

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองสิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** : การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแห้งแล้ง
2. **โครงการวิจัย** : เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมในสภาพแห้งแล้ง
 - กิจกรรมที่ 1 : การจัดการธาตุอาหารในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมต่อพันธุ์และสภาพพื้นที่
 - กิจกรรมย่อย : การจัดการสมดุลของธาตุอาหารพืชในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพพื้นที่ต่างๆ
3. **ชื่อการทดลอง** : การจัดการสมดุลของธาตุอาหารพืชในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ดินเหนียว
: Nutrient Balance on Maize Production in Clay Soils

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง ชัชชนพร เกื้อหนุน¹

ผู้ร่วมงาน บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์¹ สมควร คล่องช้าง¹ สายน้ำ อุดพัว¹
ศุภกาญจน์ ล้วนมณี² รัชดา ปรัชเจริญวิชัย² กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ²

5. บทคัดย่อ

การจัดการสมดุลของธาตุอาหารพืชในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ดินเหนียวในเขตปริมาณน้ำฝนต่ำ เพื่อให้ได้คำแนะนำการจัดการดิน-ปุ๋ยและพันธุ์ที่เหมาะสม ใช้แผนการทดลองแบบ Split Plot มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยหลัก (พันธุ์) คือ 1) พันธุ์นครสวรรค์ 3 (NK3) 2) พันธุ์บี 80 (B80) 2) ปัจจัยรอง (การจัดการดิน-ปุ๋ย) คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (นำเศษซากพืชออก) 2) ไม่ใส่ปุ๋ย (ไถกลบเศษซากพืช) 3) วิธีเกษตรกร (ปุ๋ยตามเกษตรกร ไถกลบเศษซากพืช) 4) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (ไถกลบเศษซากพืช) 5) มูลวัว 800 กก./ไร่ (ไถกลบเศษซากพืช) และ 6) 0.5 เท่าปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+มูลวัว 800 กก./ไร่ (ไถกลบเศษซากพืช) ผลการทดลอง ปีที่ 1-2 สมดุลธาตุอาหารพืชในพื้นที่จากการใส่มูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีจะทำให้ฟอสฟอรัสเกินดุลเฉลี่ย 10.32 กก. P_2O_5 /ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียวปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินดุลเฉลี่ย 2.58 กก. P_2O_5 /ไร่ หากไม่ใส่ปุ๋ยเลยแม้จะไถกลบหรือไม่ไถกลบเศษซากพืชจะทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมขาดดุลเฉลี่ย 14.82-5.94-16.14 และ 13.13-5.38-15.49 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการจัดการปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรหรือตามค่าวิเคราะห์ดินก็ยังขาดธาตุอาหารโดยเฉลี่ย 5.11-2.81-22.25 และ 10.20-0.31-16.75 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ตามลำดับ ปีที่ 3 และ 4 หากไม่ใส่ปุ๋ยเลยจะทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินขาดดุล เช่นเดียวกับการจัดการตามวิธีเกษตรกรหรือตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อใส่มูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีจะทำให้ธาตุอาหารเกินดุลสำหรับไนโตรเจนเท่ากับ 4.54 และ 12.63 กก. N /ไร่ ฟอสฟอรัส 5.88 และ 12.41 กก. P_2O_5 /ไร่ ดังนั้น เพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดินต่อศักยภาพการผลิตพืชของดินควรใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสม หากพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า พันธุ์ข้าวโพดและการจัดการปุ๋ยในชุดดินโซคซัยคือ พันธุ์บี 80 ร่วมกับการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ชุดดินวังไธคือ พันธุ์นครสวรรค์ 3 และจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนชุดดินวังสะพุงให้ปลูกพันธุ์บี 80 แล้วจัดการปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร

¹ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

² สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

Abstract:

The nutrient balance aimed to get the most effectively recommendation of fertilizer application and maize varieties grown on clayey soils in the low-rainfall region (less than 1000 mm). The experiments were carried out using Split Plot with three replications. Main plot was consisted of two varieties of maize which were Nakhon Sawan 3 and B80. Sub-plot consisted of 6 soil-fertilizer managements i.e 1) no fertilizer (-R) 2) no fertilizer (+R) 3) farmer practice (+R) 4) soil test (+R) 5) manure rate at 800 kgDW/rai (+R) and 6) half of mineral fertilizer by soil test + manure rate at 800 kgDW/rai (+R). For treatment no. 1, the crop residue were removed out of area but the others (no. 2-6) retained crop residues in soil. Treatment no. 6 received the half rate of nitrogen but phosphorus and potassium by soil analyzing.

The results in the 1st and 2nd years showed that the combined use of chemical and organic fertilizer gave the highest average phosphorus balance (10.32 kgP₂O₅/rai) as compared to organic fertilizer solely (2.58 kgP₂O₅/rai). The net removal of soil NPK with no fertilizer application when residues incorporated was 14.82-5.94-16.14 kgN-P₂O₅-K₂O/rai and 13.13-5.38-15.49 kgN-P₂O₅-K₂O/rai was when crop residues removed. However, even fertilizer application according to soil analysis or farmer practices caused NPK out of the soil 5.11-2.81-22.25 and 10.20-0.31-16.75 kgN-P₂O₅-K₂O/rai, respectively.

In the 3rd and 4th years, whether crop residues were removed or incorporated with no fertilizer treatment, no differences in soil nutrient balances by fertilizer application by farmers or soil testing were observed. On average manure treatments, sole or in combination with half soil analyzed rate of mineral fertilizer, provided a more balance supply of N 4.54, 12.63 kgN/rai and P 5.88, 12.41 kgP₂O₅/rai, respectively. Overall was to improve and maintain soil productivities in the long term by adding organic manure combined with mineral fertilizer by a soil test.

Results of the economic analysis indicated that maize varieties and fertilizer management needed a different soil characteristic. For Chokchai and Wanghai soil series, fertilizer application by soil analysis with B80 and Nakhon Sawan 3 varieties, respectively, were

recommended. In addition, it was found that mineral recommended rate by farmer practice was used to facilitate fertilizer for B80 varieties in Wang Saphung soil series.

6. คำนำ

ธาตุอาหารพืชในดินมีโอกาสสูญหายออกไปจากพื้นที่ได้โดยติดออกไปกับผลผลิตที่นำออกไปจากพื้นที่เพาะปลูก การไหลบ่าไปกับน้ำ การชะละลายสู่ชั้นดินล่าง การสูญหายในรูปของก๊าซ การถูกตรึงไว้ในดินและการนำเศษซากพืชออกไปจากพื้นที่ ดังนั้นหากไม่มีการจัดการดินที่ดีหรือไม่ได้ใส่ปุ๋ยหรือไถกลบเศษซากพืชกลับไปในดิน ก็จะทำให้ดินมีศักยภาพในการผลิตลดน้อยถอยลงไปเรื่อยๆ ถึงแม้ว่าเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่ยังมีข้อสงสัยว่า ปริมาณธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในดินนั้นสามารถรักษาสมดุลกับปริมาณธาตุอาหารที่สูญหายออกไปจากพื้นที่และธรรมชาติดั้งเดิมหรือไม่ เนื่องจากการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยโดยทั่วไปอิงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เป็นหลัก แต่หากนำธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินมาคำนวณเป็นต้นทุนในการผลิตด้วยแล้ว การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อาจจำเป็นต้องปรับใหม่ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญหลักการจัดการสมดุลธาตุอาหารพืชในพื้นที่ระหว่างปริมาณธาตุอาหารพืชที่ใส่ลงไปในพื้นที่กับปริมาณธาตุอาหารที่สูญหายออกไปจากพื้นที่โดยวิธีการต่างๆ

ดินเหนียวสีแดงนั้นฟอสฟอรัสอาจถูกดูดยึดอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ส่วนไนโตรเจนและโพแทสเซียมซึ่งละลายได้ง่ายอาจสูญหายออกไปจากพื้นที่โดยการไหลบ่าไปกับน้ำ ดังนั้นในการให้คำแนะนำปุ๋ยเพื่อรักษาสมดุลธาตุอาหารพืชในพื้นที่ดินเหนียวต้องพิจารณาทั้งระยะเวลาของการใส่ปุ๋ย การปรับสภาพพีเอชของดิน ปริมาณของปุ๋ยฟอสเฟต และการจัดการควบคุมความชื้นดิน เป็นต้น เพื่อให้ธาตุอาหารในดินมีโอกาสดูดซับออกไปจากพื้นที่น้อยลง ซึ่งสามารถทำได้โดยสร้างแบบจำลองการจัดการสมดุลธาตุอาหาร (Input-Output Model) สำหรับดินเหนียว เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการดินและปัจจัยการผลิตต่างๆในพื้นที่อย่างถูกต้องและเหมาะสมในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

7. วิธีดำเนินการ เลือกพื้นที่ดินเหนียวแปลงเกษตรกร จ.นครราชสีมา จำนวน 3 ชุดดิน ในเขตฝนต่ำกว่า 1,000 มม./ปี ชุดดินละ 1 แปลง (เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่จึงต้องย้ายแปลงทดลอง จากเดิม 2 เป็น 3 ชุดดิน) ปีที่ 1-2 (ปี 2554/55-2555/56) ทดลองในดินเหนียวชุดดินโชคชัย (Chokchai soil series: Ci) พิกัด 47P 0770116 และ 47P 0770511 ปีที่ 3 (ปี 2556/57) ชุดดินวังไฮ (Wang Hai soil series: Wi) พิกัด 47P 0768249 ปีที่ 4 (ปี 2557/58) ชุดดินวังสะพุง (Wang Saphung soil series: Ws) พิกัด 47P 0760528 ใช้แผนการทดลองแบบ Split plot in RCB 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยหลัก (พันธุ์) คือ 1) พันธุ์นครสวรรค์ 3 (NK3) 2) พันธุ์บี 80 (B80) 2) ปัจจัยรอง (การจัดการดิน-ปุ๋ย) คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (นำเศษซากพืชออก) 2) ไม่ใส่ปุ๋ย (ไถกลบเศษซากพืช) 3) วิถีเกษตรกร (ปุ๋ยตามเกษตรกร ไถกลบเศษซากพืช) 4) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (ไถกลบเศษซากพืช) 5) มูลวัว 800 กก./น้ำหนักแห้ง/ไร่ (ไถกลบเศษซากพืช) และ 6) 0.5 เท่าปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+มูลวัว 800 กก./น้ำหนักแห้ง/ไร่ (ไถกลบเศษซากพืช) กรรมวิธีที่ 6 ใส่ 0.5 เท่าของ N+1.0 เท่าของ PK ตามค่าวิเคราะห์ดิน แปลงย่อยขนาด 4.5x6.0 ม. โดยใช้ระยะปลูก 0.75x0.25 ม. ใส่มูลวัวอัตราที่กำหนดก่อนหยอดเมล็ด 20 วัน ปลูกข้าวโพด 1 ต้น/หลุม พร้อมกับใส่ปุ๋ยรองกันหลุม ½N+PK ครั้งที่ 2 ใส่ไนโตรเจนส่วนที่เหลือหลังปลูก 25 วัน เก็บเกี่ยวข้าวโพดที่อายุ

ประมาณ 120 วัน เก็บตัวอย่างเมล็ด ชั่ง กาบฝัก ต้นและใบในแต่ละกรรมวิธีหาปริมาณธาตุอาหารที่ดูดตั้งไปใช้ พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างดินทุกแปลงลึก 0-30 เซนติเมตร หาพีเอช (pH) อัตราส่วนดิน:น้ำเท่ากับ 1:1 (Davis, 1943) อินทรีย์วัตถุ (Walkley and Black, 1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Bray and Kurtz, 1945) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Pratt, 1965)

บันทึกข้อมูลผลผลิต ปริมาณธาตุอาหารที่ใส่ลงดินที่ได้จากปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์และข้อมูลปริมาณธาตุอาหารที่สูญหายโดยติดออกไปกับผลผลิตและเศษซากพืชที่นำออกไปจากพื้นที่ วิเคราะห์สมดุลของธาตุอาหารและสรุปผล

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด)	ตุลาคม 2554-กันยายน 2558
สถานที่ดำเนินการ	1) แปลงเกษตรกร จ. นครราชสีมา 2) กรมพัฒนาที่ดิน อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 3) ห้องปฏิบัติการกลางกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กปผ.

8. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปีที่ 1-2 (ปี 2554/55-2555/56)

1. สมบัติของดินก่อนการทดลอง

ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนปลูกปีที่ 1-2 ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ดินเป็นกลาง มีอินทรีย์วัตถุ 1.43-2.88 % (อยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.9-18 มก./กก. (อยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 120-137 มก./กก. (อยู่ในระดับสูง)

2. องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์

มูลวัวที่ใช้ในการทดลองเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในแหล่งปลูก มีค่าเฉลี่ยอินทรีย์คาร์บอน 21.1-25.1 % อินทรีย์วัตถุ 40.2-43.2 % ไนโตรเจน 1.08-1.15 % ฟอสฟอรัส 1.10-1.31 % P_2O_5 และโพแทสเซียม 0.81-1.19 % K_2O ดังนั้น ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดินให้ธาตุอาหารไนโตรเจนโดยเฉลี่ย 8.6-9.2 กก./ไร่ ฟอสฟอรัส 8.8-10.5 กก. P_2O_5 /ไร่ และโพแทสเซียม 6.4-9.5 กก./ไร่ อย่างไรก็ตาม การใส่มูลวัว 800 กก./ไร่ น้ำหนักแห้ง/ไร่ จะให้อินทรีย์คาร์บอน 168.8-200.0 กก./ไร่ (ตารางที่ 2)

3. ผลผลิตของข้าวโพด

การให้ผลผลิตของข้าวโพดโดยเฉลี่ยปีที่ 1-2 แม้จะทำการทดลองต่างพื้นที่ แต่การให้ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร กรรมวิธีปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและกรรมวิธี 0.5 เท่าปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+มูลวัว 800 กก./ไร่ น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีค่าใกล้เคียงกัน (อยู่ในช่วง 1,131-1,179 กก./ไร่ และ 793-979 กก./ไร่ ตามลำดับ) และสูงกว่ากรรมวิธี

อื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 760-829 กก./ไร่ และ 586-758 กก./ไร่ ตามลำดับ ยังพบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลยก็ให้ผลผลิตไม่ต่างกับการใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 3)

4. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆของข้าวโพด

ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้มวลน้ำหนักรวมแห้งเฉลี่ยของเมล็ด 842 กก./ไร่ ซึ่ง 156 กก./ไร่ ลำต้นและใบ 934 กก./ไร่ จะมีธาตุอาหารในส่วนของเมล็ดเฉลี่ย 12.52 5.22 และ 4.18 กก.ของ N, P₂O₅ และ K₂O/ไร่ จากส่วนของซึ่ง 0.74 0.23 และ 1.38 กก.ของ N, P₂O₅ และ K₂O/ไร่ และจากส่วนของลำต้นและใบ 4.47 4.24 และ 14.89 กก.ของ N, P₂O₅ และ K₂O/ไร่ ส่วนพันธุ์ปี80 ที่มีมวลน้ำหนักรวมแห้งของเมล็ดเฉลี่ย 902 กก./ไร่ ซึ่ง 141 กก./ไร่ ลำต้นและใบ 984 กก./ไร่ ดังนั้น เมล็ดมีธาตุอาหารโดยเฉลี่ย 11.94 5.02 และ 4.52 กก.ของ N, P₂O₅ และ K₂O/ไร่ จากส่วนของซึ่ง 0.92 0.32 และ 1.47 กก.ของ N, P₂O₅ และ K₂O/ไร่ และจากส่วนของลำต้นและใบ 5.15 4.26 และ 16.11 กก.ของ N, P₂O₅ และ K₂O/ไร่ การนำผลผลิตพันธุ์นครสวรรค์ 3 และปี80 ออกไปนอกพื้นที่ทำให้สูญเสียธาตุอาหารเท่ากับ 13.3-5.5-5.6 และ 12.9-5.3-6.0 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ต่อฤดู ตามลำดับ แต่หากไม่ไถกลบเศษซากพืชลงดินจะสูญเสียธาตุอาหารทั้งหมด 17.7-9.7-20.5 และ 18.0-9.6-22.1 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ต่อฤดู ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

5. สมดุลธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ในปีที่ 1 การไม่ใส่ปุ๋ยเลยที่มีการไถกลบหรือนำเศษซากพืชออกจะทำให้ธาตุอาหารในพื้นที่ขาดดุล 14.48-7.28-19.35 และ 16.52-7.62-21.13 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ เช่นเดียวกันการจัดการปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรและการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินก็ยังคงพบว่าธาตุอาหารในดินขาดดุลเฉลี่ย 7.85-12.28 กก.N/ไร่ 3.42-5.50 กก.P₂O₅/ไร่ และ 23.97-29.07 กก.K₂O/ไร่ (ตารางที่ 6) ขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลวัวเพียงอย่างเดียวหรือใส่มูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ฟอสฟอรัสเกินดุล 0.13-3.23 กก.P₂O₅/ไร่ แต่ไนโตรเจนและโพแทสเซียมขาดดุล ในปีที่ 2 กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ธาตุอาหารในพื้นที่ขาดดุล (11.78-3.48-11.63 และ 13.11-4.26-11.14 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่) เช่นเดียวกับการจัดการปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (2.36-2.20-15.42 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่) หากใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินฟอสฟอรัสที่เกินดุล 5.19 กก.P₂O₅/ไร่ ส่วนไนโตรเจนและโพแทสเซียมขาดดุล อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีช่วยให้โพแทสเซียมที่ขาดดุลนั้นลดต่ำลง ส่วนฟอสฟอรัสที่เกินดุลเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและการใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 6) ดังนั้น จำเป็นยังต้องใช้มูลวัวปรับปรุงบำรุงดินร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดินต่อศักยภาพการผลิตพืชในระยะยาว นอกจากนี้ยังส่งผลต่อผลผลิตที่ได้รับอย่างเหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 4

6. การจัดการปุ๋ยต่อปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดิน

ปีที่ 1 การจัดการปุ๋ยให้ค่าพีเอชของดิน อินทรีย์วัตถุและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชตามกรรมวิธีปุ๋ยของเกษตรกรและกรรมวิธีปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่าสูงสุด (26-30 มก./กก.) ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารในดินของปีที่ 2 จากการใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียวหรือมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลให้อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใกล้เคียงกับวิธีการใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรหรือใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแต่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเลยอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 8)

7. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจรวม 2 ปี จากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมในสภาพแห้งแล้งในพื้นที่ดินเหนียวชุดดินโซคชัย พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ได้รับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนสูงแต่ก็ต่ำกว่าพันธุ์ปี 80 ที่ทุกกรรมวิธีปุ๋ยให้ผลตอบแทนสูงสุดในค่า $VCR > 2.0$ ดังนั้น หากผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพพื้นที่ดังกล่าว แนะนำให้ปลูกข้าวโพดพันธุ์ปี 80 ร่วมกับการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจึงจะได้รับผลคุ้มค่ากับการลงทุน

ปีที่ 3-4 (ปี 2556/57-2557/58)

1. สมบัติของดินก่อนการทดลอง

ผลวิเคราะห์ปีที่ 3 ดินมีพีเอชเป็นกลาง อินทรีย์วัตถุปานกลาง (3.4 %) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (57 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก 478 มก./กก. ในขณะที่ปี 4 ดินเป็นกรดเล็กน้อย อินทรีย์วัตถุต่ำ (1.96 %) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง (11.9 และ 62 มก./กก. ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 1

2. องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์

มูลวัวที่ใช้มีค่าเฉลี่ยอินทรีย์คาร์บอน 20.1-32.8 % อินทรีย์วัตถุ 42.1-56.5 % ไนโตรเจน 1.18-1.80 % ฟอสฟอรัส 0.80-1.24 % P_2O_5 และโพแทสเซียม 0.76-0.95 % K_2O ซึ่งการใส่มูลวัวอัตรา 800 กก./ไร่ คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 11.1-14.4 กก./ไร่ ฟอสฟอรัส 7.5-9.9 กก./ไร่ และโพแทสเซียม 6.1-8.9 กก./ไร่ และยังให้อินทรีย์คาร์บอน 160.8-262.4 กก./ไร่ (ตารางที่ 2)

3. ผลผลิตของข้าวโพด

ผลผลิตเฉลี่ยในปีที่ 3 และ 4 ตามกรรมวิธีปุ๋ยของเกษตรกร กรรมวิธีปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและกรรมวิธี 0.5 เท่าปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+มูลวัว 800 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยอยู่ในช่วง 563-642 และ 763-808 กก./ไร่ ตามลำดับ การจัดการปุ๋ยแบบดังกล่าวยังให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยังพบว่าการใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียวได้ผลผลิตไม่ต่างกับการไม่ใส่ปุ๋ยเลย (ตารางที่ 3) ซึ่งผลที่ได้เป็นไปได้เป็นไปในการทำงานเดียวกันกับปีที่ 1-2 แต่ผลผลิตอาจต่ำกว่าเพราะกระทบแล้งยาวนานในช่วงที่ข้าวโพดกำลังพัฒนาการเจริญเติบโต

จะเห็นว่าผลการทดลองปีที่ 1-4 การให้ผลผลิตของข้าวโพดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร กรรมวิธีปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและกรรมวิธี 0.5 เท่าปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+มูลวัว 800 กก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดและแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 3)

4. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆของข้าวโพด

ปี 2556/57 ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีมวลน้ำหนักแห้งของเมล็ด 584 กก./ไร่ ชัง 211 กก./ไร่ ลำต้นและใบ 752 กก./ไร่ ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารโดยเฉลี่ยในเมล็ด 6.71 4.41 และ 3.15 กก./ไร่ ของ N, P_2O_5 และ K_2O /ไร่ ในส่วนของชัง 1.06 0.77 และ 2.61 กก./ไร่ ของ N, P_2O_5 และ K_2O /ไร่ และในส่วนของลำต้นและใบ 3.38 1.72 และ 15.24 กก./ไร่ ของ N, P_2O_5 และ K_2O /ไร่ ในขณะที่ พันธุ์ปี 80 มีมวลน้ำหนักแห้งของเมล็ด 460 กก./ไร่ ชัง 171 กก./ไร่ ลำต้นและใบ 647 กก./ไร่ ดังนั้น ค่าเฉลี่ยธาตุอาหารในเมล็ดเท่ากับ 5.06 3.27 และ 2.49 กก./ไร่ ของ N,

P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ ซึ่ง 1.18 0.47 และ 2.30 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ และลำต้นและใบ 2.91 1.48 และ 12.97 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ ซึ่งโอกาสที่ธาตุอาหารจะสูญหายโดยการนำผลผลิตออกไปนอกพื้นที่ใน พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ พันธุ์บี80 เท่ากับ 7.8-5.2-5.8 และ 6.3-3.7-4.8 กก.N- P_2O_5 - $K_2O/ไร่/ฤดู$ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม หากไม่ไถกลบเศษซากพืชกลับลงดินแล้วนั้นธาตุอาหารทั้งหมดที่สูญเสีย 11.2-6.9-21.0 และ 9.2-5.2-17.8 กก.N- P_2O_5 - $K_2O/ไร่/ฤดู$ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ปี 2557/58 พันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้มวลน้ำหนักแห้งของเมล็ด ซึ่ง ลำต้นและใบ เท่ากับ 679 121 และ 822 กก./ไร่ ตามลำดับ พบว่ามีธาตุอาหารในเมล็ดโดยเฉลี่ย 8.96 4.66 และ 3.50 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ ในส่วนของซึ่ง 0.53 0.17 และ 1.13 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ และในส่วนของลำต้นและใบ 4.11 1.51 และ 13.61 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ ส่วนพันธุ์บี80มีมวลน้ำหนักแห้งของเมล็ด 707 กก./ไร่ ซึ่ง 103 กก./ไร่ ลำต้นและใบ 740 กก./ไร่ เมล็ดมีธาตุอาหารเฉลี่ย 8.76 4.21 และ 3.31 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ ในส่วนของซึ่ง 0.71 0.26 และ 1.09 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ และในส่วนของลำต้นและใบ 3.77 1.19 และ 11.90 กก.ของ N, P_2O_5 และ $K_2O/ไร่$ การนำเมล็ดและซึ่งของข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ออกไปนอกพื้นที่จะสูญเสียธาตุอาหาร เท่ากับ 9.5-4.8-4.6 และ 9.5-4.5-4.4 กก.N- P_2O_5 - $K_2O/ไร่/ฤดู$ การไม่ไถกลบต่อซึ่งธาตุอาหารที่สูญหายทั้งหมด เท่ากับ 13.6-6.3-18.3 และ 13.3-5.7-16.3 กก.N- P_2O_5 - $K_2O/ไร่/ฤดู$ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

5. สมดุลธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ปีที่ 3 กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยเลยให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมติดลบ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ย ตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรทำให้ดินขาดดุล 23.5 กก. $K_2O/ไร่$ แต่เกินดุลเล็กน้อย 2.6-4.5 กก.N/ไร่ และ 1.96-5.9 กก. $P_2O_5/ไร่$ จะเห็นว่าการจัดการดินด้วยการใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีให้ดินเกินดุล 2.6-4.5 กก.N/ไร่ และ 1.96-5.9 กก. $P_2O_5/ไร่$ (ตารางที่ 7)

ปีที่ 4 การใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรจะทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินติดลบเช่นเดียวกับการไม่ใส่ปุ๋ยเลย การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเกินดุล 3.99 กก. $P_2O_5/ไร่$ แต่ขาดดุล 1.61-3.09 กก.N/ไร่ และ 16.46-20.06 กก. $NK_2O/ไร่$ (ตารางที่ 7) อย่างไรก็ตาม แม้จะใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงลำพังหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีส่งผลให้ไนโตรเจนและ ฟอสฟอรัสเกินดุลเช่นเดียวกับปีที่ 3 หรือแม้จะเกินดุลแต่ในปริมาณที่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ดังนั้น เพื่อรักษาสมดุล ของธาตุอาหารต่อศักยภาพของดินในระยะยาว ควรผสมผสานการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสม

6. การจัดการปุ๋ยต่อปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดิน

จากข้อมูลตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ดินปีที่ 3 กรรมวิธีปุ๋ยตามเกษตรกรให้โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่ ต่างกับกรรมวิธีปุ๋ยอื่นๆ แต่แนวโน้มมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินยังพบว่าทุกกรรมวิธีปุ๋ยให้ปริมาณ อินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในช่วง 2.66-3.43 % และ 8.3-11.8 มก./กก. ซึ่งไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ผลวิเคราะห์ดินปีที่ 4 นั้นปริมาณธาตุอาหารในดินที่ได้รับปุ๋ยแบบต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน

7. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆกับข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 และบี80 พบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 3 เหมาะสมที่จะปลูกในชุดดินวังไฮเมื่อจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ได้รับผลตอบแทน คุ่มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด (VCR 3.2) ในขณะที่พันธุ์บี 80 ไม่ว่าจะจัดการปุ๋ยแบบใดก็ตาม นับว่าไม่คุ้มค่ากับ

การลงทุน (VCR<2) สำหรับดินเหนียวชุดดินวังสะพุงนั้นควรปลูกข้าวโพดพันธุ์ปี 80 ร่วมกับการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกรจึงจะได้รับผลตอบแทนที่ดี อย่างไรก็ตาม ดินทั้งสองชุดนี้ทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพียงฤดูเดียวเท่านั้น

9.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์3 และ ปี80 สูญเสียธาตุอาหารโดยติดออกไปกับผลผลิต 13.3-5.5-5.6 และ 12.9-5.3-6.0 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก ส่วนปริมาณธาตุอาหารในลำต้นและใบ 4.4-4.2-14.9 และ 5.1-4.3-16.1 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก การปลูกข้าวโพดในดินเหนียวชุดดินโชคชัยที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอีกทั้งนำเศษซากพืชออกไปหรือที่ปล่อยไว้ในพื้นที่จะทำให้ธาตุอาหารขาดดุล 14.48-7.28-19.35 และ 16.52-7.62-21.13 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก แม้การใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรหรือปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินก็ยังคงให้สมดุลธาตุอาหารดี แต่หากใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลวัวจะทำให้เกินดุลฟอสฟอรัส แต่ไนโตรเจนและโพแทสเซียมขาดดุล อย่างไรก็ตาม ในเขตพื้นที่แห้งแล้งต้องเลือกปลูกพันธุ์ที่เหมาะสมร่วมกับการจัดการปุ๋ยที่ดี คือ พันธุ์ปี80 และการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่า

2. ชุดดินวังไฮที่ปลูกข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 และ ปี80 จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่สูญหายไปกับผลผลิต 7.8-5.2-5.8 และ 6.2-3.7-4.8 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก ตามลำดับ ในส่วนของลำต้นและใบ 3.4-1.7-15.2 และ 2.9-1.5-12.9 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก ตามลำดับ ข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลยจะขาดดุลธาตุอาหารในพื้นที่ 8.25-4.75-15.80 และ 8.22-3.71-17.00 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก เมื่อใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินก็ยังคงให้ธาตุอาหารขาดดุลเฉลี่ย 3.09-1.39-19.22 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก ขณะที่ การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลวัวหรือใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียวจะทำให้ฟอสฟอรัสและไนโตรเจนเกินดุล เช่นเดียวกับกรรมวิธีปุ๋ยตามเกษตรกร ดังนั้นแนะนำให้ปลูกพันธุ์นครสวรรค์ 3 และจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

3. การปลูกข้าวโพดในชุดดินวังสะพุงนั้นจะสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับเมล็ดและซัง 9.5-4.8-4.6 และ 9.5-4.5-4.4 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก และปริมาณธาตุอาหารในลำต้นและใบ 4.1-1.5-13.6 และ 3.77-1.2-11.9 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูกสำหรับพันธุ์นครสวรรค์3 และปี80 สมดุลของธาตุอาหารในพื้นที่หากไม่ใส่ปุ๋ยเลย แม้จะไถกลบหรือนำเศษซากพืชออกไปจะขาดดุล 8.76-4.83-13.28 และ 9.41-4.91-14.97 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่/ฤดูปลูก การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเกินดุล 3.99 กก.P₂O₅/ไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลวัวหรือใส่มูลวัวเพียงอย่างเดียวจะทำให้เกินดุล 2.12-12.63 กก.N/ไร่ และ 3.24-12.41 กก.K₂O/ไร่ อย่างไรก็ตาม ทุกกรรมวิธีปุ๋ยขาดดุลโพแทสเซียม ดังนั้น ในสภาพพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำ แนะนำให้ปลูกข้าวโพดที่เหมาะสมกับท้องถิ่น คือ พันธุ์ปี 80 ร่วมกับการจัดการปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร พบว่ามีแนวโน้มให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในพื้นที่ดินเหนียวชุดดินโชคชัย ชุดดินวังไฮและดินวังสะพุง รวมทั้งชุดดินอื่นๆที่มีสมบัติคล้ายชุดดินทั้งสาม เป็นประโยชน์สำหรับให้นักวิชาการเกษตรไปแนะนำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมแก่เกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

Soil series	Years	Texture	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
Chokchai (Ci)	2554/55	Clay	6.9	1.43	18.0	120
	2555/56	Clay	6.6	2.88	5.9	137
Wang Hai (Wi)	2556/57	Clay	6.2	3.40	57.0	478
Wang Saphung (Ws)	2557/58	Clay	5.9	1.96	11.9	62

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของมูลวัว ปี 2554/55-2557/58

Years	T-N (%)	T-P ₂ O ₅ (%)	T-K ₂ O (%)	OC (%)	OM (%)
2554/55	1.08	1.10	0.81	21.5	40.2
2555/56	1.15	1.31	1.19	25.1	43.2
2556/57	1.18	0.80	0.95	20.1	42.1
2557/58	1.80	1.24	0.76	32.8	56.5

ตารางที่ 3 ผลผลิต ปี 2554/55-2557/58

Treatments (T)	ผลผลิต (กก./ไร่)			
	2554/55	2555/56	2556/57	2557/58
T1, no fertilizer (-R)	760b	586d	434c	549c
T2, no fertilizer (+R)	815b	619cd	437c	576c
T3, Farmer Practice (+R)	1,137a	870ab	615a	786a
T4, soil test (+R)	1,179a	793abc	642a	763a
T5, Manure 800 kgDW/rai (+R)	829b	758bcd	465bc	674b
T6, soil test+Manure 800 kgDW/rai (+R)	1,131a	979a	563ab	808a
Mean	975	768	526	693
F-test	**	**	**	**
CV (a),(b)	(24.0%), (12.7%)	(10.0%), (20.2%)	(2.6%), (18.3%)	(7.1%), (9.6%)

หมายเหตุ ^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT, ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆของข้าวโพด (เฉลี่ยจากทุกกรรมวิธี) ปีที่ 1-2

Varieties	Plant parts	Dry matter (kg/rai)	2554/55						Dry matter (kg/rai)	2555/56					
			Nutrient concentration (%)			Amount of nutrient (kg/rai)				Nutrient concentration (%)			Amount of nutrient (kg/rai)		
			N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NK3	Grain	954	1.35	0.31	0.40	13.07	6.77	4.60	729	1.64	0.22	0.43	11.96	3.67	3.76
	Cob	170	0.50	0.07	0.71	0.87	0.27	1.45	141	0.43	0.06	0.75	0.60	0.19	1.27
	Stover	995	0.54	0.10	1.31	5.45	2.28	15.64	873	0.40	0.31	1.35	3.49	6.20	14.14
B80	Grain	996	1.23	0.27	0.40	12.25	6.16	4.78	807	1.44	0.21	0.44	11.62	3.88	4.26
	Cob	145	0.66	0.11	0.83	0.96	0.36	1.44	136	0.65	0.09	0.92	0.88	0.28	1.50
	Stover	1,055	0.63	0.11	1.48	6.78	2.65	18.74	913	0.40	0.28	1.23	3.65	5.85	13.47

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆของข้าวโพด (เฉลี่ยจากทุกกรรมวิธี) ปีที่ 3 และ ปีที่ 4

Varieties	Plant parts	Dry matters (kg/rai)	2556/57						Dry matters (kg/rai)	2557/58					
			Nutrient concentration (%)			Amount of nutrient (kg/rai)				Nutrient concentration (%)			Amount of nutrient (kg/rai)		
			N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NK3	Grain	584	1.15	0.33	0.45	6.71	4.41	3.15	679	1.32	0.30	0.43	8.96	4.66	3.50
	Cob	211	0.50	0.16	1.03	1.06	0.77	2.61	121	0.44	0.06	0.78	0.53	0.17	1.13
	Stover	752	0.45	0.10	1.69	3.38	1.72	15.24	822	0.50	0.08	1.38	4.11	1.51	13.61
B80	Grain	460	1.10	0.31	0.45	5.06	3.27	2.49	707	1.24	0.26	0.39	8.76	4.21	3.31
	Cob	171	0.69	0.12	1.12	1.18	0.47	2.30	103	0.69	0.11	0.88	0.71	0.26	1.09
	Stover	647	0.45	0.10	1.67	2.91	1.48	12.97	740	0.51	0.07	1.34	3.77	1.19	11.90

ตารางที่ 6 สมดุลธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปีที่ 1 และ ปีที่ 2

Treatments (T)	2554/55			2555/56		
	N Balances	P Balances	K Balances	N Balances	P Balances	K Balances
	(kgN/rai)	(kgP ₂ O ₅ /rai)	(k K ₂ O/rai)	(kgN/rai)	(kgP ₂ O ₅ /rai)	(kgK ₂ O/rai)
NK3 varieties	-10.77	-3.42	-18.72	-7.64	2.63	-7.26
B80 varieties	-11.47	-3.39	-23.31	-7.85	2.14	-10.74
F-test	<1	<1	ns	<1	ns	ns
CV(%)	40.5	19.3	30.4	25.4	37.5	37.6
T1, no fertilizer (-R)	-14.48bc	-7.28e	-19.35	-11.78cd	-3.48d	-11.63b
T2, no fertilizer (+R)	-16.52c	-7.62e	-21.13	-13.11d	-4.26d	-11.14b
T3, Farmer Practice (+R)	-7.85a	-3.42c	-29.07	-2.36a	-2.20c	-15.42c
T4, soil test (+R)	-12.28b	-5.50d	-23.97	-8.19bc	5.19b	-9.53b
T5, Manure 800 kgDW/rai (+R)	-7.00a	0.13b	-18.58	-8.91bc	4.89b	-4.31a
T6, soil test+Manure 800 kgDW/rai (+R)	-8.6a	3.23a	-13.98	-6.85b	14.17a	-1.96a

F-test	**	**	ns	**	**	**
CV(%)	26.6	32.9	15.5	37.5	37.6	25.4

หมายเหตุ ^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT, ^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, ****** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 7 สมดุลธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปีที่ 3 และ ปีที่ 4

Treatments (T)	2556/57			2557/58		
	N Balances	P Balances	K Balances	N Balances	P Balances	K Balances
	(kgN/rai)	(kgP ₂ O ₅ /rai)	(kgK ₂ O/rai)	(kgN/rai)	(kgP ₂ O ₅ /rai)	(kgK ₂ O/rai)
NK3 varieties	-2.56	-1.37	-16.83	-1.51	1.35	-14.86
B80 varieties	-0.61	0.76	-13.74	-1.19	2.02	-13.02
F-test	ns	ns	ns	<1	ns	ns
CV(%)	41.6	24.8	12.6	28.7	25.6	11.6
T1, no fertilizer (-R)	-8.25c	-4.75e	-15.80b	-8.76d	-4.83d	-13.28b
T2, no fertilizer (+R)	-8.22c	-3.71de	-17.00b	-9.41d	-4.91d	-14.97bc
T3, Farmer Practice (+R)	2.93a	-0.18bc	-23.50c	-1.61c	-0.19c	-20.06d
T4, soil test (+R)	-3.09b	-1.39cd	-19.22b	-3.09c	3.99b	-16.46c
T5, Manure 800 kgDW/rai (+R)	2.60a	1.96b	-8.55a	2.12b	3.24cb	-10.28a
T6, soil test+Manure 800 kgDW/rai (+R)	4.54a	5.88a	-7.63a	12.63a	12.41a	-8.60a
F-test	**	**	**	**	**	**
CV(%)	26.7	30.5	18.1	23.1	13.1	16.4

หมายเหตุ ^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT, ^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 8 ปริมาณธาตุอาหารในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด ปี 2554/55-2557/58

Treatments (T)	2554/55				2555/56				2556/57				2557/58			
	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
NK3 varieties	6.0	2.23	22	86	6.1	2.79	9.3	181	5.9	2.93	11.26	253	4.24	1.12	2.3	459
B80 varieties	5.9	2.32	18	113	6.0	2.82	11.1	163	5.9	3.03	10.42	257	4.24	1.08	2.6	442
F-test	<1	<1	<1	<1	<1	ns	<1	<1	ns	<1	<1	ns	<1	<1	<1	<1
CV(%)	24.1	18.0	28.1	49.0	17.0	15.0	17.5	16.2	8.0	14.2	20.1	19.5	8.9	13.9	40.0	15.0
T1	6.0	2.16	14b	88	6.0	2.55b	5.1c	150b	5.8	2.98	9.2	218c	4.2	1.09bc	3.0	425
T2	6.2	2.33	15b	83	6.1	2.51b	5.3c	152b	5.8	3.00	11.3	245bc	4.2	1.05c	1.7	421
T3	5.9	2.34	26a	107	5.9	2.96ab	11.4ab	158b	5.8	3.06	11.8	269ab	4.2	1.09bc	2.8	445
T4	6.1	2.32	30a	104	5.7	2.65b	8.0bc	168b	6.1	2.66	8.3	303a	4.2	1.03c	1.8	433
T5	6.0	2.21	17b	108	6.3	2.96ab	15.2a	191a	5.9	3.07	10.2	250bc	4.4	1.15ab	2.9	489
T6	5.7	2.52	19b	108	6.2	3.22a	16.3a	213a	6.0	3.43	11.7	244bc	4.3	1.19a	2.5	491
F-test	<1	ns	**	ns	<1	*	**	**	<1	<1	<1	*	ns	ns	ns	ns
CV(%)	9.0	9.5	25.2	20.4	4.9	13.1	41.3	13.7	6.0	10.5	27.6	14.0	3.1	6.0	45.0	9.9

หมายเหตุ ^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT, ^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ,

*, ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99%

ตารางที่ 9 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Treatments (T) (kgN-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	VCR		
	1 st -2 nd Years	3 rd Years	4 th Years
NK3 varieties			
T1, no fertilizer (-R)	0	0	0
T2, no fertilizer (+R)	0	0	0
T3, Farmer Practice (+R)	1.5	1.8	2.0
T4, soil test (+R)	2.0	3.2	1.1
T5, Manure 800 kgDW/rai (+R)	0.7	0.5	1.2
T6, soil test+Manure 800 kgDW/rai (+R)	1.3	0.6	1.0
B80 varieties			
T1, no fertilizer (-R)	0	0	0
T2, no fertilizer (+R)	0	0	0
T3, Farmer Practice (+R)	2.3	1.1	2.1
T4, soil test (+R)	2.9	0.9	1.5
T5, Manure 800 kgDW/rai (+R)	2.0	0.0	1.3
T6, soil test+Manure 800 kgDW/rai (+R)	2.6	0.8	1.2

11.เอกสารอ้างอิง

- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Davis L.E. 1943. Measurements of pH with the glass electrode as affected by soil moisture. *Soil Science.* 56(6):405-422.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. *In* C.A. Black, ed. *Methods of Soil Analysis. Part II.* Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin
- Walkey A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.