



# ปัญหาพิเศษปริญญาตรี



T099853

เรื่อง

การตอบสนองของข้าวโพคร์ต่อการใส่ปุ๋ยและฟอสฟอริบซัมในอัตราที่ต่างกันในดินเหนียวสีแดง

The Response of Corns to a Mixed Fertilizer and Phosphogypsum at Different Rates

in a Red Clayey Soil

โดย

นางสาวอภิวรรณ จุฑานิมิ

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2546

ป.น.  
๐๒๖๕๓  
๒๕๔๖

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 99853

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การตอบสนองของข้าวโพดต่อการใส่ปุ๋ยและฟอสโฟอิมปุ้มในอัตราที่ต่างกันในดินเหนียวสีแดง  
The Response of Corns to a Mixed Fertilizer and Phosphogypsum at Different Rates  
in a Red Clayey Soil

โดย

นางสาว อภิวรรณ จุลนิมิ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

(ผศ.ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 20 เดือน 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2547

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 20 เดือน 1 พฤษภาคม พ.ศ. 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ศศ.ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช อาจารย์ที่ปรึกษา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ จนลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ณ ภาควิชาปฐพีวิทยา และท่านอื่น ๆ ในสถาบันแห่งนี้ที่ได้ให้ความเมตตา อบรมสั่งสอน ให้ความรู้และชี้แนะในด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลา 4 ปี ที่ข้าพเจ้าได้ศึกษาอยู่ ณ สถาบันแห่งนี้ และขอขอบพระคุณทางกรมวิชาการเกษตรและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่ทำให้การทดลองครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรี บุญแปลง นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำแนะนำ และ ให้ความสะดวกในด้านต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ พรทิศา กัญวงศ์หา และนักศึกษานิเทศศาสตร์ในภาควิชาฯ ทุกท่าน รวมถึง คุณสมจิตร มังนาค เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ที่ให้ความเมตตา ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และเอื้อเฟื้อ ตลอดจนงานกระทั่งทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณบรรดาเพื่อน ของข้าพเจ้าทุก ๆ คนที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ ช่วยเหลือในด้าน การศึกษาและในทุก ๆ ด้าน จนกระทั่งข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในวันนี้

อภิวรรณ จุลนิมิ

เมษายน พ.ศ. 2547

## บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดต่อการใส่ปุ๋ยและฟอสฟอริปซัมในอัตราที่ต่างกันบนดินเหนียวสีแดง ทดลองปลูกข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวพันธุ์นครสวรรค์ 72 ในชุดดินปากช่อง ในแปลงทดลองสถานีทดลองพืชไร่พระพุทธรบาท อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ดำรับการทดลองประกอบด้วย 6 ดำรับการทดลอง คือ 0 (control) ,ใส่ฟอสฟอริปซัม 200 กก./ไร่ ,ใส่ฟอสฟอริปซัม 400 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่ , ใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสฟอริปซัม 200 กก./ไร่ ,ใส่ปุ๋ยร่วมกับ ฟอสฟอริปซัม 400 กก./ไร่

จากผลการทดลองปรากฏว่าความสูงของต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหรือฟอสฟอริปซัมทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงเพิ่มขึ้นและการใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มทำให้ต้นข้าวโพดสูงกว่าการใส่ฟอสฟอริปซัม สำหรับการดึงดูธาตุอาหารของต้นข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วัน ปรากฏว่า เปรอร์เซ็นไนโตรเจนใน Treatment ต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพดปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยหรือการใส่ฟอสฟอริปซัมหรือการใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสฟอริปซัม ทำให้ต้นข้าวโพดดึงดูธาตุไนโตรเจนได้มากขึ้นกว่าที่ไม่ได้ใส่อะไรเลย สำหรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด จาก Treatment ต่างๆ มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันอยู่บ้าง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ฟอสฟอริปซัมหรือมีการใส่ปุ๋ย การดึงดูธาตุแคลเซียมของต้นข้าวโพด ปรากฏว่าความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมและปริมาณแคลเซียมต่อต้นไม่มีความแตกต่างแต่การใส่ฟอสฟอริปซัมอย่างเดียวก็นำแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณแคลเซียมในต้นข้าวโพดสูงขึ้น และสำหรับการดูการใช้ธาตุแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด ไม่มีความแตกต่างกันในด้านความเข้มข้นของแมกนีเซียมแต่มีความแตกต่างในด้านปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นข้าวโพด อย่างไรก็ตามผลผลิตเมล็ดข้าวโพด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยอย่างเดี่ยวและการใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสฟอริปซัมทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ฟอสฟอริปซัมแต่เพียงอย่างเดียวหรือเปรียบเทียบกับการที่ไม่ใส่อะไรเลย

# สารบัญ

|                                    | หน้า |
|------------------------------------|------|
| สารบัญตาราง                        | i    |
| สารบัญภาพ                          | ii   |
| คำนำ                               | 1    |
| วัตถุประสงค์                       | 4    |
| ตรวจสอบเอกสาร                      | 5    |
| อุปกรณ์วิธีการและการวางแผนการทดลอง | 17   |
| ผลการทดลองและวิจารณ์               | 21   |
| สรุปผลการทดลอง                     | 50   |
| เอกสารอ้างอิง                      | 53   |
| ภาคผนวก                            | 60   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |  | หน้า |
|----------|--|------|
| 1        | ค่าแสดงผลวิเคราะห์ฟอสฟอรัสจากโรงงานปุ๋ยแห่งชาติ                        | 15   |
| 2        | ความสูงเฉลี่ย ( เซนติเมตร ) ของต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน            | 22   |
| 3        | เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน                | 24   |
| 4        | ปริมาณเฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )   | 27   |
| 5        | ความเข้มข้นเฉลี่ยฟอสฟอรัสในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )        | 29   |
| 6        | ปริมาณเฉลี่ยฟอสฟอรัสในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )   | 32   |
| 7        | เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยโพแทสเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน              | 34   |
| 8        | ปริมาณเฉลี่ยโพแทสเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น ) | 36   |
| 9        | ความเข้มข้นเฉลี่ยแคลเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )        | 39   |
| 10       | ปริมาณเฉลี่ยแคลเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )   | 41   |
| 11       | ความเข้มข้นเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )      | 43   |
| 12       | ปริมาณเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น ) | 46   |
| 13       | น้ำหนักผลผลิตเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว ( กิโลกรัม/ไร่ )                   | 48   |
| 14       | ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินรวม (Composit sample) ในแปลงทดลองข้าว โทด     | 61   |
| 15       | ความสูงของต้นข้าว โทด(cm) เมื่ออายุ 30 วัน                             | 62   |
| 16       | เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน                      | 63   |
| 17       | ปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน                           | 64   |
| 18       | ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )         | 66   |
| 19       | เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน                    | 67   |
| 21       | ปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )       | 68   |
| 22       | เข้มข้นแคลเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )                  | 69   |
| 23       | ปริมาณแคลเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )         | 70   |
| 24       | ความเข้มข้นแมกนีเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )            | 71   |
| 25       | ปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าว โทด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )       | 72   |
| 26       | น้ำหนักผลผลิตเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว ( กิโลกรัม/ไร่ )                   | 73   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

| รูปที่ | หน้า  |    |
|--------|---|----|
| 1      | ความสูงเฉลี่ย ( เซนติเมตร ) ของต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน            | 23 |
| 2      | เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน                | 25 |
| 3      | ปริมาณเฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )   | 28 |
| 4      | ความเข้มข้นเฉลี่ยฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )        | 30 |
| 5      | ปริมาณเฉลี่ยฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )   | 33 |
| 6      | เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยโพแทสเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน              | 35 |
| 7      | ปริมาณเฉลี่ยโพแทสเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น ) | 37 |
| 8      | ความเข้มข้นเฉลี่ยแคลเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )        | 40 |
| 9      | ปริมาณเฉลี่ยแคลเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )   | 42 |
| 10     | ความเข้มข้นเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( ppm )      | 44 |
| 11     | ปริมาณเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น ) | 47 |
| 12     | น้ำหนักผลผลิตเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว ( กิโลกรัม/ไร่ )                  | 49 |

## คำนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชและพืชไร่ที่ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์หลายหลาก ทั้งปลูกเพื่อใช้เมล็ด (grain) เป็นอาหารหลักของมนุษย์รองจากข้าวสาลีและข้าว และปลูกเพื่อทำเป็นอาหารสัตว์ (forage) ทั้งชนิดต้นสด หญ้าหมัก เมล็ดข้าวโพดใช้เป็นอาหารหลักของมนุษย์ในหลายประเทศ เช่น เม็กซิโก สเปน อิตาลี อินโดนีเซีย โปรตุเกส เป็นต้น (ชูศักดิ์, 2542) นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น แป้ง น้ำมัน น้ำตาล สบู่ สีทาบ้าน ก่ออิฐยาสูบ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์และยังใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิด (เรวัต, 2541)

ข้าวโพดเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของไทยเพราะเป็นสินค้าเกษตรส่งออกเป็นอันดับ 3 รองจากข้าวและอ้อย ตามลำดับ ผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดของโลกคือ สหรัฐอเมริกา ในปีการเพาะปลูก 2543/44 ผลผลิตข้าวโพดทั่วโลกมี 590,790,000 ตัน จากเนื้อที่เก็บเกี่ยวรวมทั้งโลก 873,012,000 ไร่ สำหรับประเทศไทยผลิตได้ 4,396,779 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.74 ของผลผลิตข้าวโพดทั่วโลก โดยมีปริมาณการส่งออก 24,429 ตัน คิดเป็นมูลค่า 337.91 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่แล้วผลผลิตเฉลี่ยทั่วโลกต่อไร่ 677 กิโลกรัม ในขณะที่ผลผลิตเฉลี่ยข้าวโพดของประเทศไทยมีเพียงไร่ละ 582 กิโลกรัม (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2544) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการส่งออกพบว่าความต้องการข้าวโพดสูงขึ้น การส่งออกข้าวโพดในปี 2545 มีปริมาณ 146,050 ตัน คิดเป็นมูลค่า 712.36 ล้านบาท และต่อมาในปี 2546 ปริมาณการส่งออกข้าวโพด 197,721 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,025 ล้านบาท ซึ่งปริมาณการส่งออกในปี 2546 เพิ่มขึ้นจากปี 2545 ปริมาณ 51,671 ตัน คิดเป็นมูลค่า 312.64 ล้านบาท แต่สำหรับพื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพดของประเทศไทยค่อนข้างคงที่ ในปี 2545 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพด 7.81 ล้านไร่ ให้ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 4.44 ล้านตัน ส่วนในปี 2546 มีพื้นที่ปลูก 7.94 ล้านไร่ ให้ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 4.58 ล้านตัน ที่เพิ่มขึ้นจากปี 2545 เพียง 0.14 ล้านตัน จากตัวเลขแสดงให้เห็นว่าผลผลิตข้าวโพดยังไม่ค่อยสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณการส่งออกที่เพิ่มขึ้น (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2546)

ในอคิดการปลูกข้าวโพดไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่มีการปลูกข้าวโพดเป็นพื้นที่กว้างขวางอยู่ในแถบพื้นที่ดิน ซึ่งเป็นดินจำพวก กลุ่มดินเหนียวสีแดง ดินเหนียวสีดำ และดินร่วนเหนียวสีน้ำตาล ที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงเพียงพอต่อความต้องการของข้าวโพด ตลอดจนสภาพภูมิอากาศเหมาะสมและปริมาณการกระจายฝนเพียงพอและสม่ำเสมอ (ประคิษฐ์, 2542)

ได้มีผู้ที่พยายามค้นคว้าวิจัยและทดลองเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับ โดยเริ่มด้วยการปรับปรุงพันธุ์หรือผสมพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและคิดค้นหาวิธีการเกษตรกรรมที่เหมาะสมตามสภาพพื้นที่และดินที่ใช้ปลูก ตลอดจนการใช้วิธีการป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวโพดในปัจจุบันนี้ยังเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้วยังได้มีการศึกษาหาวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยการเพิ่มปัจจัยการผลิตต่างๆ ให้เต็มที่ โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดในปริมาณที่สูงขึ้นเพื่อสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดให้สูงขึ้น ได้ตามลำดับอย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยอัตราที่เหมาะสมยังไม่ปฏิบัติกันแพร่หลายในระดับกสิกรผู้ปลูกข้าวโพด เพราะว่ามีเมื่อเทียบราคาปุ๋ยกับราคาผลผลิตข้าวโพดแล้ว นับว่าปุ๋ยมีราคาค่อนข้างแพง กสิกรส่วนใหญ่ไม่มีเงินทุนเพียงพอ (หรั่ง, 2528)

เพราะฉะนั้น จึงได้มีการศึกษาวิจัยการปรับปรุงดินโดยใช้วัสดุอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตร ซากคอกขัง ปุ๋ยพืชสด จุลินทรีย์ดิน ยังคงมีการวิจัยต่อเนื่องเพื่อหาชนิดของวัสดุหรือวิธีการใช้ที่เหมาะสม เพื่อการเพิ่มผลผลิตโดยตรงหรือเพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี (ประดิษฐ์, 2542) ถึงแม้ว่าการใช้วิธีการเกษตรกรรมที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพด ยังเป็นแนวทางที่สมควรให้ความสนใจมากด้วยเช่นกันก็ตาม (หรั่ง, 2528) ทั้งนี้เพราะว่าสภาพทางเคมีของดินในแถบที่มีการปลูกข้าวโพดก็มีความแตกต่างกันไปเฉพาะในดินแต่ละชนิด โดยเฉพาะดินเหนียวสีแดงในแถบที่มีการปลูกข้าวโพดมักจะมักมีสมบัติเป็นด่าง(ศักดิ์ชัยและอภิรัฐ, 2545) ดังนั้นการปลูกพืชในดินประเภทนี้พืชอาจมีปัญหาคาดธาตุอาหารบางธาตุเช่น ฟอสฟอรัส เหล็กและแมงกานีส นอกจากนี้ดินยังมีสภาพทางฟิสิกส์ที่ไม่เหมาะสมบางประการกล่าวคือ จะมีการแตกระแหงเมื่อดินแห้ง การระบายน้ำไม่ดี ดินมีลักษณะเหนียวมาก(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) แนวทางหนึ่งที่ใช้แก้สภาพดังกล่าว คือ ใช้วัสดุปรับปรุงดินซึ่งสามารถปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น (ประดิษฐ์, 2545)

ฟอสโฟอิมปซ์เป็นวัสดุเหลือใช้จาก โรงงานผลิตกรดฟอสฟอริกอาจเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เป็นสารปรับปรุงดินทั้งด้านทางเคมีและกายภาพ ในด้านกายภาพช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพบางประการของดินให้ดีขึ้น เช่นทำให้ดินที่มีปัญหาการจับกันเป็นแผ่นแข็งที่ผิวดินน้อยลง ดินมีการแทรกซึมน้ำดีขึ้นมีการไหลบ่าของน้ำน้อยลงและเกิดการสูญเสียของน้ำน้อยลง (Mays and Mortvedt, 1986) ด้วยเหตุนี้การใช้ฟอสโฟอิมปซ์ปรับปรุงดินในอัตราที่เหมาะสม ในการปลูกข้าวโพด อาจเป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดให้สูงขึ้น โดยฟอสโฟอิมปซ์จะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของต้นข้าวโพด ในขณะที่เดียวกันก็อาจเป็นการเพิ่ม ฟอสฟอรัส ในรูปที่เป็นประโยชน์ให้แก่ดินได้บ้าง

ปัจจุบันกำลังมีการให้ความสนใจและนำสารฟอสโฟอิมปซ์มาใช้ในการเกษตรในแง่เป็นสารปรับปรุงดิน เพื่อทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ (พนารัตน์, 2545) แต่การศึกษาการใช้ฟอสโฟอิมปซ์ในการปลูกข้าวโพดยังมีอยู่จำนวนน้อยโดยเฉพาะในเรื่องการศึกษาการดูดใช้และให้ธาตุอาหารหลักที่ต้องการของข้าวโพดว่า จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตต่อข้าวโพดได้มากน้อยเพียงใด

ดังนั้นจึงสมควรที่จะทำการศึกษาและทดลองการใช้ฟอสโฟอิมพรั้มในบริเวณที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดโดยเฉพาะในพื้นที่ๆเป็นดินเหนียวสีแดง สำหรับเป็นแนวทางเพิ่มผลผลิตข้าวโพดทั้งทางด้านปริมาณและด้านการค้นคว้า ทดลองต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาผลตอบสนองของข้าวโพดในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตต่อการใส่ปุ๋ย และฟอสโฟอิปซัมในอัตราที่ต่างกัน
2. ศึกษาการดูดใช้ธาตุอาหารของต้นข้าวโพดและการใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสโฟอิปซัมว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรบ้างใน Treatment ที่มีการใส่ฟอสโฟอิปซัม
3. เพื่อต้องการทราบว่าฟอสโฟอิปซัมสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยสำหรับข้าวโพดได้มากน้อยเพียงใด
4. เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยหรือนำส่งเสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในดินเหนียว สีแดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพด

ข้าวโพด (maize หรือ corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. เป็นพืชในตระกูลหญ้า Family Gramineae มีระบบรากเป็นรากฝอย (fibrous root system) มีการเจริญของราก 2 ส่วน ได้แก่ 1. รากที่เจริญมาจากส่วนของคัพภะเป็นรากที่มีการพัฒนาจากแรดิเคิล (radicle) เรียกว่า primary root หรือ lateral root และมีรากแขนงแตกออกมา นอกจากนี้ยังมีรากที่เกิดจาก scutellar node รากทั้งหมดมีการเจริญในระยะเวลาสั้นๆ ขณะที่ต้นข้าวโพดเป็นต้นกล้า 2. รากที่เจริญจากส่วนข้อของลำต้นเรียก adventitious root รากพวกนี้จัดเป็นรากถาวรที่เจริญเติบโตอยู่ตลอดชีวิตของต้นข้าวโพด ส่วนที่เป็นใบข้าวโพดประกอบด้วยกาบใบ (leaf sheath) และแผ่นใบ (leaf blade) โดยกาบใบจะหุ้มลำตัวไว้ กาบใบมีลักษณะค่อนข้างหนาและแข็งแรงกว่าแผ่นใบ ใบมีลักษณะเป็นแผ่นเรียวยาวประมาณ 80 เซนติเมตร (เรวัต, 2541)

ลำต้นประกอบด้วยข้อ (node) และ ปล้อง (internode) ลำต้นของข้าวโพดเรียกว่า culm หรือ stalk มีความสูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตรจนถึง 7.5 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5-5.0 เซนติเมตร (กฤษณา, 2531) รูปร่างของลำต้นตรงและค่อนข้างกลม แต่จะเรียวเล็กขึ้นไปที่ยอด ที่มุมใบที่อยู่ใต้ดินสามารถเจริญเป็นหน่อ แต่โดยทั่วไปข้าวโพดจะไม่แตกหน่อ และตาของข้อที่ 7 หรือ 8 บนลำต้นนับจากใบตรงลงมาจะเจริญเป็นฝัก ที่เรียกว่า ear shoot (เรวัต, 2541)

ข้าวโพดเป็นพืชที่มีช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่แยกกันอยู่คนละตำแหน่ง (monoecious plant) ช่อดอกตัวผู้ (staminate inflorescence) มีลักษณะเป็นพุ่มสีเขียวย่อมนกเกิดที่ส่วนปลายยอดของลำต้น ช่อดอกเป็นแบบ panicle มีชื่อเรียกทั่วไปว่า tassel เจริญมาจากปล้องสุดท้ายของลำต้นหรือก้านช่อดอก (peduncle) ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมื่อข้าวโพดงอกได้ประมาณ 3-4 ตัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะที่ข้าวโพดเริ่มช่อดอกและมีความสูงประมาณ 38 เซนติเมตร จะพบช่อดอกตัวผู้ของข้าวโพดมีความยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร กลุ่มช่อดอกย่อยตัวผู้ (staminate spikelet) ภายในแต่ละกลุ่มช่อดอกย่อยประกอบด้วยช่อดอกย่อย (floret) 2 ดอก ภายในแต่ละช่อดอกย่อยมี เกสรตัวผู้ (stamen) 3 อัน เยื่อรองรับไข่ (lodicule) 2 อัน และมีเกสรตัวเมียที่ไม่ทำหน้าที่ (rudimentary pistil) 1 อัน ในช่อดอกตัวผู้ช่อหนึ่งจะมีละอองเกสรตัวผู้ประมาณ 4,500,000 อัน ซึ่งใช้สำหรับการผสมกับดอกตัวเมียเพียง 500-1,000 ดอก ช่อดอกตัวเมีย (pistillate inflorescence) เกิดจากตาที่มุมใบของข้อที่ 7 หรือ 8 บนลำต้นนับจากใบตรงลงมา ช่อดอกเป็นแบบ spike เรียกทั่วไปว่า ฝัก (ear) การพัฒนาของช่อดอกเริ่มขึ้นเมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 40-45 วัน หลังงอกมีส่วนของ prophyllum ห่อหุ้มตาในขณะที่ตายังไม่พัฒนาช่อดอกตัวเมียจะพัฒนาไปเป็นฝักข้าวโพด ภายในช่อดอกย่อยแต่ละดอกมีเกสรตัวเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(pistil) 1 อัน เชื้อรองรังไข่(ovule) 2 อัน และเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (rudimentary stamen) 3 อัน เกสรตัวเมียมีส่วนรับละอองเกสรตัวผู้เรียกว่า ไหม (silk) มีความยาวประมาณ 10-30 เซนติเมตร ที่ผิวมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะเพื่อรับละอองเกสรตัวผู้ โดยปกติไหมจะมีชีวิตอยู่เพื่อรับละอองเกสรตัวผู้ได้เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ภายในรังไข่(ovary) มี 1 ออวูล(ovule) ดอกที่อยู่ส่วนกลางของฝักจะส่งไหมออกจากเปลือกหุ้มฝักได้ก่อน จึงได้รับการผสมเกสรก่อนส่วนดอกที่อยู่ส่วนโคนของฝัก มีการเจริญในเวลาเดียวกับดอกที่อยู่ส่วนกลางของฝัก แต่ต้องใช้เวลานานกว่าเพื่อส่งไหมให้พ้นจากเปลือกหุ้มฝักและดอกที่อยู่ส่วนปลายของฝักเป็นดอกที่มีการเจริญและส่งไหมออกมาช้าที่สุด จึงทำให้มีโอกาสที่ได้รับการผสมน้อยกว่าดอกในส่วนอื่นของฝัก โดยที่ดอกที่ได้รับการผสมก่อนจะได้เปรียบในด้านของการสะสมอาหาร ดังนั้นเมล็ดที่อยู่ตอนกลางของฝักจึงมีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดที่อยู่ส่วน โคนและปลายฝัก (เรวัต, 2541)

ผลหรือเมล็ดเป็นแบบ caryopsis ที่มีเชื้อหุ้มผล(pericarp) หลังการผสมเกสรได้ประมาณ 45 วัน เมล็ดจะหยุดการเจริญเติบโต รูปร่างของเมล็ดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเมล็ดบนฝัก ที่ฐานของก้านดอก(pedical) จะพบเนื้อเยื่อสีดำเรียกว่า black layer ปรากฏให้เห็นเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา ภายในเมล็ดมีส่วนสะสมอาหาร คือ เอนโดสเปิร์ม(endosperm) ข้าวโพดมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110-115 วัน (เฉลิมพล, 2542; เรวัต, 2541; นิรันดร์, 2542)

### การจำแนกชนิดข้าวโพด

เนื่องจากภายในเมล็ดข้าวโพดประกอบด้วยแป้ง 2 ชนิด คือ แป้งแข็ง(hard starch) และ แป้งอ่อน(soft starch) จากการที่อาศัยตำแหน่งของแป้งแต่ละชนิดและลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ด จึงสามารถจำแนกข้าวโพดออกได้เป็น 7 ชนิด (ชูศักดิ์, 2542; เรวัต, 2541; วันชัย, 2542) ดังต่อไปนี้

1. ข้าวโพดป่า (pod corn) เป็นข้าวโพดชนิดเก่าแก่ พบว่ามีปลูกอยู่ในแถบอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ซึ่งเป็นถิ่นกำเนิดของข้าวโพด เมล็ดข้าวโพดป่าทุกเมล็ดบนฝักจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดมิดชิดเหมือนเมล็ดหญ้าและยังมีเปลือกหุ้มฝัก(husk) หุ้มอีกชั้นหนึ่งเมล็ดมีสีต่างๆหรือเป็นลาย จัดอยู่ในชนิด tunicata

2. ข้าวโพดเทียนและข้าวโพดข้าวเหนียว(waxy corn)เป็นข้าวโพดที่แป้งภายในเมล็ดเป็นแป้งอ่อนแต่มีความเหนียวเนื่องจากมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น amylopectin ข้าวโพดพวกนี้จัดอยู่ในชนิด ceratina

3. ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นข้าวโพดที่มีน้ำตาลในเมล็ดเนื่องจากเปลี่ยนไปเป็นแป้งไม่สมบูรณ์ ทำให้เมล็ดก่อนสุกมีความหวานกว่าปกติ และเมล็ดเหี่ยวช่นเมื่อแก่เต็มที่ จัดอยู่ในชนิด saccharata

4. ข้าวโพดหัวบุบ (dent corn) เป็นข้าวโพดที่มีส่วนของแป้งอ่อนอยู่ด้านบนของเมล็ด ส่วนแป้งแข็งจะอยู่ด้านล่างและด้านข้าง เมื่อข้าวโพดแก่จะมีการสูญเสียความชื้นทำให้แป้งอ่อนหดตัว ด้านบนของเมล็ดจึงเป็นรอยบุบ จัดอยู่ในชนิด indentata

5. ข้าวโพดแป้ง (flour corn) เป็นข้าวโพดที่มีแป้งอ่อนเป็นองค์ประกอบเกือบทั้งหมด มีส่วนแป้งแข็งเป็นชั้นบางๆ ข้างในเมล็ด เมื่อข้าวโพดแก่การหดตัวของแป้งในเมล็ดจะเท่าๆกันโดยรอบจึงคงร่างเหมือนข้าวโพดหัวแข็งแต่มีลักษณะทึบแสง(opaque) จัดอยู่ในชนิด amylacea

6. ข้าวโพดหัวแข็ง(flint corn) เป็นข้าวโพดที่มีแป้งแข็งอยู่ส่วนหัวหรือส่วนบนของเมล็ด ทำให้หัวมีลักษณะเรียบ ส่วนแป้งอ่อนจะอยู่ภายในหรืออาจไม่มีแป้งอ่อนเลยก็ได้ เมื่อเมล็ดมีความชื้นลดลงส่วนหัวจะไม่ยุบหรือบุบลงไป จัดอยู่ในชนิด indurata

7. ข้าวโพดคั่ว(pop corn) เป็นข้าวโพดที่มีแป้งแข็งอัดกันแน่น มีแป้งอ่อนอยู่น้อย มีเปลือกหุ้มเมล็ดหนา รูปร่างเมล็ดมี 2 ลักษณะคือรูปร่างเรียวยาวแหลมคล้ายเมล็ดข้าว เรียก nice pop corn กับรูปร่างกลมเรียก pearl pop corn เมล็ดข้าวโพดคั่วเมื่อได้รับความร้อนจะมีแรงดันจากภายในทำให้ระเบิดออกและมีปริมาตรขยายเพิ่มขึ้นถึง 25-30 เท่า จัดอยู่ในชนิด everta

#### สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชที่สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมทั้งดินและอากาศได้อย่างกว้างขวาง สามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดแต่ก็จะให้ผลผลิตแตกต่างกันในดินแต่ละชนิด(ราเชนทร์, 2539) แม้ ข้าวโพดจะสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดแต่ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดควรมีเนื้อดินร่วนปนทราย มีความสามารถในการเก็บกักความชื้น(อุดม, 2529) และปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมีธาตุอาหารเพียงพอ(คำริและเสถียร, 2540) สภาพพื้นที่เรียบสม่ำเสมอ ดินมีการระบายน้ำดี ข้าวโพดสามารถเจริญเติบโตได้ดีหากหน้าดินมีความลึกประมาณ 60 เซนติเมตร เพราะเป็นบริเวณที่มีสัดส่วนของน้ำและอากาศพอเหมาะ โดยเฉพาะมีก๊าซออกซิเจนเพียงพอสำหรับการหายใจของราก (ราเชนทร์, 2539)

ข้าวโพดสามารถขึ้นได้ในดินที่มีค่า pH 5-8 จากการศึกษาของนักวิชาการต่างๆพบว่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ดีมีค่า pH อยู่ในช่วง 6-7 ดินที่มีความเป็นกรดหรือด่างสูงจะทำให้เกิดสภาวะธาตุอาหารเป็นพิษและการขาดธาตุอาหาร ข้าวโพดสามารถให้ผลผลิตสูงในสภาพภูมิอากาศร้อน กึ่งร้อนและเขตอบอุ่น การเจริญเติบโตที่ดีของลำต้นและรากของข้าวโพด จะต้องการอุณหภูมิประมาณ 30° C (ราเชนทร์, 2539)

การปลูกข้าวโพดในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน ทำให้ผลกระทบต่อการปลูกและการให้ผลผลิตของข้าวโพดขึ้นกับปริมาณน้ำฝน(ราเชนทร์, 2539) ปริมาณน้ำฝนที่ข้าวโพด

ใช้นับตั้งแต่ข้าวโพดเริ่มงอกจนถึงระยะเมล็ดแก่พร้อมเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 400-650 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำที่ข้าวโพดใช้จะแตกต่างกันขึ้นกับฤดูปลูก ดิน อุณหภูมิ ความชื้นและพันธุ์ ถ้าอุณหภูมิสูง ความชื้นของอากาศต่ำและใช้พันธุ์อายุยาวการใช้น้ำจะสูงกว่าปกติ ปริมาณน้ำที่ข้าวโพดต้องการใช้ในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตจะแตกต่างกัน ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนถึงอายุ 45 วัน การใช้น้ำจะเริ่มจากที่ต้องการน้อยมากแล้วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในช่วงออกดอกและผสมพันธุ์จะใช้น้ำมากที่สุดหลังระยะผสมพันธุ์แล้วปริมาณน้ำที่ข้าวโพดใช้ลดลงตามลำดับ ในกรณีที่ข้าวโพดได้รับน้ำมากเกินไปจะทำให้ผลผลิตลดลง เพราะลำต้นจะสูงและอวบ ทำให้ลำต้นหักล้มเพิ่มขึ้นและเป็นโรคบางชนิดง่ายขึ้น ผลขั้นสุดทำให้ผลผลิตลดลง (ชูศักดิ์, 2542)

### ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 (NSX 9210)

เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยว มีชื่อเดิมว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม NSX 9210 ดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ เกิดจากการผสมข้ามระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ Nei 9008 และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ Nei 9202 จากนั้นนำไปเปรียบเทียบเบื้องต้นมาตรฐาน ในท้องถิ่น ไร่เกษตรกร และทดสอบพันธุ์ในแหล่งปลูกข้าวโพดตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์พืช ผ่านการพิจารณาเพื่อรับรองพันธุ์พืชจากคณะกรรมการขึ้นทะเบียนและรับรองพันธุ์กรมวิชาการเกษตรเมื่อ วันที่ 24 เมษายน 2543 และให้ชื่อ ว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ (กองควบคุมพืชไร่และวัสดุการเกษตร, 2545; พิเศษฐ์, 2544) ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 มีลักษณะเด่นที่มองเห็นได้ชัด คือ ลำต้นกล่ำมีสีเขียวอ่อน เมื่อโตจะมีสีลำต้นเขียวเข้ม ขนาดใหญ่ ระบายรากมีรากมากและแข็งแรง ความสูงฝัก 107 เซนติเมตร ความสูงต้น 205 เซนติเมตร ลักษณะใบยาวใหญ่ตั้ง ปลายโค้ง สีกาบใบเขียวเข้มมีจำนวนใบ 22 ใบ ดอกตัวผู้เป็นพุ่มสีเขียวอ่อน อายุดอกตัวผู้ 53 วัน อายุออกดอกตัวเมีย 54 วัน โหมดสีเขียวอ่อน มีจำนวนเปลือกหุ้มฝัก 12 กาบ ในส่วนของเมล็ดเป็นชนิดเมล็ดหัวแข็งมีสีส้มแกมเหลือง จำนวนแถวต่อฝัก 14 แถว จำนวนเมล็ดต่อแถว 39 เมล็ด ผลผลิตต่อไร่ 913 กิโลกรัม สามารถปลูกได้ผลดีในฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าวเขตชลประทาน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110-120 วัน

### ดินสำหรับการปลูกข้าวโพดในประเทศไทย

สำหรับการปลูกข้าวโพดในประเทศไทยมีมานานเริ่มตั้งแต่ช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง ประมาณ พ.ศ. 2482-2489(ชูศักดิ์, 2542) การสำรวจดินในแหล่งปลูกข้าวโพดระบุว่ามีกลุ่มดินและชุดดินหลายชุดที่มีความแตกต่างกันตามสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพ ดินเหนียวสีแดง,

ดินเหนียวสีน้ำตาล, ดินเหนียวสีดำ, ดินร่วนเหนียวสีน้ำตาล, และดินทรายหรือดินร่วนทราย เป็นดินที่พบส่วนใหญ่ในท้องดินที่ปลูกข้าวโพดเป็นอันดับหนึ่ง(กรมวิชาการเกษตร, 2540)

ในอคิดการปลูกข้าวโพดสามารถให้ผลผลิตสูงโดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยโดยเฉพาะในภาคกลาง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ตลอดจนสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ปริมาณการกระจายฝนสม่ำเสมอ ทำให้ข้าวโพดที่ปลูกแม้ว่าจะเป็นการปลูกแบบธรรมชาติก็สามารถให้ผลผลิตสูงเกิน 400 กก./ไร่ (ประดิษฐ์, 2542) ต่อมา มีการเพิ่มผลผลิตโดยการใช้พันธุ์ดี มีการใส่ปุ๋ยเคมี และการขยายพื้นที่ปลูกใหม่ซึ่งในยุคนี้ทำได้ยากและค่อนข้างจำกัดในการขยายพื้นที่ปลูก ปัจจุบันจึงมีการเน้นให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น และศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยเพิ่มปัจจัยการผลิตต่างๆอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะการปรับปรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด (สัมฤทธิ์, 2541) ดังนั้น การเพิ่มธาตุอาหารและปรับปรุงสภาพดินให้เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ดินเหนียวสีแดง เป็นดินไร่ส่วนใหญ่ที่ใช้ปลูกข้าวโพดกันมากชนิดหนึ่ง พบอยู่ตามที่ราบเชิงเขาหินปูน บางชนิดอาจมีก้อนกรังปะปนอยู่ เป็นดินไร่ที่ถูกจัดอยู่ในอันดับ(Order) Ultisols , Oxisols และเป็นดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในปริมาณปานกลาง แต่ต่ำกว่าดินเหนียวสีดำและมีความสามารถอุ้มน้ำได้น้อยกว่า บางแห่งจะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าดินเหนียวสีดำโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ดินกลุ่มนี้จะพบมากในบริเวณจังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครราชสีมา เพชรบูรณ์ เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง แพร่ น่าน อุทัยธานี กำแพงเพชรและเลย พืชไร่บางชนิดหรือข้าวโพด ข้าวฟ่าง ที่ปลูกในดินชนิดนี้จะมีความต้องการ ในโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมากกว่าดินเหนียวสีดำผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูก โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเลยจะได้ประมาณ 150-200 กก./ไร่ (คำริและเสถียร, 2540)

อย่างไรก็ตามในชุดดินแต่ละชุดที่มีระดับของธาตุ N, P และ K แปรเปลี่ยนในสัดส่วนต่างๆ และในดินชุดเดียวกันนี้สามารถที่จะมีระดับธาตุอาหารแตกต่างกันในแต่ละท้องที่ เช่น ดินชุดปากช่อง (Pc) แต่ละพื้นที่จะมีระดับ N หรือ P หรือ K ในระดับต่างๆ ขึ้นอยู่กับปัจจัยและองค์ประกอบหลายอย่างเช่นชั้น profiles ของดินที่มีอยู่อุดมสมบูรณ์โดยธรรมชาติหรือถูกชะล้างโดยปัจจัยธรรมชาติ ทำให้เสียสภาพและการสูญเสียธาตุอาหาร และองค์ประกอบของสมบัติดินอื่นๆ (ประดิษฐ์, 2542)

#### การตอบสนองของข้าวโพดต่อการใส่ปุ๋ย

ข้าวโพดเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารคล้ายกับพืชทั่วไป ที่มีตัวสำคัญคือ ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม (ชูศักดิ์, 2542) โดยที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินเหนียวจะพบว่ามียู

ในดินโดยธรรมชาติสูงพอ (ประคิษฐ์, 2542) ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด (หรั่งและคณะ, 2522)

#### การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

พิทักษ์และคณะ(2526) ศึกษาผลตอบสนองของข้าวโพดต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ ที่ปลูกบนดินชุดห้างฉัตร ผลการทดลองพบว่าผลผลิตเมล็ดข้าวโพดสูงสุด 1,036 กก./ไร่ ได้จากการใส่ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและซัลเฟอร์ เทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเลยจะให้ผลผลิตต่ำสุด 270 กก./ไร่ ในการตอบสนองต่อปุ๋ยแต่ละชนิดจะมีผลเฉพาะการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือซัลเฟอร์ เมื่อใส่เป็นปุ๋ยเดี่ยวหรือเมื่อใส่ทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน โดยใส่ปุ๋ยทุกๆ 1 กิโลกรัมของ N หรือ S สามารถเพิ่มผลผลิตน้ำหนักเมล็ดข้าวโพดได้ถึง 40 กก.และ60กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเดียวไม่ทำให้ผลผลิตมีความแตกต่างกัน

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัย พบว่า ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตสูงสุด เพราะผลผลิตของข้าวโพดตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราที่เพิ่มขึ้นเนื่องจาก ไนโตรเจนมีส่วนสำคัญในการเพิ่มจำนวนเมล็ดข้าวโพดต่อฝักกับการเพิ่มขนาดของเมล็ดข้าวโพดโดยตรง (Anderson et al, 1985; Touchton and Rodriguez-kabana, 1985; Reddy and Reddy, 1993;

มงคลและคณะ(2529) ได้ทดลองการใส่ปุ๋ยกับข้าวโพดโดยทำการทดลองกับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ปลูกในดินเหนียวสีแดง จากผลการทดลองพบว่า ข้าวโพดที่ทำการทดลองจำนวนทั้งหมดที่ใช้ในการทำการทดลอง มีผลตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน มากที่สุด ผลผลิตของข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่เพิ่มขึ้น ไนโตรเจนอัตรา 10 กก./ไร่ เพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ถึง 257 กก./ไร่ ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจน 1 กก./ไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ประมาณ 26 กก./ไร่ สำหรับ ปุ๋ยฟอสเฟต จะตอบสนองน้อยกว่าปุ๋ยไนโตรเจน ให้ผลประมาณครึ่งหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจน

สุพัฒน์และคณะ(2532) ได้ทดลองศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยของข้าวโพดหวานในสภาพไร่ที่เป็นดินสีแดง มีข้าวโพดพันธุ์ HSSW เป็นพืชทดสอบ ในส่วนของปุ๋ยแต่ละชนิดพบว่า ข้าวโพดให้การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนมากที่สุด จำนวนฝักทั้งหมดมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมนั้นข้าวโพดให้การตอบสนองไม่ชัดเจนนักและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูง (20-20-20) กลับมีแนวโน้มทำให้จำนวนฝักลดลง

สุทินและคณะ(2534) ได้ศึกษาอัตราปุ๋ย NPK ที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดในเขตภาคกลาง โดยทำการทดลองในดินเหนียวสีดำ จ. ลพบุรี เป็นระยะเวลาติดกัน 4 ปี ผลการทดสอบในปีที่ 4 พบว่าปุ๋ยในโตรเจนและปุ๋ยฟอสเฟตเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับ หรั่งและคณะ (2534ก) ศึกษาอัตราปุ๋ย NPK ที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดในเขตภาคกลาง พบว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยอะไรเลย (0-0-0) ให้ผลผลิต 753กก./ไร่ ไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจนและฟอสเฟตให้ผลผลิตเฉลี่ย 745 กก./ไร่ และ 737 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ถ้าใส่ปุ๋ยในโตรเจนและฟอสเฟตอัตราอย่างละ 5-10 กก./ไร่ จะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 4-11% และ 6-10% ตามลำดับ ปุ๋ยในโตรเจนและปุ๋ยฟอสเฟตเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิต

หรั่งและคณะ(2534ข) ได้ศึกษาการทดลองปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำฝน 1200-1400 มม./ปี กล่าวว่า ปุ๋ยในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิต และได้มีการศึกษาทดสอบปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1400 มม./ปี (หรั่งและคณะ, 2534ค)กล่าวว่าปุ๋ยในโตรเจน และโพแทสเซียม เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด แล้วได้มีการศึกษาในเรื่องเดียวกันที่ ปริมาณน้ำฝน 700-1200 มม./ปี (หรั่งและคณะ, 2534ง) กล่าวว่า ปุ๋ยในโตรเจนและฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิต

ในงานทดลองอิทธิพลของจำนวนประชากรและการใช้ปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตข้าวโพดในดินเหนียวสีดำ(เทียนชัย, 2538) พบว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจนทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลยแต่การใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราต่างๆกันก็ไม่ทำให้มีความสูงเฉลี่ยแตกต่างกัน ปุ๋ยในโตรเจนไม่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเลย อาจเป็นเพราะดินมีธาตุไนโตรเจนในปริมาณเพียงพออยู่แล้ว

ประดิษฐ์(2541)ได้ทำการศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนและฟอสฟอรัสกับข้าวโพดพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ในดินเหนียวสีดำ ชุดดินตาคติ(Tk) และดินเหนียวสีแดงชุดดินปากช่อง (Pc) ซึ่งเป็นดินชุดสำคัญในบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวโพดโดยใช้ปุ๋ย N และ P อย่างละ 4 อัตรา คือ 0,5,10 และ 20 กก./ไร่ ของ N และ  $P_2O_5$  ส่วนโพแทสเซียมอัตรา 5 กก./ไร่ เท่ากันทุกอัตรา ในดินที่ปลูกข้าวโพดติดต่อกันมา และมีการใส่ปุ๋ยเคมีอยู่ก่อนแล้ว จึงทำให้มีธาตุ P ตกค้างในดินจนมีปริมาณสูงพอสมควร ผลผลิตข้าวโพดในชุดดินตาคติ และ ชุดดินปากช่อง เท่ากับ 742 และ 740 กก./ไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนอย่างเดียวในอัตรา 10 กก./ไร่ สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดสูงถึง 786 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากที่ใส่ปุ๋ย N อัตรา 20 กก./ไร่

ประดิษฐ์และคณะ(2542ก) ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนและโพแทสเซียมกับข้าวโพดพันธุ์แนะนำ NSX 982027 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำชุดตาคติ (Tk) และดินเหนียวสีแดงชุด

ปากช่อง(Pc) ที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่ง P และ K พบว่า ไนโตรเจนเป็นปัจจัยช่วยเพิ่มผลผลิตที่สำคัญสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในดินเหล่านี้

ประคิษฐ์และคณะ(2542ข) ยังได้มีการศึกษาการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมกับข้าวโพดและศักยภาพการผลิตในดินเหนียว สีนํ้าตาลดำ ในจังหวัดนครสวรรค์ ปุ๋ย NPK มีอิทธิพลสำคัญช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพด โดยไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญเพียงอย่างเดียวสำหรับการปลูกข้าวโพด ในสภาพดินดังกล่าว

#### การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส

ทางการตอบสนองของข้าวโพดต่อการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตนั้น กรมวิชาการเกษตร(2524) รายงานว่า สำหรับดินที่ใช้เพาะปลูกข้าวโพดโดยทั่วไป ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (วิธี Bray 2) ในดินที่ถือว่าเป็นระดับวิกฤต (critical level) คือ 15 ppm-P ซึ่งหมายความว่าถ้าดินมีค่าต่ำกว่านี้ ก็ควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มเติมให้กับดินนั้นอย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับ ไนโตรเจน ข้าวโพดมีความต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณที่ไม่สูงนักกล่าวคือ จากผลผลิตเมล็ดข้าวโพด 587 กก./ไร่ ข้าวโพดดูดใช้ P จากดินขึ้นมาสะสมในเมล็ดเพียง 5.1 กิโลกรัม  $P_2O_5$  ต่อไร่ ในขณะที่สามารถดูดใช้และสะสมไนโตรเจนได้สูงถึง 9.3 กิโลกรัม N ต่อไร่ หรือเกือบสองเท่าของฟอสเฟต (Takahashi, 1968)

หรั่งและคณะ (2522) ได้ศึกษาการแบ่งใส่ปุ๋ยกับข้าวโพดในชุดดินปากช่อง ประกอบด้วยอัตราปุ๋ย N- $P_2O_5$ - $K_2O$  ที่สัดส่วนต่างๆกัน พบว่า ผลผลิตของเมล็ดข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้โดยลำดับที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 15 กก. $P_2O_5$  /ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดและในการทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินต่างๆพบว่า ความต้องการฟอสฟอรัสของข้าวโพดส่วนใหญ่จะตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตที่ อัตรา 5-10 กก.  $P_2O_5$ /ไร่ ประคิษฐ์(2542)

หรั่งและคณะ (2534ง) ได้ทำการทดสอบปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำฝน700-1200 มม./ปี ในจังหวัดขอนแก่น ,มหาสารคาม และนครราชสีมา ประกอบด้วยอัตราปุ๋ย N- $P_2O_5$ - $K_2O$  ที่สัดส่วนต่างๆ กันพบว่าปุ๋ย N และ P เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด โดยใส่ไนโตรเจน 5 กก./ไร่ และ ฟอสฟอรัส 5  $P_2O_5$  กก./ไร่ และต่อมาได้ทดลองปุ๋ยกับข้าวฟ่างในดินเหนียวสีดําและรายงานว่าการใส่ฟอสเฟตมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นแต่ถ้าดินมีฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 8-31 ppm แล้ว ก็นับว่าเพียงพอต่อความต้องการของข้าวฟ่างในการทดลองของสุพัฒน์และคณะ(2532)ทดลองศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยของข้าวโพดหวาน ในสภาพไร่ที่เป็นสีดํา ปลูกข้าวโพดพันธุ์ HSSW ในส่วนของปุ๋ยแต่ละชนิดนั้น ปุ๋ยฟอสฟอรัสนั้น ข้าวโพดให้การตอบสนอง ไม่ชัดเจนนัก จากอัตรา 20-0-20 เป็น 20-10-20 จำนวนฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดลดลงเล็กน้อยจาก 10,166 ฝัก/ไร่ เป็น 9,800 ฝัก/ไร่ ส่วนปุ๋ยโพแทสเซียมก็มีผลเช่นเดียวกับปุ๋ยฟอสฟอรัส

อย่างไรก็ตามหริ่งและคณะ (2534ก) และ สุทินและคณะ (2534) ได้ทำการศึกษารื่องอัตราปุ๋ย NPK ที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดในดินเหนียวสีดำซึ่งเป็นชุดดินตาคลีในแหล่งปลูกข้าวโพดเขตภาคกลาง ประกอบด้วยอัตราปุ๋ย  $N-P_2O_5-K_2O$  ที่สัดส่วนต่าง ๆ กัน เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวโพดจากอัตราปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองปรากฏว่าถ้าใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 5-10 กก.  $P_2O_5$  /ไร่ จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 6-11% จากที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลยตามลำดับ

ประสารและคณะ(2541)ได้ทำการประเมินระดับการตอบสนองของข้าวโพดต่อปุ๋ยฟอสเฟตในเขตปลูกข้าวโพดชุดดินปากช่อง ประกอบไปด้วยอัตราปุ๋ยต่าง ๆ กัน โดยพบว่าจะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตราค่าคือ 5 กก.  $P_2O_5$  /ไร่ ในสภาพปลูกอาศัยน้ำฝนและได้มีการทดสอบ ศักยภาพการผลิตและการใช้ปุ๋ยเคมีกับพืชไร่ในดินเหนียวสีน้ำตาลดำในทำนองเดียวกันพบว่าข้าวโพดปลูกผสมมีความต้องการฟอสฟอรัสอัตรา 5 กก.  $P_2O_5$  / ไร่ (กรมวิชาการเกษตร,2544)

#### การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม

ดินในท้องที่ปลูกข้าวโพด (corn belt) จะมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดินสูงเพียงพอ (สูงกว่า 100 ppm) ไม่ว่าจะเป็ดินชุดชัชบาดาล ชุดลพบุรี ชุดตาคลี ชุดปากช่อง และชุดโชคชัย ดังนั้นข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเหล่านี้จึงมีความต้องการโพแทสเซียมต่ำแต่ สำหรับดิน ชุดโคราช ชุดสตึก ชุดวาริน เป็นดินที่อยู่ในกลุ่มดินร่วนทรายมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมต่ำโดยธรรมชาติ (ต่ำกว่า 100 ppm) จึงพบว่าการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับต่างๆ (ประดิษฐ์, 2542)

มงคลและคณะ(2529) ได้ทดลองการใช้ปุ๋ยกับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ปลูกในดินเหนียวสีแดง ผลการใส่โพแทสเซียมมีการตอบสนองน้อยมากและมีความแปรปรวนอยู่มากเนื่องจากดินเหนียวสีแดงชนิดนี้มีธาตุโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณเพียงพอกับความต้องการข้าวโพด การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม  $K_2O$  ในอัตรา 3 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเพิ่มเพียง 15 กก./ไร่ ประสิทธิภาพของปุ๋ยโพแทสเซียม  $K_2O$  1กก. เพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้เพียง 5กก. เท่านั้น

สุทินและคณะ (2534) ได้ศึกษาอัตราปุ๋ย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดในเขตภาคกลาง โดยทดลองในดินเหนียวสีดำ ชุดตาคลี พบว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้ผลผลิตเฉลี่ย 832 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

หริ่งและคณะ(2534ค) ได้ทำการทดสอบปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1400 มม./ปี ในจังหวัดสกลนคร,มุกดาหาร และอุบลราชธานี ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สำหรับฟอสฟอริบซัมที่ได้จากโรงงานปุ๋ยแห่งชาติของประเทศไทยนั้น ประดิษฐ์ (2545) ได้รายงานผลการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในฟอสฟอริบซัมดังกล่าวไว้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าแสดงผลวิเคราะห์ฟอสฟอริบซัมจากโรงงานปุ๋ยแห่งชาติ

| ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอริบซัม                          |                         |
|--|-------------------------|
| PH   | 3.64                    |
| EC (1:5)   | 2.01 dS m <sup>-1</sup> |
| ความชื้น   | 17.874 %                |
| Total N  | 0.0620 %                |
| Total P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )         | 0.1222 %                |
| Available P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )     | 0.46 %                  |
| Water soluble P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 0.0179 %                |
| Water soluble k (k <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 0.0202 %                |
| Sulfur (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )          | 50.2533 %               |
| Sulfur (S)                                       | 16.7746 %               |

แหล่งที่มา : ประดิษฐ์, 2545.

ปัจจุบันได้มีการให้ความสนใจและนำฟอสฟอริบซัมซึ่งถือเป็นสารปรับปรุงดิน มาใช้ทำให้ดินมีความสมบูรณ์ และยังให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ซึ่งการใช้ฟอสฟอริบซัมให้ได้ผลคุ้มค่านั้นจะต้องใช้ในแหล่งที่ดินขาดธาตุแคลเซียมและธาตุกำมะถัน และเลือกใช้กับชนิดของพืชที่ให้การตอบสนองต่อธาตุกำมะถันและธาตุแคลเซียมสูง เช่น ถั่วลิสงและมันสำปะหลัง โดยใส่ฟอสฟอริบซัมในอัตรา 50 กก./ไร่ และเนื่องจากฟอสฟอริบซัมยังสามารถช่วยยับยั้งการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการผลิตข้าวซึ่งสามารถลดได้ประมาณ 40% ทำให้เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม (พนารัตน์, 2545)

จากรายงานของ Singh and Singh(1978) พบว่าความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวในดินค่างที่ใส่ฟอสฟอริบซัม พบว่ามีจำนวนมาก และผลผลิตเมล็ดข้าวมีความแปรปรวนจาก 2,800 ถึง 6,000 กก./เฮกตาร์ และผลผลิตข้าวสาธิตจาก 1,400 ถึง 2,430 กก./เฮกตาร์ ในช่วงปีแรก และในปีสองที่ได้ผลผลิตข้าว 4,180 ถึง 6,600 กก./เฮกตาร์ และผลผลิตข้าวสาธิตจาก 2,290 ถึง 3,620 กก./เฮกตาร์ และค่า pH ของดินลดลงในช่วงสุดท้ายของปีที่สองเท่ากับ 1.1 - 1.7 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Opera และ Vlas (1975) รายงานว่าข้าวสาลีและหญ้าชูดาน ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าสองเท่า จากการใช้ฟอสฟอริปซัมแก่ใจดินต่าง และมีการศึกษาแสดงถึงความสามารถของฟอสฟอริปซัมในการลดอันตรายของความเป็นกรดของดินล่างต่อการเติบโตของพืช ( Alva and Sumner , 1989; Alva et al, 1990 ) สรุปว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการใช้ปซัมและฟอสฟอริปซัม เมื่อใช้แก้ปัญหาความเป็นกรดในดินล่าง

ฟอสฟอริปซัมแม้ว่าจะมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดก็ตาม แต่ก็มีธาตุอาหาร P,Ca,S และ Fe เมื่อใช้เป็นแหล่งให้ธาตุ P สำหรับดินนาชุดโคกสำโรง เมื่อใส่ในอัตรา 2,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ย N และ P สามารถให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกับปุ๋ยอัตรา 6-4-6 กก. N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ (ประดิษฐ์, 2545)



## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72
2. ปุ๋ยเคมี NPK
3. ฟอสฟอริปซัม
4. สารเคมีป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช
5. เครื่องพ่นสารเคมี ถุงพลาสติก ถุงกระดาษ เครื่องมืออุปกรณ์ห้องปฏิบัติการ

### แบบและวิธีการทดลอง

1. แผนการทดลองวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Blocks (RCBD) มีจำนวน 3 ซ้ำ
2. ดำรับการทดลอง (Treatment) ประกอบด้วย 6 ดำรับการทดลอง วิธี คือ
  1. 0 (control)
  2. ฟอสฟอริปซัม 200 กก./ไร่
  3. ฟอสฟอริปซัม 400 กก./ไร่
  4. ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่
  5. ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริปซัม 200 กก./ไร่
  6. ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริปซัม 400 กก./ไร่

### การปลูก

ก่อนปลูกทำการไถพรวนดินแบ่งพื้นที่เป็น 3 แปลงใหญ่ และทำการแบ่งเป็นแปลงย่อย พื้นที่ขนาด 12 x 15 ม<sup>2</sup> จำนวน 6 แปลง ในแต่ละแปลงใหญ่ แล้วทำการเก็บตัวอย่างดินแบบ composite sample ในแต่ละแปลงใหญ่ ที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร ได้ทำการปลูกข้าวโพดเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2546 โดยทำการหว่านฟอสฟอริปซัมทั่วทั้งแปลง แล้วใส่ปุ๋ย 15- 15 - 15 ของ N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O (กก./ไร่) อัตรา 33.3 กก./ไร่ รองก่อนปลูกข้าวโพด ทำการปลูกที่ระยะ 0.75 x 0.20 ม. ทำการให้น้ำแบบ sprinkle ในวันที่ 23 มิถุนายน 2546 ข้าวโพดงอกวันที่ 26 มิถุนายน 2546 หลังจากข้าวโพดงอกได้ 20-30 วัน ทำการใส่ปุ๋ย N อัตรา 10 กก./ไร่ 2 ข้างแถวข้าวโพดแล้วพูนกลบปุ๋ยและโคนต้นข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การบันทึกข้อมูล

เก็บข้อมูลดินเพื่อวิเคราะห์สถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน วันที่ 25 มิถุนายน 2546 เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ทำการวัดความสูงดินข้าวโพด เมื่อมีอายุ 30 วัน ในวันที่ 2 สิงหาคม 2546 และทำการบันทึกน้ำหนักเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว

## การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

### การเตรียมตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบ composite sample ก่อนปลูกข้าวโพดที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร เมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2546 แล้วนำมาผึ่งลมให้แห้งจากนั้นทำการบดดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ค่าที่ทำการวิเคราะห์คือค่า pH, อินทรีย์วัตถุในดิน, ฟอสฟอรัส, โปแทสเซียม, แคลเซียมและแมกนีเซียม โดยทดลองตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ดังวิธี ต่อไปนี้

### การวัดค่า pH ของดิน

ทำการวัด pH ของดินโดยใช้ pH meter โดยใช้อัตราส่วนของดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1

### การหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ใช้วิธี Walkley and Black titration โดยใช้  $K_2Cr_2O_7$  และกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้นใส่ลงในตัวอย่างดิน เขย่า 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ใช้ O-phenanthroline เป็น indicator จากนั้นนำไปไทเทรต กับ  $FeSO_4$  จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีแดง บันทึกปริมาณ  $FeSO_4$  ที่ใช้และนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน

### การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

สกัดฟอสฟอรัสในดินตัวอย่างโดยวิธี Bray II จากนั้น develop สีโดยใช้ ascorbic acid เป็น reducing agent แล้วนำไปวัด เปอร์เซนต์ transmittance ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ wavelength 882 nm จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในตัวอย่างดิน

### การหาปริมาณ โปแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน

นำดินตัวอย่างไปสกัดด้วย ammonium acetate ( $NH_4OAc$ ) 1.0 N ที่ pH 7.0 แล้วนำสารละลายที่สกัดได้ไปทำการ dilute แล้วทำการหาปริมาณของโปแทสเซียม ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AA) สำหรับธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมจะต้องเติมสารละลาย strontium chloride 25% ของ final volume

## การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

### การเตรียมตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างพืชแล้วนำตัวอย่างพืชไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่นำไปบดด้วยเครื่องบดพืชแบบ Wiley cutting mill แล้วนำไปเก็บไว้ในภาชนะที่ป้องกันการความชื้นได้

### การหาปริมาณไนโตรเจนในพืช

นำตัวอย่างพืชที่บดแล้วมาทำการ digest โดยใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้น ( $H_2SO_4$ ) ที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส จนสารละลายใส จากนั้นนำ aliquot ที่ได้มาทำการกลั่นด้วยโดยใช้วิธี Kjeldahl จากนั้นนำสารที่กลั่นได้มาไทเทรตด้วยสารละลาย  $H_2SO_4$  เจือจางที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง-ชมพู บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่างพืช

### การหาปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

นำตัวอย่างพืชที่บดแล้วมาทำการ digest ด้วยวิธี acid mixture digestion โดยใช้สารละลายผสม  $HNO_3 : H_2SO_4 : HClO_4$  ในอัตราส่วน 5:1:2 เป็นตัว digest ที่อุณหภูมิ 206 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายใส ทำการปรับปริมาตรเป็น 50 mL. ทำการกรอง แล้วทำการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยนำ aliquot ที่ได้มาทำการ develop สีด้วย molybdate-vanadate นำไปวัดเปอร์เซ็นต์ transmittance ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยใช้ wavelength ที่ 420 nm นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างพืช

### การวิเคราะห์หาโพแทสเซียมในพืช

นำ aliquot ที่ได้จากการปรับปริมาตร มาทำการเจือจางอัตรา 1:10 นำสารละลายเจือจางไปวัดปริมาณโพแทสเซียมโดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AA) และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างพืช

### การวิเคราะห์หาแคลเซียมและแมกนีเซียมในพืช

นำ aliquot ที่ได้ปรับปริมาตรแล้ว มาทำการเจือจางที่อัตราส่วน 1:10 โดยใช้ lanthanum 20% final volume นำสารละลายที่เจือจางไปวัดปริมาณโดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AA) แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์แคลเซียมและแมกนีเซียมในตัวอย่างพืช

### สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี และห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### การวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกความสูง , น้ำหนักเมล็ดและข้อมูลที่ได้จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีไป ทำการวิเคราะห์ตัวเลขทางสถิติโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT และนำผลการวิเคราะห์ตัวเลขที่ได้ไปเขียนรายงานต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ความสูงของต้นข้าวโพดเมื่อมีอายุ 30 วัน

จากการวิเคราะห์ตัวเลขทางสถิติของความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพด ปรากฏว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดจาก Treatment ที่ใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวให้ความสูงมากที่สุดเท่ากับ 173.47 เซนติเมตร ในขณะที่ Treatment ที่ไม่ใส่อะไรมีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 127.83 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ย 15-5-5, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ไม่ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงแตกต่างกัน ส่วน Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย, ใส่ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่, ใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ไม่ทำให้ความสูงของ ต้นข้าวโพดแตกต่างกันเช่นเดียวกัน แต่ Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย มีความสูงของต้นข้าวโพด แตกต่างจาก Treatment ที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับ ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับ ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ (ดูตารางที่ 2 และรูปที่ 1)

แสดงให้เห็นว่า การที่ไม่ใส่อะไรเลยกับการใส่ฟอสฟอรัสแต่เพียงอย่างเดียวไม่ทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดแตกต่างกัน ในขณะที่การใส่ปุ๋ยอย่างเดียว หรือ การใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสฟอรัสก็ไม่ทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ยไม่ว่าจะใส่ฟอสฟอรัสรวมด้วยหรือไม่ ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าที่ไม่ใส่อะไรเลยหรือใส่ฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่ มีแนวโน้มที่จะทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงมากกว่าการใส่ฟอสฟอรัส

### ไนโตรเจนในต้นข้าวโพด

#### เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

จากการวิเคราะห์ตัวเลขทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดย Treatment ที่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน มากที่สุดเท่ากับ 1.61 % ในขณะที่ Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลยกับใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.39 % (ดูตารางที่ 3 และรูปที่ 2)

#### ปริมาณไนโตรเจน

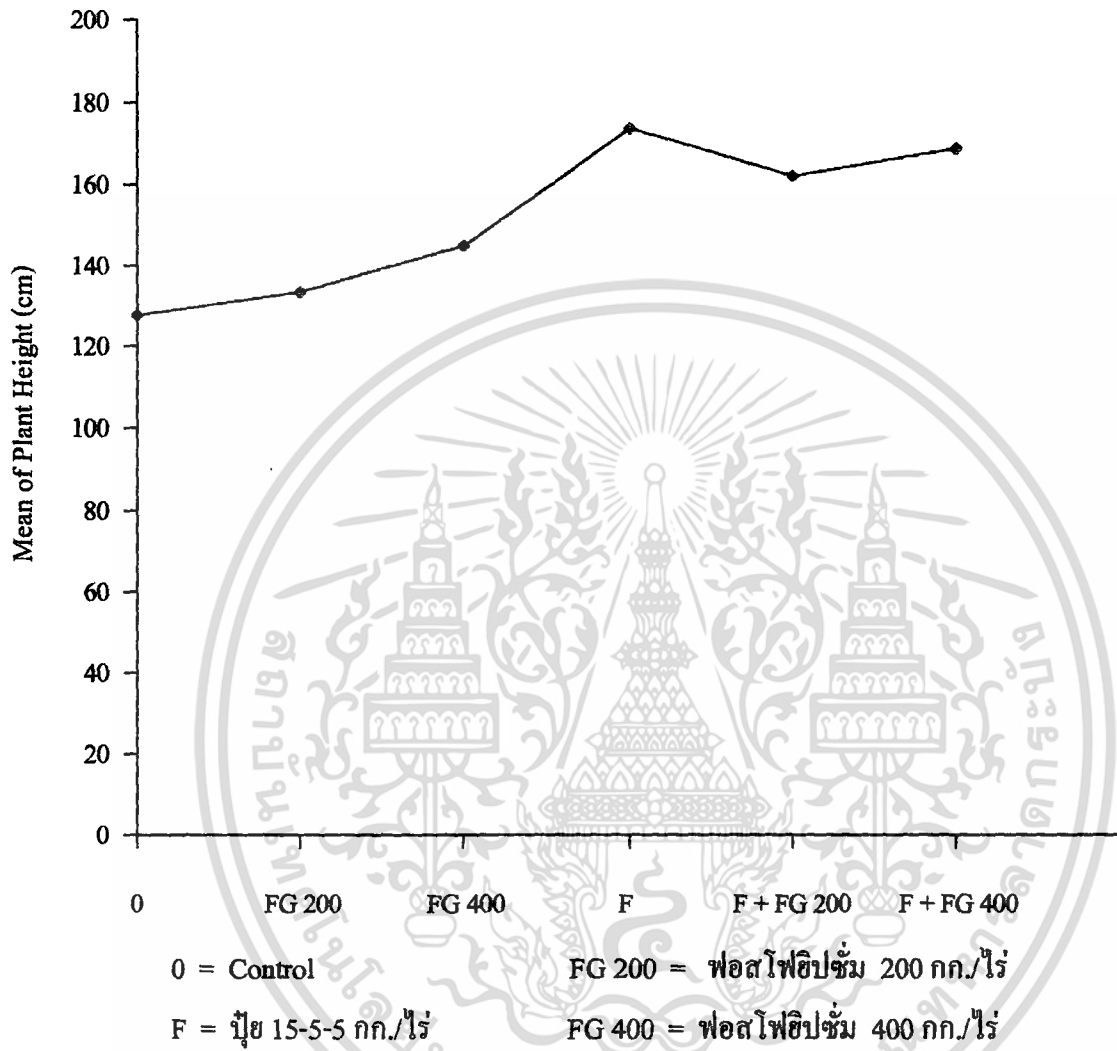
เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพด โดยคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ปรากฏว่า ปริมาณไนโตรเจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง โดย Treatment ที่ใส่ปุ๋ยอย่างเดียวนั้นมีปริมาณไนโตรเจน มากที่สุดเท่ากับ 558.51 มิลลิกรัม/ต้น รองลงมาได้แก่ Treatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพด( เซนติเมตร ) เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | Mean of Plant Height<br>( cm ) |
|---------------------------|--------------------------------|
| 0                         | 127.83 c                       |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 133.47 bc                      |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 144.67 abc                     |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 173.47 a                       |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 161.77 ab                      |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 168.30 a                       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



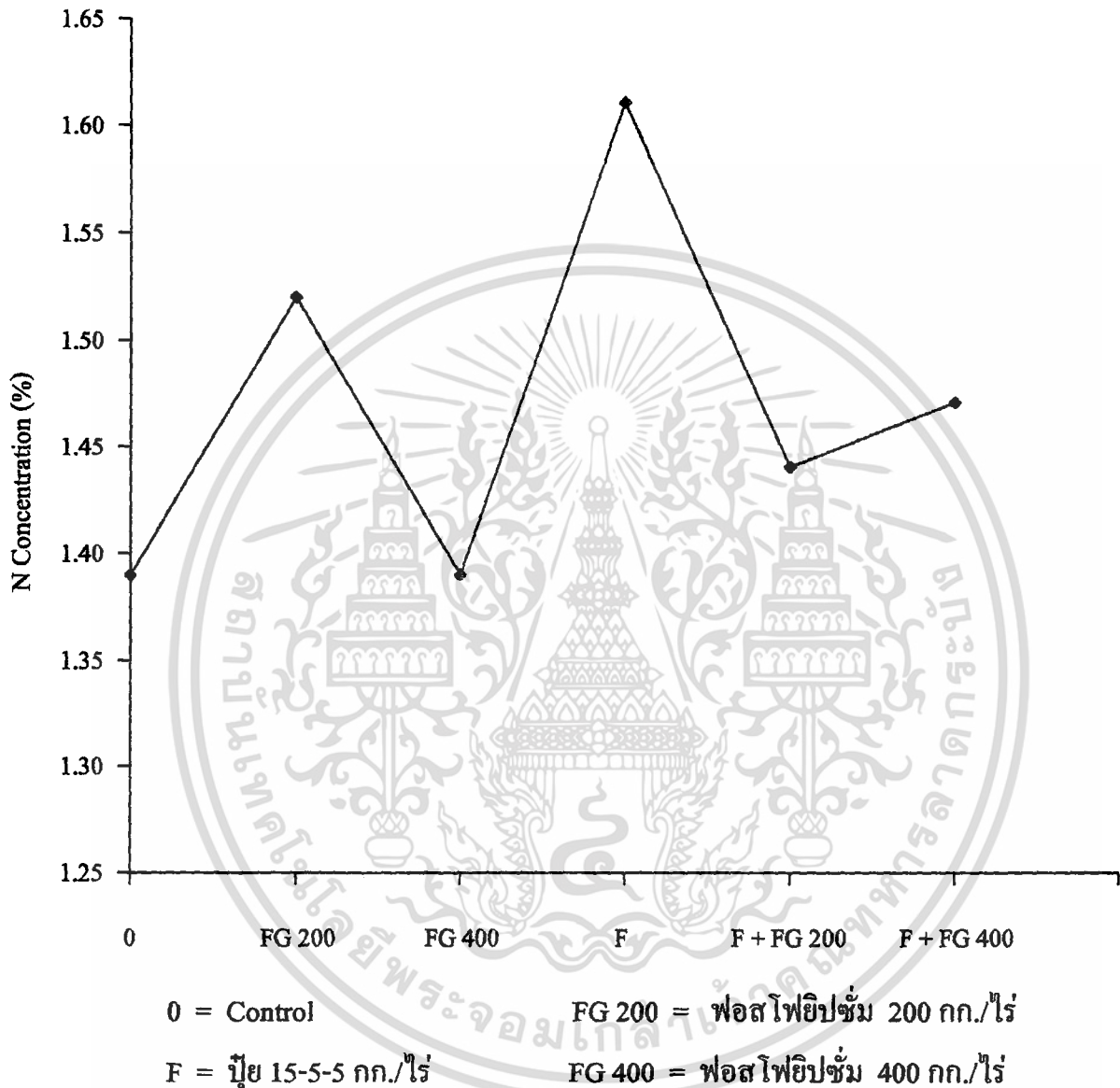
รูปที่ 1 ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพด(เซนติเมตร) เมื่ออายุ 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 เปรอ์เซ็นต์เฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าวโพค เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | N Concentration (%) |
|---------------------------|---------------------|
| 0                         | 1.39                |
| ฟอสฟอริปซัม 200 กก./ไร่   | 1.52                |
| ฟอสฟอริปซัม 400 กก./ไร่   | 1.39                |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 1.61                |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 1.44                |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 1.47                |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2** เปรอร์เซ็นต์เฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใส่ฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่, ใส่ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับ ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่, ไม่ใส่อะไรเลย และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 506.49, 477.69, 361.40, 242.79 และ 235.36 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ(ดูตารางที่ 4 และรูปที่ 3) แต่ความสูงของต้นข้าวโพดจาก Treatment ที่ใส่ฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ และใส่ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างกับ Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย กับใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ และที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่ ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ อย่างไรก็ตาม Treatment ที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงมากกว่า Treatment ที่ใส่ 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่และTreatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย ในขณะที่ Treatment ทั้งสองนี้มีความแตกต่างกัน

แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวเกี่ยวกับการใส่ฟอสฟอริบซัมอย่างเดียวไม่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนของต้นข้าวโพดแตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสฟอริบซัม กลับมีแนวโน้มว่าปริมาณไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพดลดลง แต่เมื่อนำปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพดไปเปรียบเทียบกับความสูงของต้นข้าวโพดในตารางที่ 2 และรูปที่ 1 แล้วพบว่า ต้นข้าวโพดที่มีการเจริญเติบโตมากกว่า จะดึงธาตุไนโตรเจนจากดินในปริมาณที่สูงกว่า

## ฟอสฟอรัสในข้าวโพด

### ความเข้มข้นฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (ppm) ในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดย Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงสุด เท่ากับ 2,800.45 ppm และ Treatment ที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำสุดเท่ากับ 2139.37 ppm (ดูตารางที่ 5 และ รูปที่ 4)

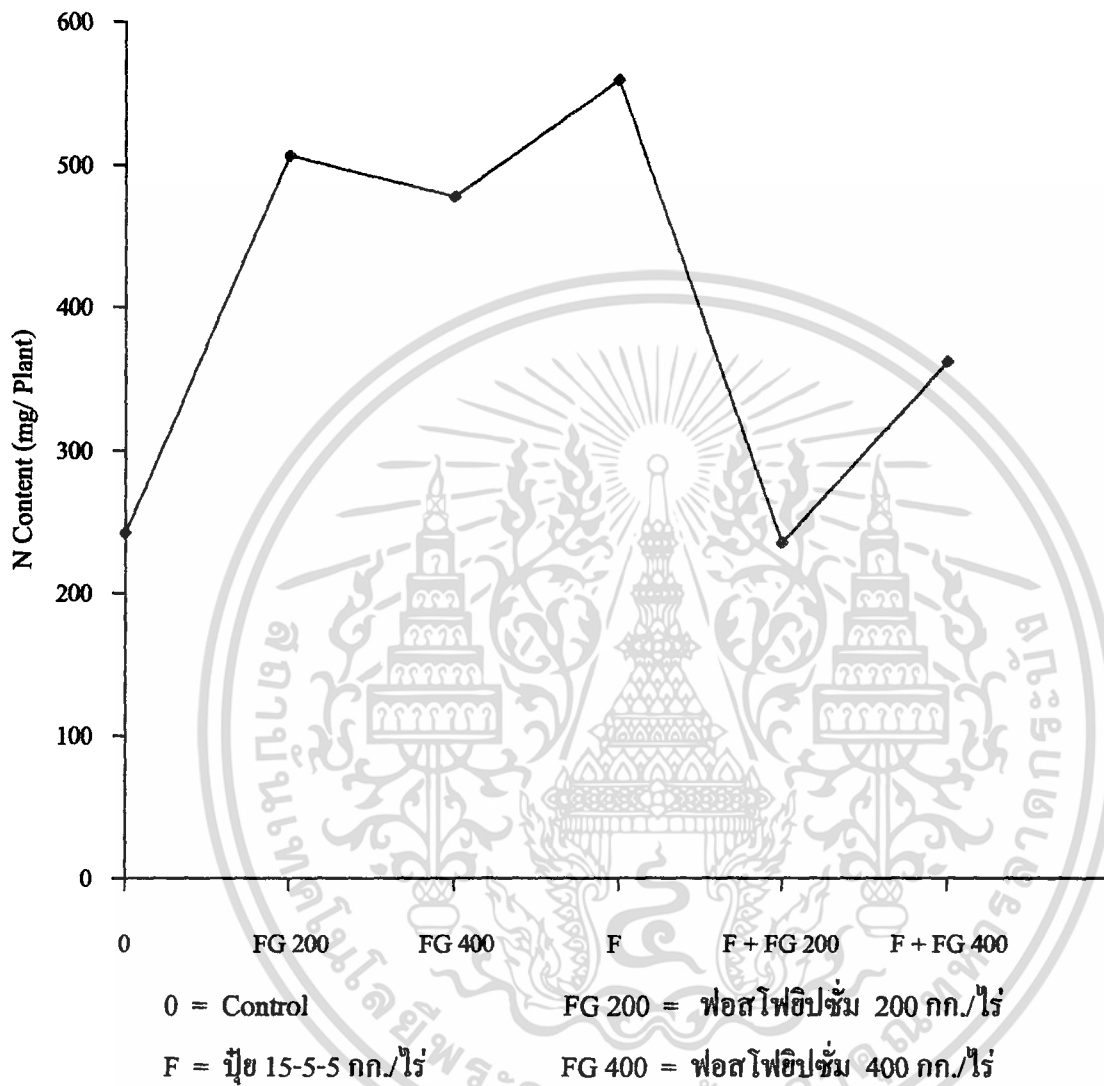
### ปริมาณฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดโดยคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ปรากฏว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดย Treatment ที่ใส่ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด มีค่าเท่ากับ 95.42 มิลลิกรัม/ต้น ส่วน Treatment ที่รองลงมาคือ ใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว, ใส่ฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่, ไม่ใส่อะไรเลยและใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 82.78, 82.76, 57.28, 45.07 และ 33.74 ตามลำดับ Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่, ใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยอย่างเดียว ไม่ทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับ Treatment

ตารางที่ 4 ปริมาณเฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

| Treatment                 | N Content<br>( mg/plant ) |
|---------------------------|---------------------------|
| 0                         | 242.79 c                  |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 506.49 a                  |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 477.69 a                  |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 558.51 a                  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 235.36 c                  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 361.40 b                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



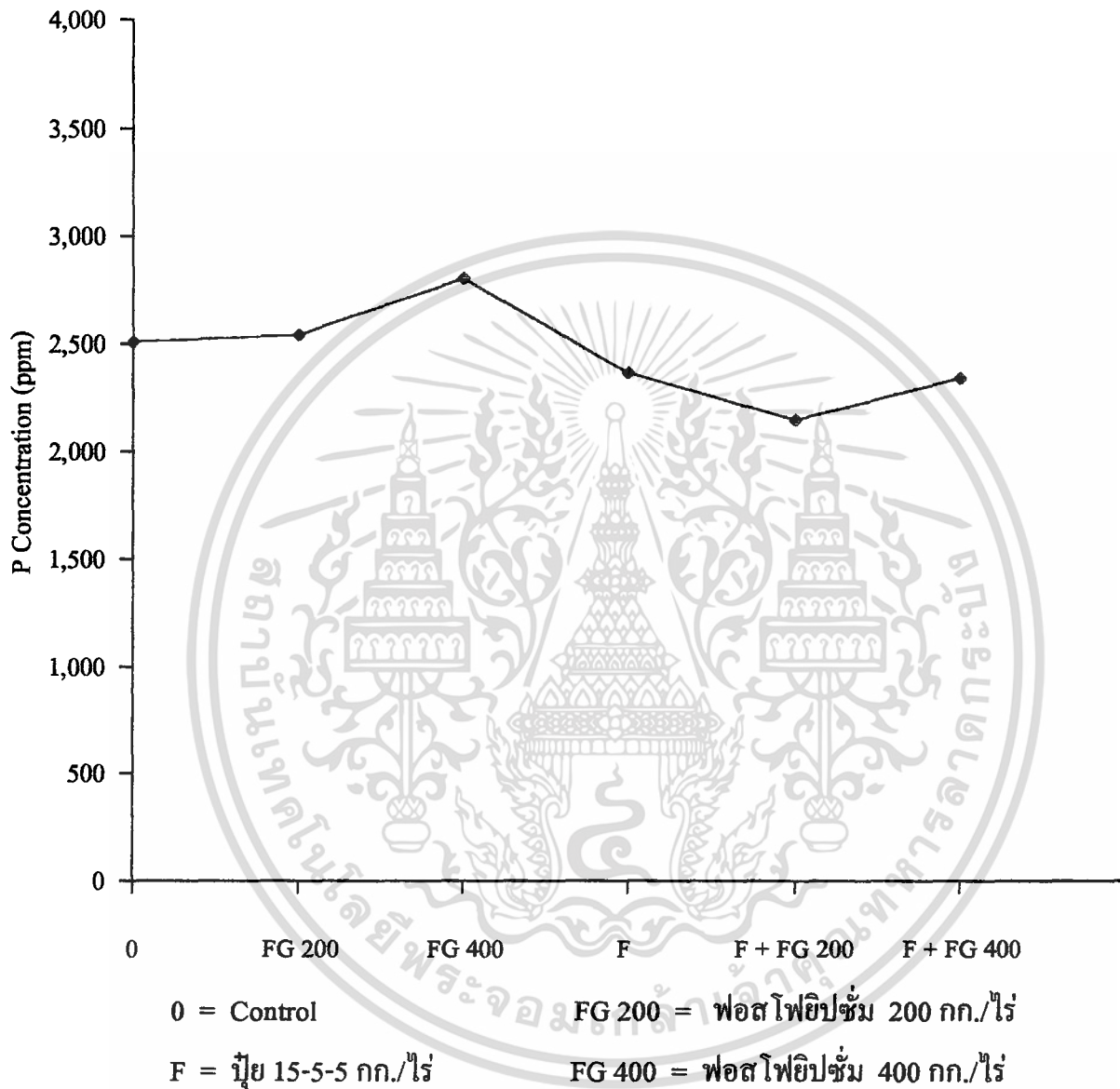
รูปที่ 3 ปริมาณเฉลี่ยไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นเฉลี่ยฟอสฟอรัส(ppm)ในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | P Concentration<br>(ppm) |
|---------------------------|--------------------------|
| 0                         | 2,506.91                 |
| ฟอสโฟอิมปุรี 200 กก./ไร่  | 2,538.19                 |
| ฟอสโฟอิมปุรี 400 กก./ไร่  | 2,800.45                 |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 2,358.96                 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 2,139.37                 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 2,330.44                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 4** ความเข้มข้นเฉลี่ยฟอสฟอรัส(ppm)ในดินข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ไม่ใส่อะไรเลย, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ซึ่ง Treatment ทั้งสามเหล่านี้ก็ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ (ดูตารางที่ 6 และ รูปที่ 5)

เมื่อตัวเลขผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ฟอสฟอรัสอย่างเฉียดหรือการใส่ปุ๋ยแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินข้าวโพดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสฟอรัส ทั้ง 2 อัตรา น่าจะเกิดจากฟอสฟอรัสในดิน ก่อนจะทำการทดลองมีความแปรปรวนมากในระหว่าง Treatment ต่างๆ

### โพแทสเซียมในต้นข้าวโพด

#### เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม

จากการวิเคราะห์ตัวเลขทางสถิติ ของเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วัน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย Treatment ที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 3.39 % ในขณะที่ Treatment ที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.61 % (ดูตารางที่ 7 และรูปที่ 6)

ปริมาณโพแทสเซียม

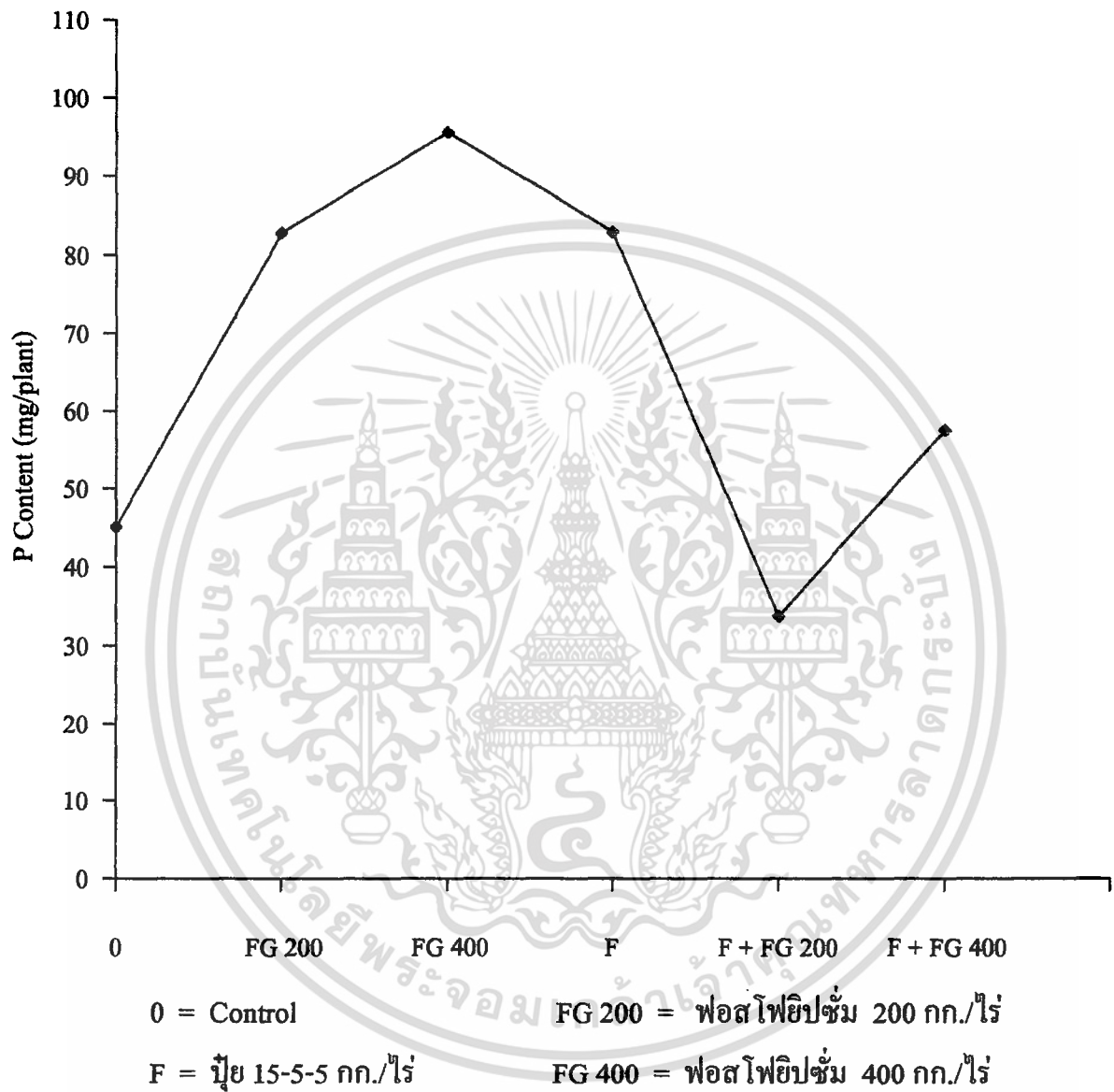
สำหรับปริมาณโพแทสเซียม ในต้นข้าวโพด โดยคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง โดย Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าวโพดสูงสุด เท่ากับ 1,046.12 มิลลิกรัม/ต้น โดยที่ Treatment ที่รองลงมาคือ ใส่ปุ๋ยอย่างเดียว, ใส่ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่, ไม่ใส่อะไรเลย และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 933.73, 874.10, 832.08, 528.54 และ 409.00 มิลลิกรัม/ต้น อย่างไรก็ตาม Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่, ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับ ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ Treatment เหล่านี้ ทำให้ต้นข้าวโพดมีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าวโพดจากสอง Treatment หลังนั้นก็ ไม่มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกัน (ดูตารางที่ 8 และ รูปที่ 7)

ความแตกต่างของธาตุโพแทสเซียมในต้นจาก Treatment ต่างๆ อาจเกิดจากความแปรปรวนของสภาพต่างๆ ในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้น จึงทำให้ต้นข้าวโพดดึงดูดธาตุโพแทสเซียมในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน เพราะดินในบริเวณทำการทดลองมีโพแทสเซียม ในปริมาณสูงอยู่แล้ว

ตารางที่ 6 ปริมาณเฉลี่ยฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

| Treatment                 | P Content<br>( mg/plant ) |
|---------------------------|---------------------------|
| 0                         | 45.07 b                   |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 82.76 a                   |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 95.42 a                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 82.78 a                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 33.74 b                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 57.28 b                   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



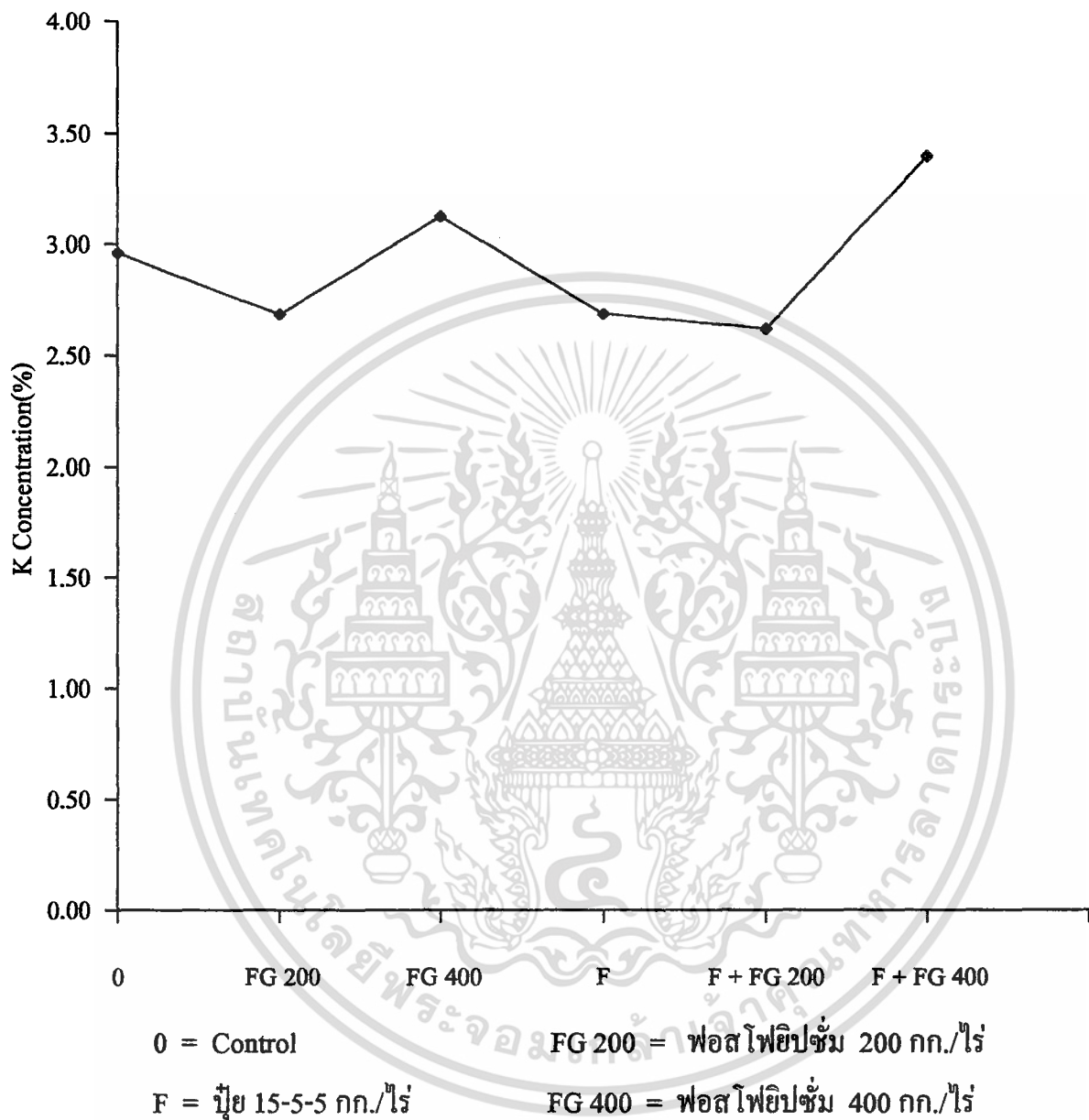
### รูปที่ 5 ปริมาณเฉลี่ยฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยโพแทสเซียมในต้นข้าวโพค เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | K Concentration<br>(%) |
|---------------------------|------------------------|
| 0                         | 2.96                   |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 2.68                   |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 3.12                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 2.68                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 2.61                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 3.39                   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



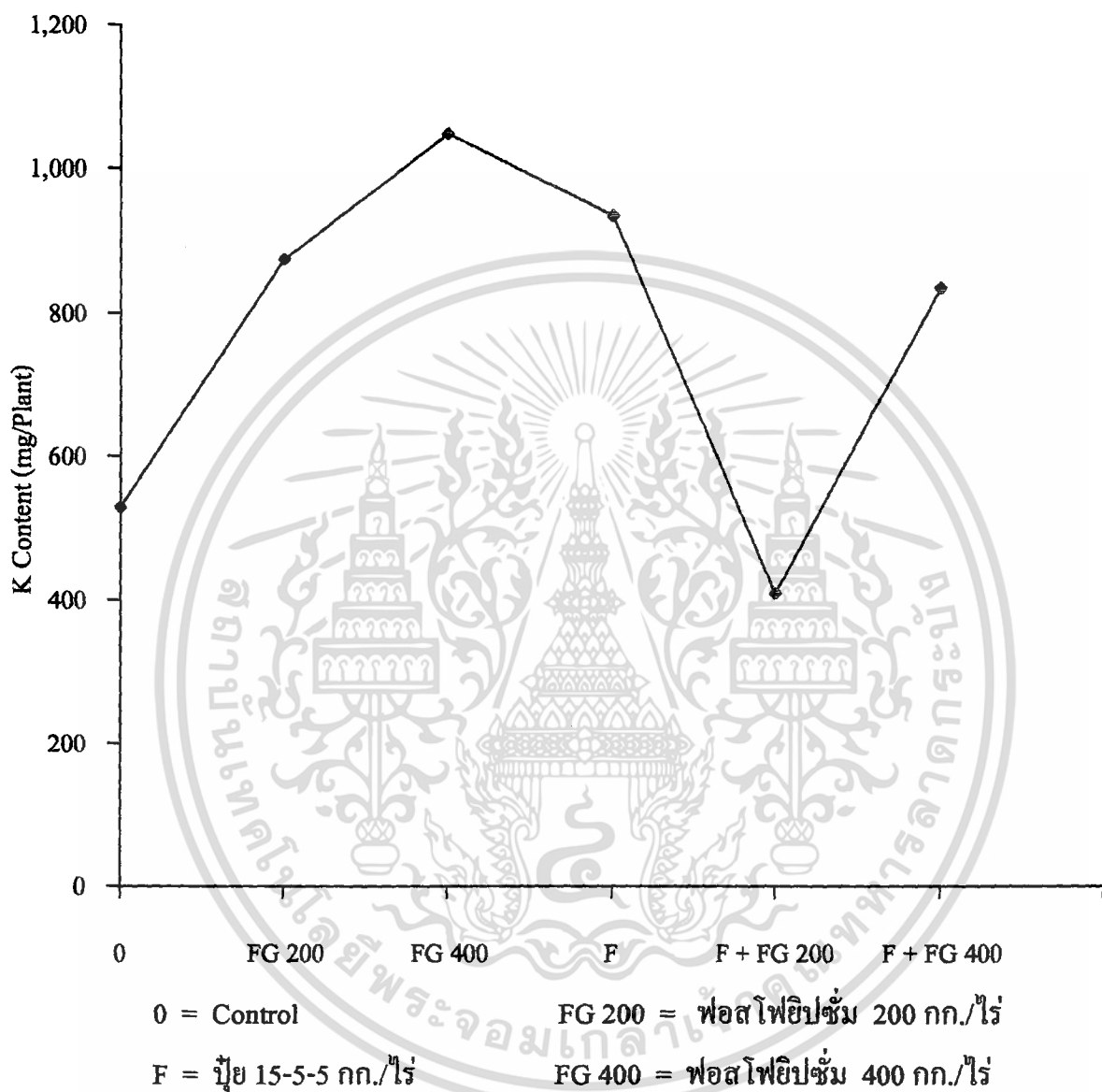
### รูปที่ 6 เปอร์เซนต์เฉลี่ยโพแทสเซียมในดินข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ปริมาณเฉลี่ยของโพแทสเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น)

| Treatment                 | K Content<br>( mg/plant ) |
|---------------------------|---------------------------|
| 0                         | 528.54 b                  |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 874.10 a                  |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 1,046.12 a                |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 933.73 a                  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 409.00 b                  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 832.08 a                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 7 ปริมาณเฉลี่ยโพแทสเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน(มิลลิกรัม/ต้น)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แคลเซียมในต้นข้าวโพด

### ความเข้มข้นของแคลเซียม

ความเข้มข้นของแคลเซียม (ppm) ในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย Treatment ที่ใส่ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ มีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงสุดเท่ากับ 8,390.2 ppm และ Treatment ที่ใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวมีความเข้มข้นของแคลเซียมในลำต้นต่ำสุด เท่ากับ 4,714.7 ppm (ดูตารางที่ 9 และรูปที่ 8) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในต้นข้าวโพดจาก Treatment ต่างๆก็มีความผันแปรอยู่มาก

### ปริมาณแคลเซียมในลำต้น

ค่าการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณแคลเซียมในต้นข้าวโพด โดยคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ปรากฏว่า ปริมาณแคลเซียมไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดย Treatment ที่ใส่ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ มีปริมาณแคลเซียมในต้นสูงสุด เท่ากับ 271.16 มิลลิกรัมต่อต้น Treatment ที่รองลงมาคือ ใส่ฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับ ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่, ใส่ปุ๋ยอย่างเดียว, ไม่ใส่อะไรเลยและใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 211.75, 167.22, 164.68, 139.68 และ 108.18 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย, ใส่ฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่, ใส่ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ยอย่างเดียว และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ ไม่ทำให้ปริมาณแคลเซียมของต้นข้าวโพดแตกต่างกัน ในขณะที่ Treatment ที่ใส่ฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกับ Treatment อื่นๆ ยกเว้นที่มีการใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ และขณะเดียวกัน Treatment ที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ ก็ไม่มีความแตกต่างกับ Treatment อื่นๆ ยกเว้น ที่ใส่ฟอสฟอริบซัมเพียงอย่างเดียว (ดูตารางที่ 10 และรูปที่ 9)

ปริมาณแคลเซียมในต้นข้าวโพดจาก Treatment ต่างๆ มีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับธาตุโพแทสเซียมในต้นข้าวโพด (ตารางที่ 8)

## แมกนีเซียมในต้นข้าวโพด

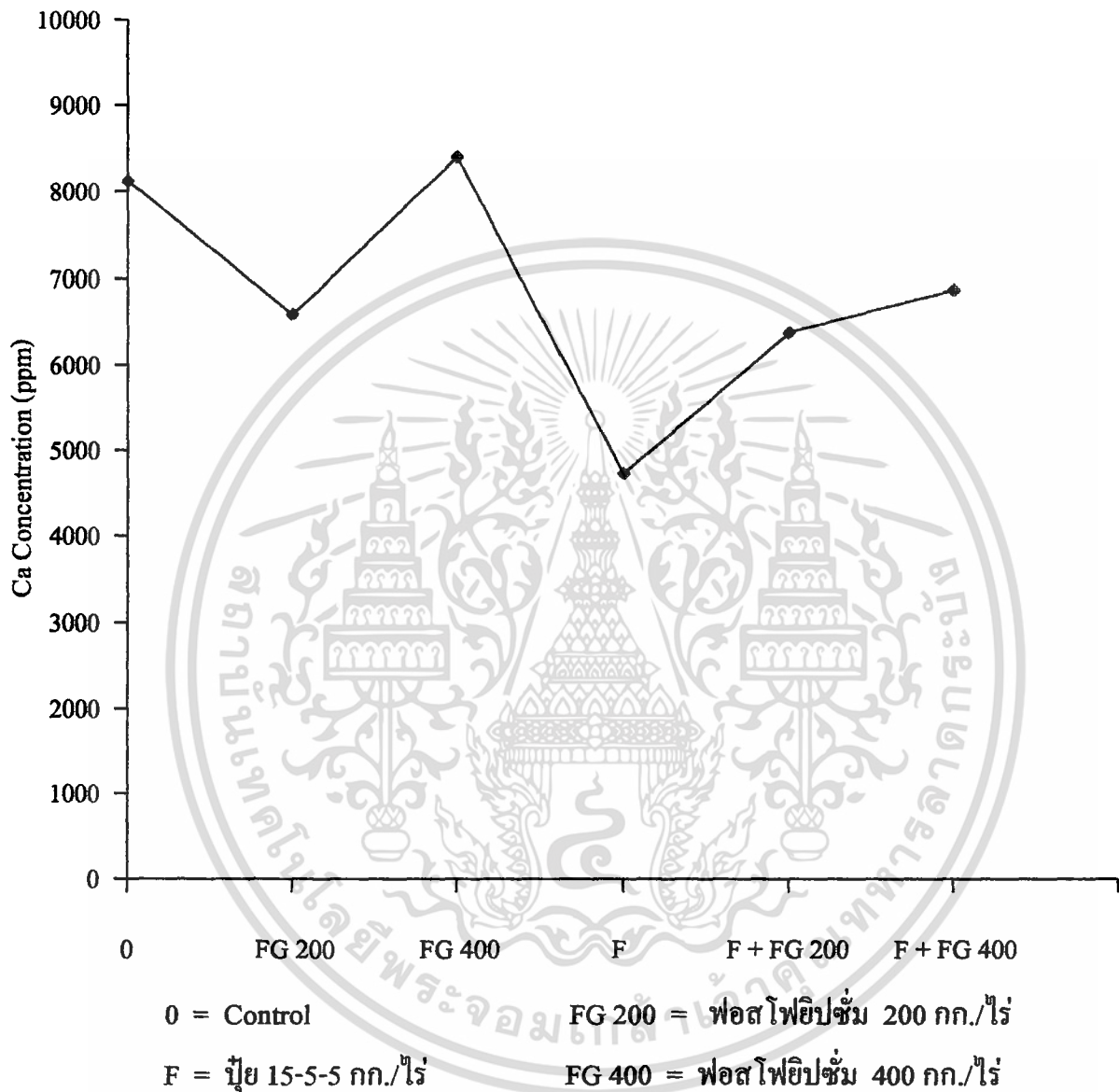
### ความเข้มข้นของแมกนีเซียม

ความเข้มข้นของแมกนีเซียม (ppm) ในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดย Treatment ที่ใส่ ฟอสฟอริบซัม 200 กก./ไร่ มีปริมาณแมกนีเซียมในลำต้นข้าวโพดสูงสุด มีค่าเท่ากับ 2,304.33 ppm ในขณะที่ Treatment ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอริบซัม 400 กก./ไร่ มีปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 1,794.73 ppm (ดูตารางที่ 11 และรูป 10) เป็นที่น่าสังเกตว่า ต้นข้าวโพดจาก Treatment ต่างๆ มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมใกล้เคียงกันมาก

**ตารางที่ 9** ความเข้มข้นเฉลี่ยแคลเซียมในดินข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (ppm)

| Treatment                 | Ca Concentration<br>( ppm ) |
|---------------------------|-----------------------------|
| 0                         | 8,123.3                     |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 6,582.7                     |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 8,390.2                     |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 4,714.7                     |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 6,357.9                     |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 6,852.9                     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



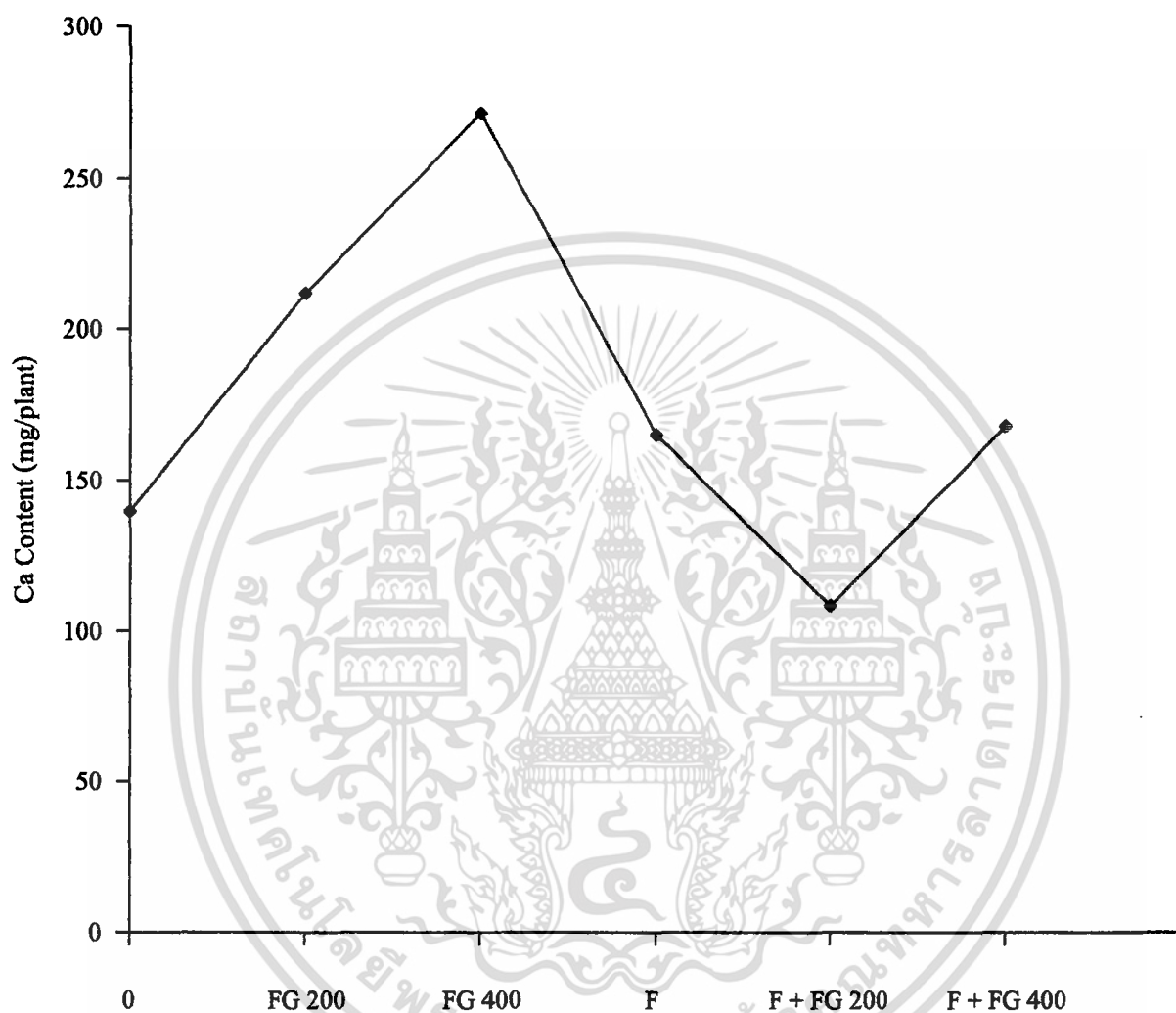
### รูปที่ 8 ความเข้มข้นเฉลี่ยแคลเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ปริมาณเฉลี่ยแคลเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น)

| Treatment                 | Ca Content<br>( mg/plant ) |
|---------------------------|----------------------------|
| 0                         | 139.68 ab                  |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 211.75 ab                  |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 271.16 a                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 164.68 ab                  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 108.18 b                   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 167.22 ab                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



0 = Control

FG 200 = ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่

F = ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่

FG 400 = ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่

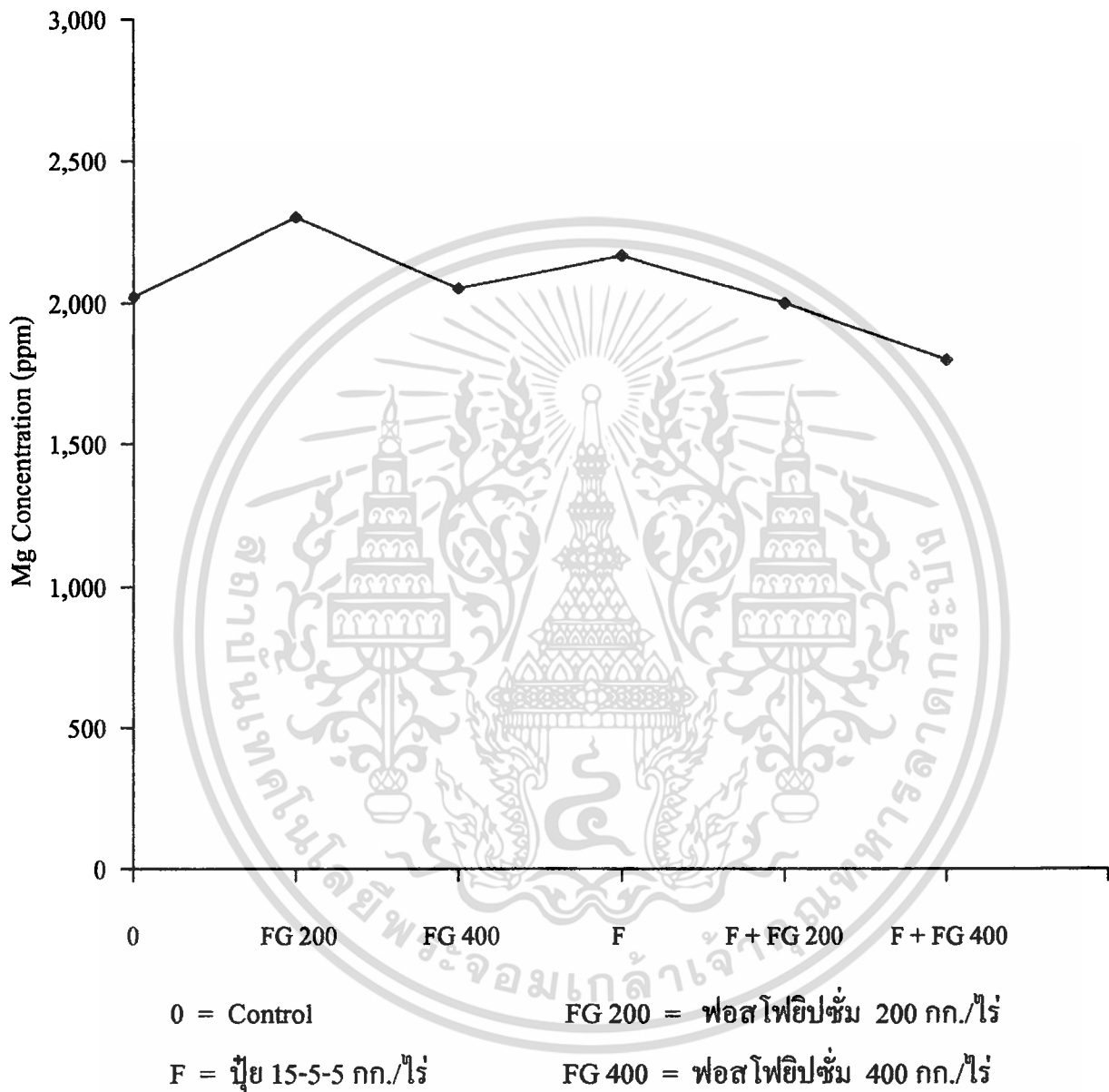
### รูปที่ 9 ปริมาณเฉลี่ยแคลเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ความเข้มข้นเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (ppm)

| Treatment                 | Mg Concentration<br>( ppm ) |
|---------------------------|-----------------------------|
| 0                         | 2,022.77                    |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 2,304.33                    |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 2,052.47                    |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 2,167.09                    |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 1,997.65                    |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 1,794.73                    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 10 ความเข้มข้นเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน (ppm)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณแมกนีเซียม

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น เมื่ออายุ 30 วัน ปรากฏว่า ปริมาณแมกนีเซียม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง โดย Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ มีปริมาณแมกนีเซียมในลำต้นสูงสุด เท่ากับ 76.44 มิลลิกรัมต่อต้น Treatment ลำดับรองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว, การใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่, การใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่, การไม่ใส่อะไรเลย และการใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ ตามลำดับมีค่าเท่ากับ 73.35, 70.67, 44.01, 35.75 และ 33.29 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับแต่ Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่, ใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่, และใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว มีปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดไม่แตกต่างกัน และ Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกัน (ดูตารางที่ 12 และรูปที่ 11) แต่ปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดจาก 3 Treatment แรกสูงกว่าอีก 3 Treatment หลัง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสฟอรัสมีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดลดลง เมื่อเทียบกับการใส่ฟอสฟอรัสอย่างเดียว หรือ การใส่ปุ๋ยอย่างเดียว

### ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด

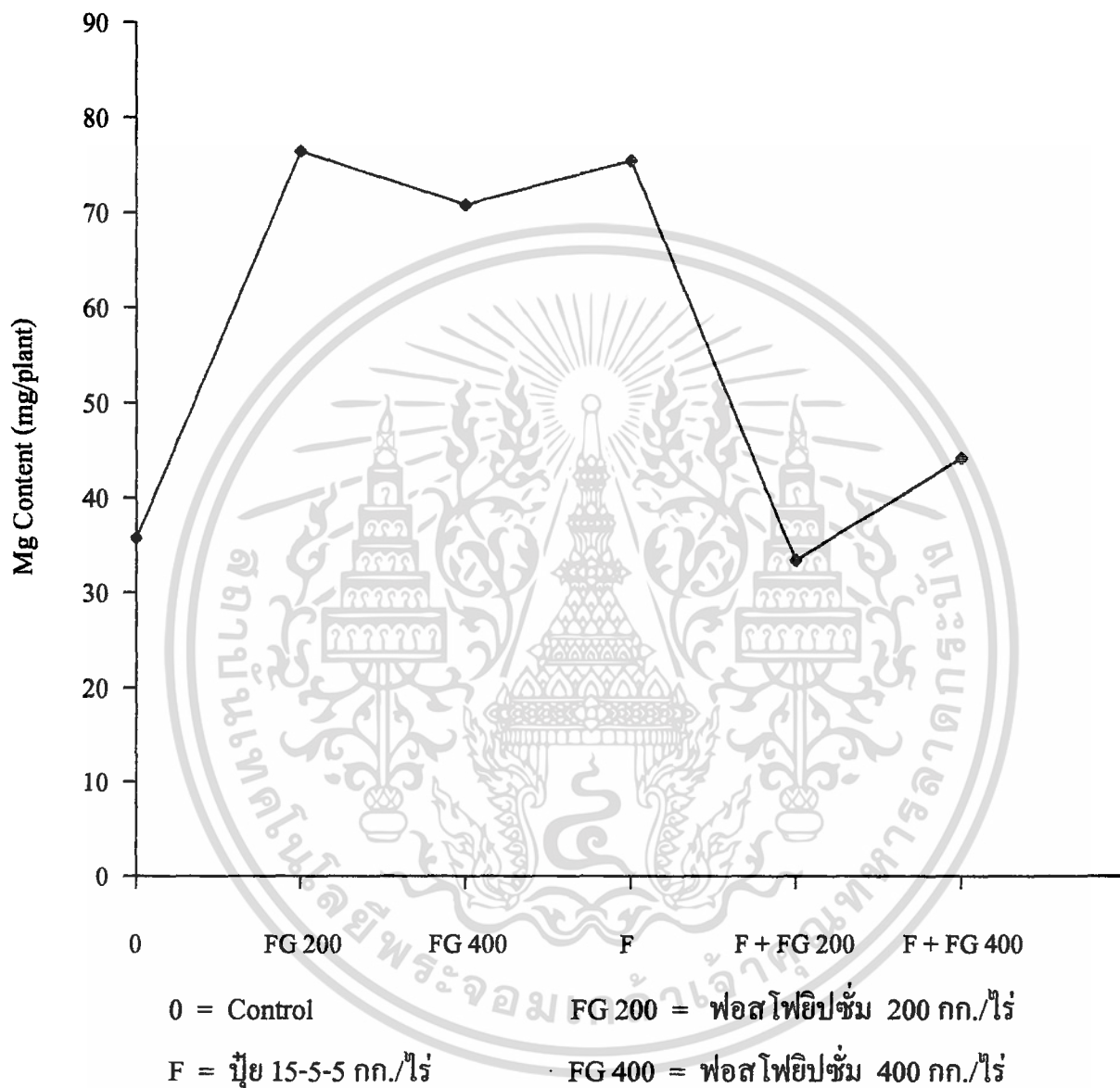
จากการวิเคราะห์ตัวเลขทางสถิติของน้ำหนักเมล็ด (kg/ไร่) เมื่อหลังการเก็บเกี่ยว ปรากฏว่า มีความแตกต่างทางสถิติ โดยน้ำหนักผลผลิตเมล็ดของ Treatment ที่ใส่ปุ๋ย 15-5-5 อย่างเดียว ให้ผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 716.33 กก./ไร่ ในขณะที่ Treatment ที่ใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ให้ผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 249.67 กก./ไร่ อย่างไรก็ตาม Treatment ที่ไม่ใส่อะไรเลย, ใส่ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ และใส่ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ด กก./ไร่ มีความแตกต่างกัน ส่วน Treatment ที่ใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว, ใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ย 15-5-5 ร่วมกับฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่ ก็ไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวโพด มีความแตกต่างเช่นเดียวกัน (ดูตารางที่ 13 และรูปที่ 12)

แต่ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในสาม Treatment หลังมีความแตกต่างกับผลผลิตเมล็ดใน สาม Treatment แรก และให้ผลผลิตสูงกว่าสาม Treatment แรก อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวก็ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากเมื่อเทียบกับการใส่ฟอสฟอรัสอย่างเดียว ซึ่งไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเลย นอกจากนี้ การใส่ฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยก็ไม่ได้ทำให้ผลผลิตข้าวโพดสูงขึ้นอีกแต่อย่างใด

ตารางที่ 12 ปริมาณเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น)

| Treatment                 | Mg Content<br>( mg /plant ) |
|---------------------------|-----------------------------|
| 0                         | 35.75 b                     |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 76.44 a                     |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 70.67 a                     |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 75.35 a                     |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 33.29 b                     |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 44.01 b                     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



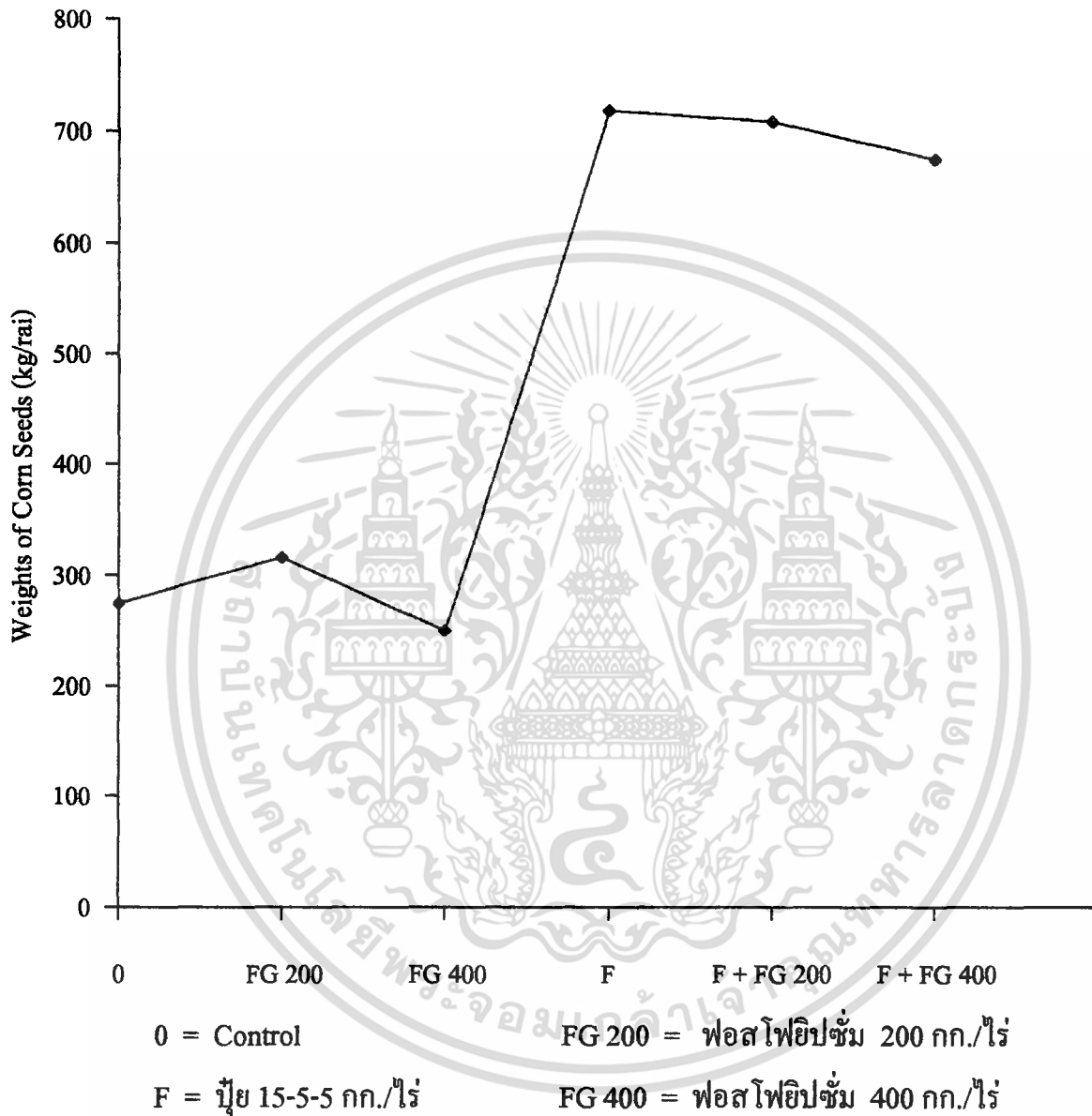
### รูปที่ 11 ปริมาณเฉลี่ยแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว ( กิโลกรัม/ไร่ )

| Treatment                 | Seed Yield<br>( kg/rai ) |
|---------------------------|--------------------------|
| 0                         | 275.00 b                 |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 316.33 b                 |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 249.67 b                 |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 716.33 a                 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 705.67 a                 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 671.67 a                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### รูปที่ 12 น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว ( กิโลกรัม/ไร่ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการตอบสนองของข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 72 ต่อการใส่ปุ๋ยและใช้ฟอสโฟอิมัลชันในอัตราต่างกันในดินเหนียวสีแดง ปรากฏผลดังนี้

### ความสูงของต้นข้าวโพด

ความสูงของต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติโดย Treatment ที่มีการใส่ปุ๋ย ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่ อย่างเดียวหรือใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสโฟอิมัลชัน มีผลให้ต้นข้าวโพดมีความสูงเฉลี่ยมากกว่า Treatment ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่ ก็มีแนวโน้มที่จะทำให้อายุต้นข้าวโพดมีความสูงมากกว่าการใส่ฟอสโฟอิมัลชัน

### ไนโตรเจนในต้นข้าวโพด

#### เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

สำหรับการดึงดูดธาตุอาหารในส่วนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นข้าวโพด ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ Treatment ต่าง ๆ มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนใกล้เคียงกัน

#### ปริมาณไนโตรเจน

แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เป็นมิลลิกรัมต่อต้น ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างยิ่ง ในระหว่าง Treatment ที่มีการใส่ฟอสโฟอิมัลชัน ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสโฟอิมัลชัน การใส่ฟอสโฟอิมัลชันหรือการใส่ปุ๋ยอย่างหนึ่งอย่างใดแต่อย่างเดียวทำให้ปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยร่วมกับฟอสโฟอิมัลชันและการที่ไม่ใส่อะไรเลย แต่การใส่ปุ๋ยอย่างเดียวกับการใส่ฟอสโฟอิมัลชันอย่างเดียว ไม่ทำให้อายุไนโตรเจนในต้นข้าวโพดมีความแตกต่างระหว่างกัน

### ฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด

#### ความเข้มข้นฟอสฟอรัส

สำหรับความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วัน โดยคิดเป็นส่วนต่อล้านส่วน (ppm) ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ก็ยังมีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันอยู่บ้าง

### ปริมาณฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด เมื่อคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ปรากฏว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งซึ่งความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดมีลักษณะเช่นเดียวกับความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพดในระหว่าง Treatment ต่างๆ

แสดงว่า การใส่ฟอสฟอรัสหรือการใส่ปุ๋ย มีผลทำให้ต้นข้าวโพดดึงธาตุ N และธาตุ P ได้ดีขึ้น

### โพแทสเซียมในต้นข้าวโพด

#### เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม

เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นข้าวโพดจาก Treatment ต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากธาตุโพแทสเซียมในดินที่ทำการทดลองมีอยู่ในระดับสูงแล้วก็ได้

#### ปริมาณโพแทสเซียม

ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วัน ปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งมีความแตกต่างจากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นข้าวโพด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากสภาพ dilution effect เพราะต้นข้าวโพดอยู่ในระยะกำลังเจริญเติบโต

### แคลเซียมในต้นข้าวโพด

#### ความเข้มข้นแคลเซียม

การดึงดูดธาตุแคลเซียมของต้นข้าวโพดจาก Treatment ต่างๆ เมื่อคิดเป็นความเข้มข้นในอัตราส่วนต่อล้านส่วน ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของต้นข้าวโพดจาก Treatment ต่างๆ แต่มีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในต้นข้าวโพดมีความแปรปรวนอยู่มาก

#### ปริมาณแคลเซียม

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในต้นข้าวโพดเมื่อคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวเลขความเข้มข้นแคลเซียมในต้นข้าวโพด อย่างไรก็ตามการใส่ฟอสฟอรัสอย่างเด็ขมีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณแคลเซียมในต้นข้าวโพดสูงขึ้น

### แมกนีเซียมในต้นข้าวโพด

#### ความเข้มข้นแมกนีเซียม

สำหรับความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมในต้นข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วัน โดยคิดเป็นส่วนต่อล้านส่วน (ppm) ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณแมกนีเซียม

สำหรับปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดเมื่อคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ขณะที่อายุ 30 วัน ปรากฏว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือ การใส่ฟอสฟอรัสหรือ การใส่ปุ๋ยอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดสูงกว่าการที่ไม่ใส่อะไรเลย หรือ การใส่ฟอสฟอรัสพร้อมกับปุ๋ย แต่การใส่ฟอสฟอรัสอย่างเดียวยังเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยอย่างเดียวนั้นไม่ทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกัน

### ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด

สำหรับน้ำหนักเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยวของต้นข้าวโพด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยอย่างเดี่ยว และการใส่ฟอสฟอรัสพร้อมกับปุ๋ยทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับการที่ไม่ใส่อะไรเลยแต่การใส่ฟอสฟอรัสอย่างเดียวนั้นไม่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นจากการที่ไม่ใส่อะไรเลย



## เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2531. พีชไร้. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด, น. 50-81. ใน เอกสารวิชาการเล่มที่ 4, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

..... 2540. ข้าวโพด คู่มือวิชาการ. กองคั้นคว้านและการทดลองพีชไร้, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

..... 2544. ดินและปุ๋ย, น. 43. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2544 เล่ม 2. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ วันที่ 30 เม.ย – วันที่ 4 พ.ค. ณ. โรงแรมมิลาเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพฯ.

กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2543. เอกสารวิชาการ พันธุ์พืชขึ้นทะเบียนและพันธุ์พืชรับรอง ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 เล่ม 1. ฝ่ายพืชพันธุ์, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544 ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

เจลิพล แชมเพชร. 2542. ศรีวิทยาการผลิตพีชไร้. นพบุรีการพิมพ์, เชียงใหม่.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2542. พีชเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

คำริ ถาวรมาศ และ เสถียร พิมพ์สาร. 2540. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยพีชไร้, น.33-37. ใน เอกสารวิชาการเรื่องทิศทางการใช้ปุ๋ยเพื่อพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียนชัย สุวรรณเวช. 2538. อิทธิพลของจำนวนประชากรและการใช้ปุ๋ยในโคโรนาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตข้าวโพดในดินเหนียวสีดำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า13(3): 3-9.

นิรนาม. 2542. ดัชนีรับพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542, น. 127. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชครั้งที่ 5, วันที่ 13-14 ธ.ค. 2542 ณ. ห้องสุธรรมอารีกุล อาคาร สารสนเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

บุญเลิศ บุญองค์, หรั่ง มีสวัสดิ์, สันติ ธีราภรณ์, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ สุพิน สุวรรณ. 2535. การทดสอบปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, น.44-46. ใน ผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ปี 2535. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประคิษฐ์ บุญอำพล. 2541. คู่มือการศึกษาด้านดินและปุ๋ยกับพืชไร่. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประคิษฐ์ บุญอำพล. 2542. การศึกษาการใช้ปุ๋ยกับข้าวโพด, น. 36-54. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องการจัดการดิน ไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประคิษฐ์ บุญอำพล. 2545. ผลการดำเนินงานชุดโครงการวิจัยและพัฒนาความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืช, น.145-151. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ประจำปี 2545. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประคิษฐ์ บุญอำพล, สันติ ธีราภรณ์ และประสาร พรหมสูงวงศ์. 2539. ศักยภาพการใช้ปุ๋ยเคมีกับพืชไร่เพื่อจัดทำคำแนะนำประกอบแผนที่ในจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ และบุรีรัมย์(ข้าวฟ่าง), น.39-40. ในผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ ปี 2542. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประดิษฐ์ บุญอำพล, ประสาร พรหมสูงวงศ์, ดิศสพันธ์ุ ธรรมาภิรมย์ และ สันติ ธีราภรณ์. 2542ก. ผลตอบสนองต่ออัตราปุ๋ย N และ P ของข้าวโพดพันธุ์แนะนำ NSX 982027 ปลูกในดินกลุ่มสำคัญในท้องถิ่นปลูกข้าวโพด, น. 1-2. ใน ผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ปี 2542. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ บุญอำพล, ดิศสพันธ์ุ ธรรมาภิรมย์ และ ประสาร พรหมสูงวงศ์. 2542ข. การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมกับข้าวโพด และ ศักยภาพการผลิตในดินเหนียวสีน้ำตาล-ดำ ในจังหวัดนครสวรรค์, น.3-5. ใน ผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ปี 2542. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประสาร พรหมสูงวงศ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, สันติ ธีราภรณ์ และ มงคล พานิชกุล. 2541. การประเมินระดับการตอบสนองของข้าวโพดต่อปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมที่ปลูกในดินชุดต่างๆ ในเขตปลูก ข้าวโพด, น. 3-6. ใน ผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ ปี 2541. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พิเชษฐ กรุดลอย. 2544. งานวิจัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, น. 38-39. ใน สรุปการประชุมวิชาการประจำปี 2544. วันที่ 30 เม.ย-4 พ.ค. 2544. ณ กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พิทักษ์ อินทะพันธ์, แบรี่ นอร์แมน, อดุลย์พงศ์ มังคราช, สวัสดิ์ บุญชี, อนงค์ อ่อนสำอางค์ และ รังสฤษฎ์ สำภาพล. 2526. การศึกษาผลตอบสนองของข้าวโพดต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและซัลเฟอร์ ที่ปลูกบนดินชุดห้ำจัน, น. 165-17. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ สาขาพืช วันที่ 31 ม.ค. -3 ก.พ. 2526 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

พนารัตน์ เสรีทวีกุล. 2545. ฟอสฟอรัส.วารสารจดหมายข่าวผลิใบ, 5(7): 8-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันชนีย์ เศรษฐภักดี และ อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527. ระดับปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและ โปแทสเซียมเพื่อการผลิตข้าวโพดหวานที่มีความหวานสูง, น. 44-54. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ สาขาพืช วันที่ 30 ม.ค.- 3 ก.พ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

มงคล พานิชกุล, หรั่ง มีสวัสดิ์, สันติ ธีราภรณ์, มณฑล เสวตานนท์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, วิชา มาสร้างสรรค์ และ เข็ชรชัย อารยางกูร. 2529. การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับข้าวโพด. วารสารดินและปุ๋ย, 8(2): 97-108.

ราเชนทร์ ธีรพร. 2539. ข้าวโพด.บริษัทค่านุเคราะห์การพิมพ์, กรุงเทพฯ

เรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทรประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ชัย สมัชมงคล และ อภิรัฐ ปิ่นทอง. 2546. การศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของดินเหนียว สีแดง ที่สลายตัวจากหินบะซอลต์และหินปูน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2544. สถิติการเกษตรของประเทศปีเพาะปลูก 2543/44. ศูนย์สารสนเทศ, การเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2546. สถิติการเกษตรของประเทศปีเพาะปลูก 2545/46. ศูนย์สารสนเทศ, การเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

สุทิน คล้ายมนต์, หรั่ง มีสวัสดิ์, ประสาร พรหมสูงวงศ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, สันติ ชีราภรณ์ และ สัมฤทธิ์ ชัยวรรณคุปต์. 2534. อัตราปุ๋ย NPK ที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดในเขตภาคกลาง น. 1-5. ใน รายงานผลการวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่ 2534. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปุ๋ย. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุพัฒน์ วานเครือ, วิโรจน์ วจนนานวัช และ พงศ์พันธ์ จึงอยู่สุข. 2532. การตอบสนองต่อปุ๋ย ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมของข้าวโพดในดินเหนียวสีแดง, น.104-108. ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2532. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สัมฤทธิ์ ชัยวรรณคุปต์. 2541. การปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชเศรษฐกิจในดินไร่. กอง ปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

หรั่ง มีสวัสดิ์. 2528. แนวทางการใส่ปุ๋ยเคมีกับพืชไร่ที่สำคัญบางชนิด. วารสารกสิกร 58(1): 78-80.

หรั่ง มีสวัสดิ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, วิชา มาสสร้างสรรค์, สุขวัฒน์ จันทรปรณิก และ สัมฤทธิ์ ชัยวรรณคุปต์. 2522. ศึกษาการใช้ปุ๋ยกับการปลูกข้าวโพดติดต่อกันในดินชุดปากช่อง, น. 24-26. ใน รายงานผลการวิจัยดิน ปุ๋ยพืชไร่ 2522 เล่ม 3. กองพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

หรั่ง มีสวัสดิ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, สุทิน คล้ายมนต์, สันติ ชีราภรณ์ และ ประสาร พรหมสูงวงศ์. 2534ก. อัตราปุ๋ย NPK ที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดในเขตภาคกลาง, น. 1-10. ใน รายงานผล การวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ 2534 เล่ม 1. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

หรั่ง มีสวัสดิ์, สันติ ชีราภรณ์, บุญเลิศ บุญยงค์, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ สุทิน สุวรรณ. 2534ข. การทดลองปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณน้ำฝน1200-1400มม./ ปี, น. 26-34. ใน รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ 2534 เล่ม1. กองปฐพีวิทยา, กรม วิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรั่ง มีสวัสดิ์, สันติ ชีราภรณ์, บุญเลิศ บุญยงค์, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ สุพิน สุวรรณ. 2534ค. การทดลองปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณน้ำฝน มากกว่า 1400 มม./ปี, น. 35-43. ใน รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ 2534 เล่ม 1. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

2534ง. การทดลองปุ๋ยข้าวโพดในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณน้ำฝน 700-1200 มม./ปี, น. 44-51. ใน รายงานการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ 2534 เล่ม 1. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อุดม โกสัชฎก. 2529. การปลูกพืชไร่ เล่ม 1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อักษรบัณฑิต, กรุงเทพฯ.

Anderson, E.L., E.J. Kamprath, and R.H. Molt. 1985. Prolificacy and N fertilizer effects on yield and N utilization in maize. *Crop Sci.* 25 : 598-602.

Alva, A.K., and M.E. Sumner. 1989. Alleviation of aluminum toxicity to solutions. *Soil Soc.* 147: 278-285.

Alva, A.K., and M.E. Sumner, and W.P. Miller. 1990. Reactions of gypsum or phosphogypsum in highly weathered acid subsoils. *Soil Sci Soc. Am. J.* 54: 993-668.

Mays, D.A. and J.J. Mortvedt. 1986. Crop response to soil application of phosphogypsum. *J. Env. Qual. Adv. Agr.* 15(4): 78-81.

Opera, C.V. and S.I. Vlas 1975. The improvement of the production capacity of the saline and alkali soils from the Western plains of Romania by means of soil improvement. *Proc. Int. Symp. On New developments in the Field of Salt-Affected soils, Cairo.*

Reddy, G.B. and K.R. Reddy. 1993. Feta of nitrogen-15 enriched ammonium nitrate applied to corn. *Soil Soc. Am. J.* 57 : 11-115.

Singh R. and N.T. Singh 1978. Phosphogypsum for alkali soils. *Indian Farming.* 26(6): 91-11.

Somani, L.L. 1995. Recycling of phosphogypsum in agriculture, pp. 109-124. *In* H.L.S. Tandon (ed.). *Recycling of Crops , Animal , Human , and Industrial Wastes in Agriculture.* Fertiliser Development and Consultation Organisation, New Delhi.

Takahashi, J. 1968. An investigation to assess the depletion of soil fertility through grow maize. Mimeographed report of UNDP/SF. *Soil Fertility. Research in Thailand.*

Touchton, J.T. and R. Rodriguez-Kabana. 1985. Corn growth and yield response to ethylene dibromide and nitrogen. *Agron. J.* 77: 389-392.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินรวม ( Composite sample ) ในแปลงทดลองข้าวโพด

| รายการ        | ค่าวิเคราะห์ |
|---------------|--------------|
| pH            | 5.75         |
| อินทรีย์วัตถุ | 1.81 %       |
| ฟอสฟอรัส      | 17.69 ppm    |
| โพแทสเซียม    | 214.89 ppm   |
| แคลเซียม      | 1,515.08 ppm |
| แมกนีเซียม    | 154.52 ppm   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 ความสูงของต้นข้าวโพด (เซนติเมตร) เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | Hieghts of Corns Plants (cm) |        |         |
|---------------------------|------------------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I                        | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 131.5                        | 109.2  | 142.8   |
| ฟอสโฟธิปซั่ม 200 กก./ไร่  | 99.8                         | 157.6  | 143.0   |
| ฟอสโฟธิปซั่ม 400 กก./ไร่  | 156.9                        | 135.7  | 141.4   |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 172.3                        | 156.3  | 191.8   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 161.0                        | 161.9  | 162.4   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 160.6                        | 168.4  | 175.9   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 เปรอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | N Concentration (%) |        |         |
|---------------------------|---------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I               | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 1.51                | 1.33   | 1.33    |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 1.25                | 1.67   | 1.63    |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 1.47                | 1.35   | 1.35    |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 1.73                | 1.32   | 1.77    |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 1.45                | 1.36   | 1.51    |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 1.28                | 1.54   | 1.60    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 ปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

| Treatment                 | N Content ( mg/plant ) |        |         |
|---------------------------|------------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I                  | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 149.19                 | 232.93 | 346.24  |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 355.92                 | 547.2  | 616.36  |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 424.63                 | 435.42 | 573.03  |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 576.55                 | 488.58 | 610.41  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 172.65                 | 222.27 | 311.16  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 309.33                 | 386.03 | 388.85  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (ppm) ในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | P Concentration ( ppm ) |          |          |
|---------------------------|-------------------------|----------|----------|
|                           | Rep.I                   | Rep.II   | Rep.III  |
| 0                         | 2,357.44                | 2,641.93 | 2,521.36 |
| ฟอสโฟธิปซัม 200 กก./ไร่   | 3,064.85                | 2,187.21 | 2,362.50 |
| ฟอสโฟธิปซัม 400 กก./ไร่   | 2,977.58                | 2,938.95 | 2,484.83 |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 2,308.64                | 2,755.72 | 2,012.52 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 2,433.42                | 2,313.80 | 1,670.88 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 1,979.14                | 2,898.39 | 2,113.78 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

| Treatment                 | P Content ( mg/plant ) |        |         |
|---------------------------|------------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I                  | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 23.29                  | 46.27  | 65.64   |
| ฟอสโฟอิปซั่ม 200 กก./ไร่  | 87.27                  | 71.67  | 89.33   |
| ฟอสโฟอิปซั่ม 400 กก./ไร่  | 86.01                  | 94.79  | 105.47  |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 76.94                  | 102    | 69.41   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 28.97                  | 37.82  | 34.43   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 47.83                  | 72.65  | 51.37   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | K Concentration (%) |        |         |
|---------------------------|---------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I               | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 2.85                | 3.15   | 2.89    |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 3.28                | 2.21   | 2.55    |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 3.87                | 3.04   | 2.45    |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 2.86                | 2.44   | 2.74    |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 2.89                | 3.12   | 1.81    |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 3.12                | 4.10   | 2.94    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

| Treatment                 | K Content ( mg/plant ) |          |          |
|---------------------------|------------------------|----------|----------|
|                           | Rep.I                  | Rep.II   | Rep.III  |
| 0                         | 281.58                 | 551.67   | 752.36   |
| ฟอสฟอริปซัม 200 กก./ไร่   | 933.93                 | 724.14   | 964.24   |
| ฟอสฟอริปซัม 400 กก./ไร่   | 1,117.91               | 980.50   | 1,039.94 |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 953.14                 | 903.13   | 944.93   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 344.10                 | 509.91   | 372.98   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 754.00                 | 1,027.73 | 714.52   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ความเข้มข้นแคลเซียม (ppm) ในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | Ca Concentration ( ppm ) |           |          |
|---------------------------|--------------------------|-----------|----------|
|                           | Rep.I                    | Rep.II    | Rep.III  |
| 0                         | 6,333.40                 | 13,269.60 | 4,766.60 |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 7,973.50                 | 7,336.70  | 4,438.00 |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 14,167.40                | 6,161.40  | 4,841.70 |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 4,974.00                 | 4,757.00  | 4,413.10 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 5,325.30                 | 5,199.70  | 8,548.70 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 7,296.80                 | 3,946.90  | 9,315.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 ปริมาณแคลเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

| Treatment                 | Ca Content ( mg/plant ) |        |         |
|---------------------------|-------------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I                   | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 62.57                   | 232.39 | 124.09  |
| ฟอสโฟธิปซั่ม 200 กก./ไร่  | 227.03                  | 240.39 | 167.81  |
| ฟอสโฟธิปซั่ม 400 กก./ไร่  | 409.25                  | 198.73 | 205.51  |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 165.77                  | 176.07 | 152.19  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 63.41                   | 84.98  | 176.16  |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 176.34                  | 98.94  | 226.39  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 ความเข้มข้นแมกนีเซียม (ppm) ในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน

| Treatment                 | Mg Concentration ( ppm ) |          |          |
|---------------------------|--------------------------|----------|----------|
|                           | Rep.I                    | Rep.II   | Rep.III  |
| 0                         | 1,959.72                 | 2,238.94 | 1,869.66 |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 2,075.56                 | 2,514.74 | 2,322.69 |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 1,991.63                 | 2,191.71 | 1,974.07 |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 2,343.13                 | 1,807.23 | 2,350.90 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 1,892.98                 | 1,677.84 | 2,422.14 |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 1,484.09                 | 1,818.48 | 2,081.61 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 ปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วัน ( มิลลิกรัม/ต้น )

| Treatment                 | Mg Content ( mg /plant ) |        |         |
|---------------------------|--------------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I                    | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 19.36                    | 39.21  | 48.67   |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 59.10                    | 82.40  | 87.83   |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 57.53                    | 70.69  | 83.79   |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 78.09                    | 66.89  | 81.07   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 22.54                    | 27.42  | 49.91   |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 35.87                    | 45.58  | 50.59   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 น้ำหนักเมล็ดของต้นข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว ( กิโลกรัม/ไร่ )

| Treatment                 | Seed Yield ( kg/rai ) |        |         |
|---------------------------|-----------------------|--------|---------|
|                           | Rep.I                 | Rep.II | Rep.III |
| 0                         | 315                   | 169    | 341     |
| ฟอสฟอรัส 200 กก./ไร่      | 148                   | 492    | 309     |
| ฟอสฟอรัส 400 กก./ไร่      | 277                   | 229    | 243     |
| ปุ๋ย 15-5-5 กก./ไร่       | 726                   | 615    | 808     |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 200 กก./ไร่ | 608                   | 703    | 806     |
| ปุ๋ย 15-5-5 + 400 กก./ไร่ | 663                   | 697    | 655     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้