

## รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองสิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง
2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพริกชี้ในภาคใต้ตอนล่าง  
กิจกรรม การวิจัยและพัฒนาการผลิตพริกชี้ในภาคใต้ตอนล่าง
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของพริกชี้ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Effect of Applied Calcium and Boron on Che Chilli (*Capsicum* sp.) Yield and Quality in Sandy Loam Soil

#### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นางสาวอาริยา จูดคง	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
ผู้ร่วมงาน	นางสาวนันทิการ์ เสนแก้ว	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
	นางสาวอภิญญา สุราษฎร์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
	นางสร้อยญา ชวงพิมพ์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
	นายพิรุณ ตีระพัฒน์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
	นางสาวเขมิการ์ โขมพัตร	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
	นางบุญพา ชูผอม	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8

#### 5. บทคัดย่อ

ผลผลิตและคุณภาพพริกชี้นอกจากจะขึ้นอยู่กับ การดูแลรักษาที่ถูกต้อง และการจัดการธาตุอาหารหลักแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ การจัดการธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุแคลเซียมและโบรอน ซึ่งมีความสำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพพริกชี้ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อต้องการทราบถึงอัตราแคลเซียมและโบรอนที่เหมาะสมต่อผลผลิตและคุณภาพของพริกชี้ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย และผลกระทบของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อสมบัติดินบางประการ โดยทำการทดลองในแปลงเกษตรกร ต.ปิ่นแต อ.ควนขนุน จ.พัทลุง ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2553- กันยายน 2555 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB มี 3 ชั้น Mail plot ได้แก่ อัตราแคลเซียม 3 ระดับ คือ ระดับ 0 50% และ 100% ของค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (0%LR 50%LR และ 100%LR ตามลำดับ) ส่วน Sub plot ได้แก่ อัตราโบรอน 4 ระดับ คือ ระดับ 0 0.5 1 และ 1.5 กิโลกรัม/ไร่ของบอแร็กซ์ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมกับโบรอนต่อผลผลิตน้ำหนักสดพริกชี้ โดยพบว่า ผลตอบสนองของการใส่แคลเซียมในอัตราครึ่งหนึ่งของค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (50%LR) ร่วมกับการใส่บอแร็กซ์ในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดพริกชี้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมกับโบรอนต่อปริมาณ Capsaicin และการใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่ทำให้ปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกชี้มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้การใส่แคลเซียมในอัตราของค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) มีผลให้ดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงสุด

และมีการสะสมแคลเซียมในดินสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการใส่โบรอนในอัตราสูงขึ้นมีผลทำให้ดินมีการสะสมโบรอนในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Yield and quality of Che chilli products are not only dependent good agricultural practice, primary nutrient management, but also secondary nutrient and micro nutrient management. Especially, calcium and boron that are importance for yield and quality of Che chilli in sandy loam soil. Thus, the objective of this study was to investigate the appropriate rates of calcium and boron on yield and quality of Che chilli in sandy loam soil and the effect of applied calcium and boron on some soil properties. The experiment was conducted at the farmer's field, Kaunkhanun district, Phatthalung province, during November, 2010-September, 2012. The experimental design was a split plot in randomized complete block designs with 3 replications. Main plot were 3 rates of calcium (0%LR 50%LR and 100%LR, LR ; Lime Requirement) and sub plot were 4 rates of boron ( 0 0.5 1.0 and 1.5 kg./rai of Borax., respectively).

The results indicated that there were interaction between the rates of calcium and boron on fresh weight yield of Che chilli. Fresh weight yield of Che chilli were significant the highest contents by applied calcium (50%LR) associated with boron (1.5 kg/rai of borax). There were no interaction between the rates of calcium and boron on capsaicin. The effect of applied different rates of calcium and boron on capsaicin were not significant difference. Besides, applied the highest rate calcium (100%LR) significantly increased soil pH and exchangeable calcium contents in soil. In addition, applied the higher rate of boron significantly increased soil boron contents.

## 6. คำนำ

การผลิตพริกโดยทั่วไปเกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลักอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการใช้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม หรือมีการใช้แต่อัตราการใช้ไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาการผลิตพริกได้นอกจากนี้ยังทำให้สมดุลของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลง ประกอบกับดินในพื้นที่ภาคใต้ส่วนใหญ่มีแนวโน้มขาดธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม มีแคลเซียมค่อนข้างต่ำ และมีแนวโน้มว่าจะขาดโบรอน (พิชิต และสุรสิทธิ์, 2549) จึงเป็นผลให้พริกขาดแคลนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แคลเซียมและโบรอน ซึ่งแคลเซียม เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อ และต้นพืชแข็งแรง เมื่อพืชขาดแคลเซียม ทำให้เกิดการสลายตัวของผนังเซลล์ และเนื้อเยื่อให้ขำรุดจนยุบตัวลง (ยงยุทธ, 2543) ส่วนโบรอนเป็นธาตุอาหารพืชที่มีความสำคัญต่อการบูรณาการของเยื่อ (membrane integrity) ซึ่งเป็นสภาพที่เยื่อของสิ่งมีชีวิตมีโครงสร้างสมบูรณ์ต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม (Cakmak *et al.*, 1995) เมื่อพืชขาดโบรอนผนังเซลล์จะขาดบูรณาการและสภาพยืดหยุ่นลดลง (Hu *et al.*, 1996) การที่พริกได้รับแคลเซียมและโบรอนไม่เพียงพอจะทำให้พริกแสดงอาการขาดธาตุแคลเซียมและโบรอน โดยมีอาการฉ่ำน้ำ เนื้อเยื่อพืชมีรอยแตก จนกระทั่งเป็นสาเหตุให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย จนทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย ทำให้เกิดความเสียหายระดับเศรษฐกิจ ได้ผลผลิตต่ำและด้อยคุณภาพ เกษตรกรไม่สามารถเก็บผลผลิตได้อย่างเต็มที่ และหากมีการใช้แคลเซียมและโบรอน

เพื่อแก้ปัญหาอาการขาดธาตุอาหารดังกล่าวในอัตราที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมก็จะทำให้พริกได้รับผลกระทบเช่นกัน เนื่องจากความเป็นพิษของธาตุอาหารที่ให้ในปริมาณมากจนเกินความต้องการของพืช และยังส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารในดินชนิดอื่นๆ จนกระทั่งมีผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพตกต่ำอีกเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาผลของการใช้แคลเซียมและโบรอนต่อผลผลิตและคุณภาพพริกซี โดยหาอัตราที่เหมาะสมกับดินที่มีการปลูกพริกกันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งผลกระทบจากการใช้แคลเซียมและโบรอนที่ต่อสมบัติทางเคมีของดิน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับแนะนำการจัดการธาตุอาหารสำหรับพริกต่อไป

## 7. วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

1. ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินร่วนปนทราย ที่แปลงเกษตรกร ต.ปันแต อ.ควนขนุน จ.พัทลุง
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 8-24-24 0-0-60 13-13-21 ปุ๋ยอินทรีย์ บอแรกซ์ และคีเซอไรต์
3. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
4. สารเคมีกำจัดวัชพืช และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
5. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ปริมาณธาตุอาหารในดิน

### - วิธีการ

#### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB 3 ซ้ำ 36 plot size

กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วย

ปัจจัยหลัก ; C คือ อัตราแคลเซียม 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 50% และ 100%ของค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (0%LR 50%LR 100%LR ตามลำดับ)

ปัจจัยรอง ; B คือ อัตราโบรอน 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 0.5 1 และ 1.5 กิโลกรัม/ไร่ของบอแรกซ์

1. เก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-15 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ เนื้อดิน ค่าปฏิกิริยาดิน ค่าความต้องการปุ๋ยของดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน

2. จากค่าความต้องการปุ๋ยของดินที่วิเคราะห์ก่อนการทดลอง (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 วัน โดยการหว่านทั่วแปลงย่อยตามกรรมวิธี

3. ปลูกต้นกล้าพริกที่อายุ 1.5 เดือน ปีที่ 1 ใช้ระยะปลูก 80 \* 100 ซม. ขนาดแปลงย่อย 7.2\*5 ตร.ม. (36 ตารางเมตร/แปลงย่อย) และเพิ่มระยะห่างระหว่างแถวในปีที่ 2 เนื่องจากต้นพริกเจริญเติบโตดี ทรงพุ่มกว้างทำให้ทรงพุ่มเบียดชิดกัน จึงเพิ่มระยะระหว่างแถวปลูก โดยใช้ระยะปลูก 80 \* 120 ซม. ขนาดแปลงย่อย

7.2\*4.8 ตร.ม. ( 34.56 ตารางเมตร/แปลงย่อย) เพื่อป้องกันการระบาดของศัตรูพืช ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

4. ใส่โบรอนในรูปของบอแรกซ์ ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ; 11%B) โดยใส่ 1 ครั้ง โดยใส่ก่อนพริกออกดอก ที่อายุประมาณ 60 วัน โดยใส่รอบทรงพุ่มต้นพริกตามกรรมวิธี

5. ในทุกกรรมวิธี ปีที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 19.50 กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัส อัตรา 23 กก. $\text{P}_2\text{O}_5$ /ไร่ โพแทสเซียม อัตรา 27.50 กก. $\text{K}_2\text{O}$ /ไร่ และปุ๋ยอินทรีย์ 200 กก./ไร่ และปีที่ 2 มีการใส่แมกนีเซียมร่วมด้วย อัตรา 5 กก.MgO/ไร่

6. บันทึกและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตพริกสี 3 แถวกลาง (ปีที่ 1 พื้นที่เก็บข้อมูล 4\*3 ตร.ม. : 15 ต้น/แปลงย่อย ปีที่ 2 พื้นที่เก็บข้อมูล 4\*2.4 ตร.ม. : 10 ต้น/แปลงย่อย) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิตพริกสี และปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกสี

7. วิธีการวิเคราะห์ดิน ดังนี้

1) ปฏิกริยาของดิน (pH) วัดโดยใช้ pH meter โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1

2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยใช้วิธีหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration แล้วนำค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุคูณด้วย 0.05

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer

4) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) สกัดโดย 1 N  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Flame Spectrophotometer

5) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca, Mg) โดยการทำให้ดินอิ่มตัวด้วย 1 N  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer

6) ปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ (Available Boron) ใช้วิธี Azomethine-H Colorimetric  
- เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2553-กันยายน 2555

ดำเนินการทดลองในพื้นที่ พิกัดภูมิศาสตร์ 47N 613708E-862639N ตำบลปันแต อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 8.1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง

ดำเนินการทดลองในพื้นที่ ต.ปันแต อ.ควนขนุน จ.พัทลุง ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด (4.58) มีปริมาณไนโตรเจนในดินระดับปานกลาง (0.12%) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส (15 mg/kg) โพแทสเซียม (21 mg/kg) แคลเซียม (0.22 cmol/kg) แมกนีเซียม (0.22 cmol/kg) และโบรอนในดิน (0.28 mg/kg) ระดับต่ำ และมีค่าความต้องการปุ๋ย 200 กิโลกรัม/ไร่

### 8.2 ผลต่อผลผลิตน้ำหนักรวมพริกสี

ผลผลิตน้ำหนัสดพริกซีที่ปลูกในดินร่วนปนทรายในปี 2554 และ 2555 พบว่า ผลการทดลองทั้ง 2 ปี ได้ผลในทำนองเดียวกัน โดยการใส่โบรอนในอัตราต่างๆ มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนัสดพริกซีในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน โดยการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตพริกซีสูงกว่าการใส่บอแรกซ์ที่อัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการไม่ใส่หรือการใส่แคลเซียมไม่ทำให้ผลผลิตพริกซีมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้แคลเซียมที่อัตราครึ่งหนึ่งของความต้องการปุ๋ย (50%LR) ของดิน มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนัสดพริกซีสูงกว่าอัตราอื่นๆ ดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ในปีที่ 2554 ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราแคลเซียมและอัตราโบรอนต่อผลผลิตน้ำหนัสด โดยผลตอบสนองของการใส่แคลเซียมที่อัตราครึ่งหนึ่งของค่าความต้องการปุ๋ยของดิน (50%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตพริกซีสูงสุด 1,144.73 กิโลกรัม/ไร่ ดังตารางที่ 2 แต่จะเห็นได้ว่าในปี 2555 ผลผลิตน้ำหนัสดพริกซีต่ำมากเนื่องจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช ทำให้สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 6 ครั้ง จึงส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำ ในขณะที่ปี 2554 สามารถเก็บผลผลิตได้ 11 ครั้ง

### 8.3 ผลต่อคุณภาพพริกซี

ปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกซีที่ปลูกในดินร่วนปนทรายในปี 2554 และ 2555 พบว่า ผลการทดลองทั้ง 2 ปี ได้ผลในทำนองเดียวกัน โดยการใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกซีในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณ Capsaicin ดังตารางที่ 2

### 8.4 ผลต่อสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน

ผลของการใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ มีผลต่อสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน หลังการทดลองปลูกพริกซีในดินร่วนปนทรายในปีที่ 2554 และ 2555 ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร ดังนี้

#### ค่าปฏิกิริยาดิน

ค่าปฏิกิริยาดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า เมื่อมีการใส่แคลเซียมอย่างต่อเนื่องในดินในอัตราที่สูงขึ้น มีผลทำให้ดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะเห็นเด่นชัดในปี 2555 โดยพบว่าการใส่แคลเซียมที่อัตราตามความต้องการปุ๋ย (100%LR) ของดิน ทำให้ดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใส่โบรอนในอัตราต่างๆ ไม่ผลต่อค่าปฏิกิริยาดิน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อค่าปฏิกิริยาดิน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลของการใส่แคลเซียมและโบรอน (บอแรกซ์) ต่อผลผลิตน้ำหนัสดพริกซี (กิโลกรัม/ไร่) และปริมาณ Capsaicin ในผลผลิตพริกซี (กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปี 2554 และ ปี 2555

กรรมวิธี	ผลผลิตน้ำหนัสด (กิโลกรัม/ไร่)		Capsaicin (กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	
	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555

แคลเซียม;C	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;B	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
F-test	(C)	ns	ns	ns	ns
	(B)	**	*	ns	ns
	(C x B)	*	ns	ns	ns
	C.V. (%) (C)	22.8	29.9	35.5	13.8
	C.V. (%) (B)	12.9	16.2	25.7	17.9

ns หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

- ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

- ความแตกต่างระหว่างอัตราบอแรกซ์ (สดมภ์) ใช้อักษร abc

### ปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน

ปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า การใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดิน แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าดินหลังการทดลองมีการสะสมฟอสฟอรัสสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี เนื่องมาจากการทดลองมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่เท่ากันให้กับพริกชี้ในทุกกรรมวิธี ดังตารางที่ 3

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า การใส่แคลเซียมไม่มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน แต่การใส่โบรอนในอัตราที่แตกต่างกันมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กก./ไร่ มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังการทดลองปี 2555 มีปริมาณสูงสุด และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าดินหลังการทดลองมีการสะสมโพแทสเซียมสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี เนื่องมาจากการทดลองมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่เท่ากันให้กับพริกชี้ในทุกกรรมวิธี ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอน (บอแรกซ์) ต่อผลผลิตน้ำหนัสดพริกชี้ (กิโลกรัม/ไร่) ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปี 2554

อัตราบอแรกซ์;B (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม;C (%LR)			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	947.51 a	1,060.56 a	759.32 b	922.46
0.5	610.55 b	1,099.12 a	937.07 ab	894.25
1.0	714.48 b	943.16 a	842.23 b	833.23
1.5	1,008.39 a	1,144.73 a	1,137.61 a	1,096.91
ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม	820.23	1,061.89	928.02	936.71
F-test	C = ns ; B = ** ; CxB =*			

CV (C) = 22.8 %

CV (B) = 12.9 %

ns หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

- ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

- ความแตกต่างระหว่างอัตราบอแรกซ์ที่อัตราแคลเซียมเดียวกัน (สดมภ์) ใช้อักษร abc

### ปริมาณธาตุอาหารรองในดิน

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า ผลการทดลองทั้ง 2 ปี ได้ผลในการทำงานเหมือนกัน โดยการใส่แคลเซียมในอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าการใช้แคลเซียมในอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหลังการทดลองในปีที่ 2 การใส่แคลเซียมทำให้มีการสะสมแคลเซียมในดินสูงขึ้น ดังตารางที่ 4 นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราแคลเซียมและอัตราโบรอนต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยผลตอบสนองของการใส่แคลเซียมในอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์ในอัตรา 1.0 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุด 1.60 และ 1.70 cmol/kg ใน ปี 2554 และ 2555 ตามลำดับ แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำมาก (<2.0 cmol/kg , Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) ดังตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการทดลองปี 2554 และ 2555 พบว่า ในปี 2554 พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยผลตอบสนองของการใส่แคลเซียมในอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุด 0.24 cmol/kg เมื่อมีการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.0 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 4 และ ตารางที่ 7 ส่วนในปี 2555 พบว่า การใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ มีผลทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน โดยการใส่แคลเซียมในอัตราความต้องการปุ๋ยของดิน (100%LR) ให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุด และการใส่บอแรกซ์ในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุด แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอน (บอแรกซ์) ต่อค่าปฏิกิริยาดิน (1:1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (มก./กก.) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (มก./กก.) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกชี้หลังการทดลองปี 2554 และ ปี 2555

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

ns หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

- ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

- ความแตกต่างระหว่างอัตราแคลเซียม (สดมภ์) ใช้อักษร abc

- ความแตกต่างระหว่างอัตราบอแรกซ์ (สดมภ์) ใช้อักษร abc

### ปริมาณโบรอนในดิน

ปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองปี 2554 พบว่า การใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ในดิน ดังตารางที่ 4 ส่วนปี 2555 พบว่า การใส่โบรอนในอัตราที่สูงขึ้นทำให้ดินมีปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ดินมีปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์สูงสุด 1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับพืช (1.0-2.0 มก./กก., Soil and Plant Analysis Coccil, 2000) แต่หากมีการใส่โบรอนใน



อัตราดังกล่าวติดต่อกันทุกปี อาจส่งผลให้มีการสะสมในดินมากเกินไปจนเกิดความเป็นพิษกับพืชที่ปลูกตามมาและเกิดผลกระทบต่อสมดุลของธาตุอาหารพืชในดินได้ มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยโบรอนในอัตรา 480 กรัมโบรอน/ไร่/ปี ติดต่อกัน 3 ปี จะทำให้ผลผลิตถั่วลิสงลดลง (นลินี และคณะ, 2538)

ตารางที่ 4 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอน (บอแรกซ์) ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) และโบรอนที่เป็นประโยชน์ในดิน (มก./กก.) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกชี้หลังการทดลองปี 2554 และ 2555

กรรมวิธี	Exch.Ca		Exch.Mg		Available B		
	(cmol/kg)		(cmol/kg)		(mg/kg)		
	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2554	ปี 2555	
แคลเซียม;C	0%LR	0.49 b	0.65 c	0.13	0.21 b	0.57	0.94
	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;B	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
F-test	(C)	*	**	ns	*	ns	ns
	(B)	**	**	ns	*	ns	**
	(C x B)	**	*	**	ns	ns	ns
C.V. (%) (C)	8.5	7.1	9.3	24.6	31.7	87.4	
C.V. (%) (B)	9.3	6.0	34.9	19.1	29.1	14.7	

ns หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

- ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

- ความแตกต่างระหว่างอัตราแคลเซียม (สดมภ์) ใช้อักษร abc

- ความแตกต่างระหว่างอัตราบอแรกซ์ (สดมภ์) ใช้อักษร abc

ตารางที่ 5 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอน (บอแรกซ์) ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกซีหลังการทดลองปีที่ 2554

อัตราบอแรกซ์;B (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม;C (%LR )			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	0.43 b	0.56 b	0.61 c	0.53
0.5	0.57 ab	0.49 b	0.61 c	0.52
1.0	0.31 b	0.59 b	1.60 a	0.84
1.5	0.64 a	0.91 a	1.07 b	0.87
ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม	0.49	0.64	0.94	0.69
F-test	C = * ; B = ** ; CxB = **			

CV (C) = 24.8 %

CV (B) = 24.1 %

\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

- ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

- ความแตกต่างระหว่างอัตราบอแรกซ์ที่อัตราแคลเซียมเดียวกัน (สดมภ์) ใช้อักษร abc

ตารางที่ 6 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอน (บอแรกซ์) ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกซีหลังการทดลองปีที่ 2555

อัตราบอแรกซ์;B (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม;C (%LR )			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
ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม	0.65	1.05	1.50	1.07
F-test	C = ** ; B = ** ; CxB = *			

CV (C) = 20.12 %

CV (B) = 22.6 %

- \* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
- \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
- ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
- ความแตกต่างระหว่างอัตราบอแรกซ์ที่อัตราแคลเซียมเดียวกัน (สดมภ์) ใช้อักษร abc

ตารางที่ 7 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอน (บอแรกซ์) ต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (cmol/kg) ที่ระดับ 0-15 ซม. ในแปลงพริกซีหลังการทดลองปีที่ 2554

อัตราบอแรกซ์;B (กก./ไร่)	อัตราแคลเซียม;C (%LR )			ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตรา บอแรกซ์
	0	50	100	
0	0.19 a	0.11 b	0.13 b	0.14
0.5	0.13 ab	0.09 b	0.11 b	0.11
1.0	0.07 b	0.12 b	0.24 a	0.14
1.5	0.14 ab	0.23 a	0.13 b	0.17
ค่าเฉลี่ยแต่ละอัตราแคลเซียม	0.13	0.14	0.15	
F-test	C = ns ; B = ns ; CxB = **			

CV (C) = 9.3 %

CV (B) = 34.9 %

- ns หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
- \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
- ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
- ความแตกต่างระหว่างอัตราบอแรกซ์ที่อัตราแคลเซียมเดียวกัน (สดมภ์) ใช้อักษร abc

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. อัตราแคลเซียมและโบรอนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพริกซีในดินร่วนปนทราย คือ การใส่แคลเซียมอัตราครึ่งหนึ่งของความต้องการปูนของดินรวมกับการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัม/ไร่ เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำหนัสดพริกซีสูงสุด และทำให้ดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงขึ้น และมีการสะสมปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ในดินหลังจากการทดลองต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี

2. การใส่แคลเซียมและโบรอนในอัตราต่างๆติดต่อกันเป็นเวลา 2 ปี ไม่มีผลต่อปริมาณสาร Capsaicin ในผลผลิตพริกชี้

3. การใส่แคลเซียมอัตราความต้องการปุ๋นติดต่อกันเป็นเวลา 2 ปี ทำให้ดินมีค่าปฏิกิริยาดินสูงสุด อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชมากขึ้น และมีการสะสมปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต่ำมาก

4. การใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ติดต่อกันเป็นเวลา 2 ปี ทำให้ดินมีการสะสมโบรอนจนอยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับพืช ซึ่งหากมีการใส่ติดต่อกันในอัตราเดิมเป็นเวลาหลายปี อาจส่งผลกระทบต่อพืชและความสมดุลธาตุอาหารพืช จึงควรมีการศึกษาผลกระทบอย่างต่อเนื่อง

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เป็นแนวทางในการใส่ธาตุแคลเซียมและโบรอนให้กับพริกชี้และพืชตระกูลเดียวกันที่ปลูกในดินร่วนปนทรายเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิต

2. สามารถขยายผลการจัดการธาตุอาหารพืชอย่างถูกต้องและเหมาะสมในพื้นที่ เพื่อเพิ่มผลตอบแทน

3. สามารถนำเทคโนโลยีไปปรับใช้ และขยายผลไปสู่แหล่งผลิตอื่น ๆ ที่มีลักษณะนิเวศเกษตรคล้ายคลึงกัน

## 11. คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณ นายพบ ชูทองและครอบครัว ที่กรุณาให้สถานที่ทำการทดลองและดูแลแปลงพริกให้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการดิน-ปุ๋ย-พืช กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต และกลุ่มวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยปฏิบัติงานวิจัย

## 12. เอกสารอ้างอิง

นลินี ศิวาภรณ์ ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา ปรีชา สุรินทร์. 2538. โรคขาดธาตุโบรอนของทานตะวัน. กสิกร .68 (3) : 248-251

พิชิต พงษ์สกุล และสุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์. 2549. การวิเคราะห์ปัญหาการขาดธาตุอาหารรองละธาตุอาหารเสริมในดินปลูกพืชไร่ และแนวทางแก้ไข. วารสารดินและปุ๋ย.28 :142-165.

ยงยุทธ ไอสถสภา. 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.

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.

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.

## 13. ภาคผนวก

