นประโยชน์ในดิน (มก./กก.) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกซ์หลังการทดลองปี 2554 และ 2555

กรรมวิธี	Exch.Ca (cmol/kg)		Exch.Mg (cmol/kg)		Available B (mg/kg)	
	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555
	แคลเซียม0%LR	0.49 b	0.65 c	0.13	0.21 b	0.57
50%LR	0.64 b	1.05 b	0.14	0.24 b	0.57	0.78
100%LR	0.94 a	1.50 a	0.15	0.32 a	0.54	0.81
บอแรกซ์ 0 กก./ไร่	0.53 b	0.86 b	0.14	0.23 ab	0.60	0.65 c
0.5 กก./ไร่	0.52 b	0.97 ab	0.11	0.20 b	0.48	0.76 bc
1.0 กก./ไร่	0.84 a	1.14 ab	0.14	0.28 a	0.53	0.87 b
1.5 กก./ไร่	0.87 a	1.31 a	0.17	0.30 a	0.62	1.10 a
% CV (a)	8.5	7.1	9.3	24.6	31.7	87.4
% CV (b)	9.3	6.0	34.9	19.1	29.1	14.7

เปรียบเทียบด้านสถิติ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน และ โบรอนที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่แคลเซียมและโบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 5 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกชี้หลังการทดลองปีที่ 2554

อัตราบอแรกซ์ (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม(%LR) <sup>1</sup>			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	0.43b	0.56b	0.61c	0.53
0.5	0.57ab	0.49b	0.61c	0.52
1.0	0.31b	0.59b	1.60a	0.84
1.5	0.64a	0.91a	1.07b	0.87
<b>ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม</b>	<b>0.49</b>	<b>0.64</b>	<b>0.94</b>	<b>0.69</b>

CV (a) = 24.8 %

CV (b) = 24.1 %

<sup>1</sup> เปรียบเทียบด้านสมรรถ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน และ โบรอนที่เป็นประโยชน์ในดิน ที่ระดับ 0-15 ซม. ที่ใส่แคลเซียมอัตราเดียวกันและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 6 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกชี้หลังการทดลองปีที่ 2555

อัตราบอแรกซ์ (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม(%LR) <sup>1</sup>			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	0.58 b	0.81 bc	1.18 b	0.86
0.5	0.51 b	0.73 c	1.67 a	0.97
1.0	0.49 b	1.23 ab	1.70 a	1.14
1.5	1.04 a	1.43 a	1.45 ab	1.31
<b>ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม</b>	<b>0.65</b>	<b>1.05</b>	<b>1.50</b>	<b>1.07</b>

CV (a) = 20.12 %

CV (b) = 22.6 %

<sup>1</sup> เปรียบเทียบด้านสมรรถ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่แคลเซียมอัตราเดียวกันและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 7 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกชี้หลังการทดลองปีที่ 2554

อัตราบอแรกซ์;B (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม(%LR) <sup>1</sup>			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	0.19a	0.11b	0.13b	0.14
0.5	0.13ab	0.09b	0.11b	0.11
1.0	0.07b	0.12b	0.24a	0.14
1.5	0.14ab	0.23a	0.13b	0.17
ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม	0.13	0.14	0.15	

CV (a) = 9.3 %

CV (b) = 34.9 %

<sup>1</sup> เปรียบเทียบด้านสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่แคลเซียมอัตราเดียวกันและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### ผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบพริกชี้

#### ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบพริกชี้

ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในใบพริกชี้ในปี 2554 และ 2555 พบว่า ทั้ง 2 ปี ให้ผลในทำนองเดียวกัน โดยการใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นธาตุอาหารหลักในใบพริกชี้ในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนดังตารางที่ 8 โดยที่ในทุกกรรมวิธีมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือมีค่า 3.5-5.0% 0.22-0.7% และ 3.5-4.5% ตามลำดับ (College of Agriculture and Home Economics, 2003) เนื่องจากในทุกกรรมวิธีมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการทดลองครั้งนี้ ปริมาณธาตุอาหารหลักไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพริกชี้

#### ความเข้มข้นของธาตุอาหารรองในใบพริกชี้

ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในใบพริกชี้ในปี 2554 และ 2555 พบว่า การใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ มีผลทำให้ความเข้มข้นธาตุแคลเซียมในใบพริกชี้ในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเห็นผลชัดเจนในการทดลองปีที่ 2 (ปี 2555) ดังตารางที่ 8 โดยจะเห็นได้ว่าการใส่แคลเซียมอัตราตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ทำให้ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในใบพริกชี้มีค่าสูงสุด (0.72%) และการใส่โบรอนในอัตรา 1.5 กก./ไร่ ทำให้ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในใบพริกชี้มีค่าสูงสุดเช่นกัน (0.61%) แต่ยังคงอยู่ในระดับไม่เหมาะสม ซึ่งระดับที่เหมาะสมคือมีค่า 1.0-2.5% (College of Agriculture and Home Economics, 2003) นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในใบพริกชี้ ดังตารางที่ 9 โดยเมื่อไม่ใส่แคลเซียมและใส่แคลเซียมอัตรา 50%LR จะทำให้ใบพริกชี้มีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมสูงสุดเมื่อร่วมกับใส่โบรอนอัตรา 1.5 กก./ไร่ แต่หากใส่แคลเซียมอัตรา 100%LR การใส่หรือไม่ใส่โบรอนก็ไม่มีผลทำให้ใบพริกชี้มีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมแตกต่างกัน

**ตารางที่ 8** ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน(เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์) โพแทสเซียม(เปอร์เซ็นต์) แคลเซียม(เปอร์เซ็นต์) แมกนีเซียม(เปอร์เซ็นต์) และโบรอน(มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในใบพริกซ์ช่วงการเก็บเกี่ยว ที่อายุ 120 วันหลังปลูก ในปี 2554 และ ปี 2555

กรรมวิธี	Total N		Total P		Total K		Total Ca		Total Mg		Total B	
	(% )		(% )		(% )		(% )		(% )		(mg/kg)	
	ปี2554	ปี2555	ปี2554	ปี2555	ปี2554	ปี2555	ปี2554	ปี2555	ปี2554	ปี2555	ปี2554	ปี2555
<b>แคลเซียม 0%LR</b>	4.54	5.16	0.27	0.23	3.36	3.63	0.28	0.31c	0.15	0.24	90	66
<b>50%LR</b>	4.60	4.59	0.26	0.24	3.34	3.60	0.37	0.53b	0.18	0.28	78	55
<b>100%LR</b>	4.53	4.97	0.26	0.23	3.40	3.78	0.42	0.72a	0.20	0.31	80	52
<b>โบรอน 0 กก./ไร่</b>	4.79	5.06	0.26	0.23	3.42	3.76	0.37	0.47b	0.17	0.27	13 d	26 d
<b>0.5 กก./ไร่</b>	4.43	4.73	0.27	0.23	3.46	3.68	0.33	0.46b	0.17	0.26	59 c	48 c
<b>1.0 กก./ไร่</b>	4.48	4.90	0.27	0.23	3.36	3.54	0.32	0.54ab	0.17	0.28	100 b	66 b
<b>1.5 กก./ไร่</b>	4.65	4.94	0.26	0.24	3.23	3.69	0.40	0.61a	0.20	0.29	159 a	91 a
<b>% CV (a)</b>	<b>10.5</b>	<b>14.22</b>	<b>12.1</b>	<b>6.7</b>	<b>6.8</b>	<b>22.9</b>	<b>27.8</b>	<b>24.9</b>	<b>25.1</b>	<b>20.7</b>	<b>16.5</b>	<b>32.7</b>
<b>% CV (b)</b>	<b>11.6</b>	<b>6.6</b>	<b>11.8</b>	<b>11.4</b>	<b>9.8</b>	<b>11.2</b>	<b>23.5</b>	<b>14.5</b>	<b>14.9</b>	<b>17.5</b>	<b>19.0</b>	<b>13.3</b>

เปรียบเทียบด้านสมดุล ความเข้มข้นของไนโตรเจนฟอสฟอรัสโพแทสเซียมแคลเซียมแมกนีเซียมและโบรอนในใบพริกซ์ที่ใส่แคลเซียมและโบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมในใบพริกซ์ในปี 2554 และ 2555 พบว่า ทั้ง 2 ปี ให้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ การเพิ่มอัตราแคลเซียมตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) มีแนวโน้มทำให้มีความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมในใบพริกซ์สูงขึ้น ดังตารางที่ 8 อาจเนื่องจากการเพิ่มแคลเซียมในรูปของปุ๋ยขาวทำให้ดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงขึ้น (ตารางที่ 3) ส่งผลให้แมกนีเซียมในดินเป็นประโยชน์มากขึ้น พืชจึงสามารถดูดใช้แมกนีเซียมได้มากขึ้น แต่ยังคงอยู่ในระดับไม่เหมาะสม ถึงแม้ในปี 2555 จะมีการใส่แมกนีเซียมให้กับพริกซ์ในทุกกรรมวิธี ในอัตรา 4.81 กก./ไร่ ยกเว้นการใส่แคลเซียมตามค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ทำให้มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ 0.31% ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมคือมีค่า 0.3-1.0% (College of Agriculture and Home Economics, 2003)

ตารางที่ 9 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในใบพริกชี้ (เปอร์เซ็นต์) ช่วงการเก็บเกี่ยว ที่อายุ 120 วันหลังปลูก ใน ปี 2555

อัตราบอแรกซ์ (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม(%LR) <sup>1</sup>			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	0.20c	0.48bc	0.72a	0.47
0.5	0.34ab	0.36c	0.68a	0.46
1.0	0.27bc	0.56b	0.78a	0.53
1.5	0.42a	0.71a	0.70a	0.61
<b>ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม</b>	<b>0.31</b>	<b>0.53</b>	<b>0.72</b>	<b>0.52</b>

CV (C) = 24.9 %

CV (B) = 14.5 %

<sup>1</sup> เปรียบเทียบด้านสถิติ ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบพริกชี้ที่ใส่แคลเซียมอัตราเดียวกันและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้

ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้ในปี 2554 และ 2555 พบว่า ทั้ง 2 ปี ให้ผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ การใส่โบรอนในอัตราสูงขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้สูงขึ้นโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่โบรอนอัตราต่างๆ โดยการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2554 และ 2555 ทำให้มีความเข้มข้นของโบรอนในพริกชี้สูงสุด คือ 159 และ 91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 8 ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าระดับที่เหมาะสมคือมีค่า 25-75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (College of Agriculture and Home Economics, 2003)

ส่วนการไม่ใส่หรือการใส่แคลเซียมไม่มีผลทำให้มีความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่แคลเซียมในอัตราสูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของโบรอนในใบลดลงซึ่งจะเห็นเด่นชัดในปี 2555 แต่อยู่ในระดับที่เหมาะสม (ตารางที่ 8) เนื่องจากธาตุแคลเซียมในดินจะขัดขวางการดูดใช้โบรอน (ยงยุทธ, 2543) ดังนั้น อาการเป็นพิษของโบรอน สามารถแก้ไขได้โดยการใส่แคลเซียมเพิ่มขึ้น ซึ่งพืชจะเจริญเติบโตปกติเมื่อมีปริมาณแคลเซียมและโบรอนสมดุลกัน นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราแคลเซียมและอัตราโบรอนต่อความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้ โดยในปี 2554 โดยเมื่อไม่มีการใส่แคลเซียมจะทำให้ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้สูง เมื่อมีการใส่บอแรกซ์ 1.0 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่บอแรกซ์ 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อมีการใส่แคลเซียมอัตราสูงขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้สูงสุดเมื่อใส่ร่วมกับบอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่โบรอนอัตราอื่นๆ ดังตารางที่ 10 ส่วนในปี 2555 ผลตอบสนองของการไม่ใส่แคลเซียมให้ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบพริกชี้สูงสุด คือ 110 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อมีการใส่บอแรกซ์ในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 11

ดังนั้น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่แคลเซียมในรูปปูนขาว (Ca(OH)<sub>2</sub> ; 50%Ca) ในอัตราตามความต้องการปูนของดิน (100%LR) ร่วมกับการใส่โบรอนอัตรา 1.5 กิโลกรัมของบอแรกซ์ต่อไร่ จะ

สามารถทำให้ฟริกซีมีผลผลิตสูง และมีการสะสมของปริมาณแคลเซียมในดินและความเข้มข้นแคลเซียมในใบสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของฟริกซี อาจเนื่องมาจาก ปุ๋ยขาวซึ่งเป็นแหล่งของแคลเซียมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ถึงแม้จะช่วยยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ทำให้เพิ่มความเป็นประโยชน์ของแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินมากขึ้น แต่ปริมาณแคลเซียมอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หากใส่ปุ๋ยขาวในอัตราสูงกว่าความต้องการปุ๋ยของดินอาจจะทำให้เกิดสภาพเกินปุ๋ย (Over-liming) ซึ่งเกิดขึ้นได้ง่ายในดินทรายซึ่งมี buffer capacity ต่ำ จะส่งผลกระทบต่อสมดุลธาตุอาหารพืช ทำให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ลดลง การละลายได้ของธาตุเหล็ก แมงกานีส และโบรอนในดินน้อยลงมากจนพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้เพียงพอ และแสดงอาการขาดธาตุดังกล่าวได้ จึงควรมีการเพิ่มแคลเซียมให้กับพืชในรูปแบบที่มีปฏิกิริยาเป็นกลาง และเป็นประโยชน์รวดเร็วกว่าปุ๋ยขาวรวมด้วย เช่น การใช้ยิมซั่ม ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) หรือการใช้แคลเซียมในเตรท (15-0-0) ในช่วงการเจริญเติบโต เพื่อให้มีปริมาณแคลเซียมที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่โบรอนอัตรา 1.5 กิโลกรัมของบอแรกซ์ต่อไร่ (165 กรัมโบรอน/ไร่/ปี) ทำให้โบรอนในใบมีความเข้มข้นสูงกว่าระดับที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ไม่พบอาการเป็นพิษเนื่องจากโบรอน (ขอบใบและปลายใบล่างมีสีเหลือง แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และแห้งตายแล้วร่วงหล่น) (เพิ่มพูน, 2546) แต่หากมีการใส่โบรอนในอัตราดังกล่าวติดต่อกันทุกปี อาจส่งผลให้มีการสะสมในดินมากเกินไปจนเกิดความเป็นพิษต่อพืชได้ เกิดผลกระทบต่อสมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน และผลผลิตพืชลดลง มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยโบรอนในอัตรา 480 กรัมโบรอน/ไร่/ปี ติดต่อกัน 3 ปี จะทำให้ผลผลิตถั่วลิสงลดลง (นลินี และคณะ, 2538) ซึ่งควรมีการศึกษาทำการทดลองในระยะยาว เพื่อจะได้ทราบผลกระทบที่เกิดขึ้น

**ตารางที่ 10** ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อความเข้มข้นของโบรอนในใบฟริกซี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ช่วงการเก็บเกี่ยว ที่อายุ 120 วันหลังปลูก ในปี 2554

อัตราบอแรกซ์ (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม (%LR) <sup>1</sup>			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	16c	13c	11c	13
0.5	60b	49b	67b	59
1.0	147a	65b	87b	100
1.5	136 a	187a	154a	159
<b>ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม</b>	<b>90</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>83</b>

CV (a) = 16.5 %

CV (b) = 19.0 %

เปรียบเทียบด้านสมรรถภาพ ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบฟริกซีที่ใส่แคลเซียมอัตราเดียวกันและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 11 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อความเข้มข้นของโบรอนในใบพริกชี้ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ช่วงการเก็บเกี่ยว ที่อายุ 120 วันหลังปลูก ปี 2555

อัตราบอแรกซ์ (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม (%LR) <sup>1</sup>			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	29d	20d	28c	26
0.5	52c	47c	46b	48
1.0	76b	69b	54b	66
1.5	110a	84a	80a	91
<b>ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม</b>	<b>66</b>	<b>55</b>	<b>52</b>	<b>83</b>

CV (a) = 32.7 %

CV (b) = 13.3 %

<sup>1</sup> เปรียบเทียบด้านสมมติ ความเข้มข้นของโบรอนในใบพริกชี้ที่ใส่แคลเซียมอัตราเดียวกันและใส่โบรอนอัตราต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองครั้งนี้ อัตราแคลเซียมและโบรอนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพริกชี้ในดินร่วนปนทราย คือ การใส่แคลเซียมอัตราตามความต้องการปุ๋ยของดินรวมกับการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัม/ไร่ เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำหนักสดพริกชี้สูง และทำให้ดินมีค่าปฏิกริยาดินสูงขึ้น และมีการสะสมปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และมีปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นหลังจากการทดลองต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี

2. การใส่แคลเซียมและโบรอนติดต่อกันเป็นเวลา 2 ปี ไม่มีผลต่อปริมาณสาร Capsaicin ในผลผลิตพริกชี้

3. การใส่แคลเซียมในรูปของปุ๋ยขาวตามอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 2 ปี ทำให้ดินมีค่าปฏิกริยาดินสูงขึ้น อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชมากขึ้น และมีการสะสมปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินและความเข้มข้นของแคลเซียมในใบพริกชี้สูงกว่าอัตราอื่นๆ แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำมาก และไม่เพียงพอต่อความต้องการของพริกชี้ จึงควรมีการเพิ่มอัตราแคลเซียมในช่วงการเจริญเติบโตโดยการใส่ ยิมซัม ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) หรือแคลเซียมไนเตรท (15-0-0) เป็นต้น

4. การใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ (165 กรัมโบรอน/ไร่/ปี) ติดต่อกันเป็นเวลา 2 ปี ทำให้ดินมีการสะสมโบรอนจนอยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับพืชทำให้โบรอนในใบมีความเข้มข้นสูงกว่าระดับที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ไม่พบอาการเป็นพิษของโบรอน แต่หากมีการใส่โบรอนในอัตราดังกล่าวติดต่อกันทุกปี อาจจะส่งผลเกิดความเป็นพิษต่อพืช ความสมดุลธาตุอาหารพืช และอาจทำให้ผลผลิตลดลง ประกอบกับ ในปีที่ 2 ไม่สามารถเก็บผลผลิตพริกชี้ได้ตลอดฤดูกาลผลิต เนื่องจากมีการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพริกอย่างรุนแรง ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดฤดูกาล จึงได้ผลผลิตต่ำ จึงควรเพิ่มระยะเวลาการทดลอง เพื่อศึกษาผลกระทบอย่างต่อเนื่อง และการสรุปผลที่ชัดเจนมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- นลินี ศิวากรณ์ ชูติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา ปรีชา สุรินทร์. 2538. โรคขาดธาตุโบรอนของทานตะวัน. กสิกร 68 (3) : 248-251
- เขมิกา โขมพัตร นันทิการ์ เสนแก้ว สาวิตรี เขมวงศ์. 2556. ศึกษาปริมาณสารกลุ่ม Capsaicinoids ในพริกสายพันธุ์ต่างๆในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง. หน้า 119-134
- พิชิต พงษ์สกุล และสุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์. 2549. การวิเคราะห์ปัญหาการขาดธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในดินปลูกพืชไร่นา และแนวทางแก้ไข. วารสารดินและปุ๋ย. 28 :142-165.
- เพิ่มพูน กิรติกสิกร. 2546. โบรอน-จุลธาตุอาหารพืช. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 197 หน้า
- ขงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 424
- Cokmak,J., H. Kurz and H. Marschner. 1995. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. *Physiol. Plant.* 95: 11-18.
- College of Agriculture and Home Economics. 2003. Chile Pepper Growers'Notes: 2003. New Mexico Chili Task Force Report 10. College of Agriculture and Home Economics. Cooperative Extension Service. Agricultural Experiment Station. 36 pp.
- Hu, H.,P.B. Brown and J.M. Labavitch. 1996. Species variability in boron requirement in correlated with cell wall pectin. *J.Exp. Bot.* 47: 227-232.
- Jones, B.J. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. CRP Press, London.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Dept. of Land Development, Min. of Agri. And Crop.,Bangkok. 135 p.
- Soil and Plant Analysis Council. 2000. Soil Analysis-Handbook of Reference Methods. CRC Press. New York. 247 pp.