

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2560

1. แผนงานวิจัย :
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์  
กิจกรรม : ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์  
ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้น
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์  
NSX052014 ในกลุ่มดินร่วนเหนียวปนทราย-ร่วนปนทรายแข็ง จ.  
อุทัยธานี  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Response of Maize NSX 052014 to Nitrogen Fertilizer in Sandy  
clay loam - Silty loam Soil, Uthai Thanee Province
4. คณะผู้ดำเนินงาน  
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวนิตา โนบรรเทา<sup>1</sup>  
ผู้ร่วมงาน : นางสาวแววตา พลกุล<sup>1</sup>  
นางสุภาพร สุขโต<sup>2</sup>  
นางสาวศุภาภรณ์ ล้วนมณี<sup>1</sup>  
นายสุริพัฒน์ ไทยเทศ<sup>3</sup>  
นายอนันต์ ทองภู<sup>1</sup>

### 5. บทคัดย่อ

ข้าวโพดแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมและมีความต้องการธาตุอาหารต่างกัน ดังนั้นจึงได้ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 ดำเนินการทดลองในดินร่วนปนทรายแข็ง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี และในแปลงเกษตรกร จังหวัดอุทัยธานี วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Blocks (RCB) 4 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตราได้แก่ 0 10 20 30 และ 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 5 กิโลกรัม  $P_2O_5$  ต่อไร่ และ 10 กิโลกรัม  $K_2O$  ต่อไร่ ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายแข็ง เมื่อปลูกตามฤดูกาลปกติและไม่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 10-5-10 กิโลกรัม N- $P_2O_5$ - $K_2O$  ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการสร้างผลผลิตสูง ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด และลด

<sup>1</sup> กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5

<sup>3</sup> ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

การใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลงได้ แต่ถ้ามีการให้น้ำเสริม การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มมากขึ้นเป็น 20-5-10 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างผลผลิต และยังให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน

**คำสำคัญ :** ไนโตรเจน ธาตุอาหาร ปุ๋ย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร

## Abstract

Regarding maize has been responds to genetic varieties and environmental conditions with affected to nutrient requirements. Therefore, the response to nitrogen fertilizer of maize variety NSX 052014 was investigated in the silty loam soil at Uthai Thanee Agricultural Research and Development Center (UTARDC) and farmer field, Uthai Thanee Province. The experiment was arranged in Randomized Complete Blocks (RCB) with 4 replications, treatments consisted of five nitrogen fertilizer rates, namely 0, 10, 20, 30 and 40 kg N/rai. All treatments were phosphate and potassium fertilizers based on soil analysis at the rate of 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / rai and 10 kg K<sub>2</sub>O/rai. The results shown that maize variety NSX052014 planted in regular season with no supplemental water supply in drought crisis was responded to nitrogen fertilizer at the rate of 10-5-10 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O /rai which had high agronomic efficiency and give the most economic return and reduced use of nitrogen fertilizer. If there is supplemental water supply, increasing nitrogen fertilization application up to the rate of 20-5-10 kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O /rai increased productivity and it also provides an economic return.

**Keywords:** Nitrogen, Nutrients, Fertilizer, Maize, Nutrient use efficiency (NUE)

## 6. คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในภาคอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ของประเทศไทย ในปีการผลิต 2558 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร รายงานว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประมาณ 6.6 ล้านไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 4.06 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตต่อเนื้อที่ปลูกเฉลี่ย 654 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) โดย 90 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ภายในประเทศ ซึ่งในปี 2555 ประเทศไทยมีการนำเข้าเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1.97 แสนตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี แต่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสม การปรับปรุงพันธุ์ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง การเลือกใช้พันธุ์ที่ดีให้ผลผลิตสูงและเหมาะสมกับพื้นที่ ตลอดจนการจัดการดินและปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับลักษณะและสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน

นอกจากนี้ธาตุอาหารพืชยังมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไนโตรเจนที่มีความสำคัญมากที่สุดในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพด และข้าวโพดมีความต้องการตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโตจนถึงการสร้างเมล็ด หากข้าวโพดขาดไนโตรเจนหรือได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอแก่ความต้องการ จะทำให้การออกดอกตัวผู้และการออกดอกตัวเมียช้าลง ส่งผลกระทบต่อทำให้ผลผลิต (Banzinger *et al.*, 2000) จากการศึกษาของศุภกาญจน์ และคณะ (2556) พบว่าการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกภายใต้วิธีการจัดการดิน-ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีความสัมพันธ์กับการดูใช้นิโตรเจนของข้าวโพดอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่าเมื่อข้าวโพดให้ผลผลิตเมล็ด (ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์) 376 821 1,030 และ 1,080 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการดูใช้นิโตรเจนเท่ากับ 6 13 20 และ 22 กิโลกรัม N ต่อไร่ ตามลำดับ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวชุดดินสมอทอดโดยใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 10-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ของ  $N-P_2O_5-K_2O$  มีประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจนในทางสรีรวิทยา (PNUE) เท่ากับ 63 กิโลกรัมของผลผลิตต่อ 1 กิโลกรัมของไนโตรเจนที่พืชดูใช้ เนื่องจากข้าวโพดมีความต้องการไนโตรเจนต่างกันไปตามแต่ละพันธุ์และสภาพแวดล้อม จึงมีการตอบสนองและมีประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจนในการสร้างผลผลิตแตกต่างกัน ดังนั้นในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดจำเป็นต้องทราบถึงความต้องการธาตุอาหารและการตอบสนองต่อปุ๋ยของข้าวโพดพันธุ์ต่างๆ ที่เหมาะสมกับพันธุ์และพื้นที่ปลูก เพื่อเป็นข้อมูลจำเพาะในแต่ละพันธุ์สำหรับใช้ในการรับรองพันธุ์ต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นคำแนะนำในการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างเหมาะสมกับพื้นที่ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์อายุสั้นในกลุ่มดินร่วนเหนียวปนทราย-ร่วนปนทรายแข็ง

## 7. วิธีดำเนินการ

### 7.1 อุปกรณ์

- 1) เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014
- 2) ปุ๋ยเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)
- 3) อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน เช่น ท่อเจาะดินสแตนเลส กระบอกสแตนเลสสำหรับเก็บตัวอย่างดินขนาด 100 มิลลิลิตร พลั่วมือสแตนเลส ค้อนทองแดง ถุงพลาสติก
- 4) อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างพืช เช่น ถุงกระดาษ ถุงตาข่าย
- 5) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดิน เช่น สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7 กรดซัลฟิวริก โพแทสเซียมไดโครเมต เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ กรดแอสคอร์บิก แอมโมเนียมโมลิบเดต แอมโมเนียมอะซิเตท สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม เป็นต้น
- 6) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์พืช เช่น กรดไนตริก กรดเปอร์คลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดบอริก แอมโมเนียมเมตาฟอสเฟต แอมโมเนียมโมลิบเดต เป็นต้น

7) เครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและพืช เช่น เครื่องเปรียบเทียบสี เครื่อง Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES)

## 7.2 วิธีการ

ดำเนินการทดลองพร้อมกันใน 2 พื้นที่ ได้แก่ ในแปลงเกษตรกรรม หมู่ที่ 8 ตำบลพลวงสองนาง อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 2 แปลง (พิกัดแปลง 47P X=578643 Y=1720464 และ 47P X=579506 Y=1719809) และแปลงทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี หมู่ที่ 5 ตำบลเขากวางทอง อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี (พิกัดแปลง 47P X=576595 Y=1703754) ซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริม วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีเป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-10 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)
- 2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (10-5-5 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)
- 3) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (20-5-5 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)
- 4) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (30-5-5 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)
- 5) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-5-5 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)

ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน จากผลการวิเคราะห์ดินดังแสดงใน Table 1 ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.7-0.8 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 11.7-51.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 55.7-95.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อัตราปุ๋ยที่ได้ตามคำแนะนำของค่าวิเคราะห์ดินคือ 20-5-5 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่

**Table 1** Basic soil properties at 0-20 cm. depth before planting

Parameters	Farmer field	UTARDC*
Soil pH (1:1)	5.9±0.07	6.4±0.78
Organic matter (%)	0.7±0.06	0.8±0.01
Available phosphorus (mg/kg)	11.7±0.78	51.0±2.76
Exchangeable potassium (mg/kg)	55.7±7.57	95.5±6.36

หมายเหตุ \* UTARDC = Uthai Thanee Agricultural Research and Development Center

โดยในปี 2559 แปลงทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์ NSX052014 เมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2559 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2559 มีปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงปลูก 975 มิลลิเมตร ส่วนแปลงเกษตรกรรมที่ตำบลพลวงสองนาง อำเภอสว่างอารมณ์ อุทัยธานี ปลูกข้าวโพดเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2559 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2559 และมีปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงปลูก 1,071 มิลลิเมตร (Figure 1)

ส่วนในปี 2560 แปลงทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์ NSX052014 เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2560 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 27 กันยายน 2560 มีปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงปลูก 680 มิลลิเมตร ส่วนแปลงเกษตรกรรมที่ตำบลพลวงสองนาง อำเภอสว่างอารมณ์ อุทัยธานี

ปลูกข้าวโพดเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2560 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2560 และมีปริมาณน้ำฝนสะสมในช่วงปลูก 406 มิลลิเมตร (Figure 2)

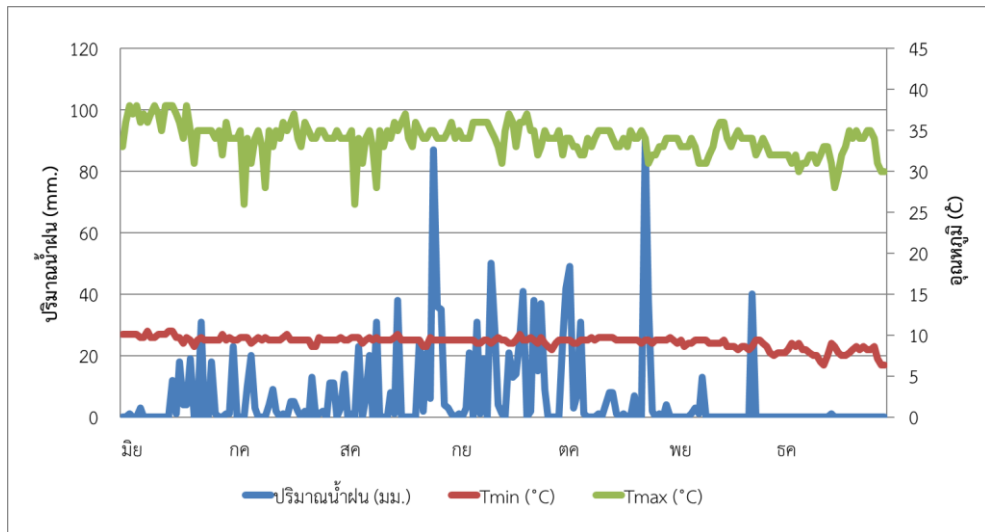


Figure 1 Daily rainfall during growing period in 2559

ขนาดแปลงย่อย 6 x 6 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตรา ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทช ใส่เต็มอัตราเมื่อข้าวโพดอายุ 3-4 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งที่ 2 อีกครึ่งอัตรา เก็บเกี่ยวข้าวโพดที่อายุ 90-95 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยว 12 ตารางเมตร

สุมเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย เพื่อนำมาวิเคราะห์ pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

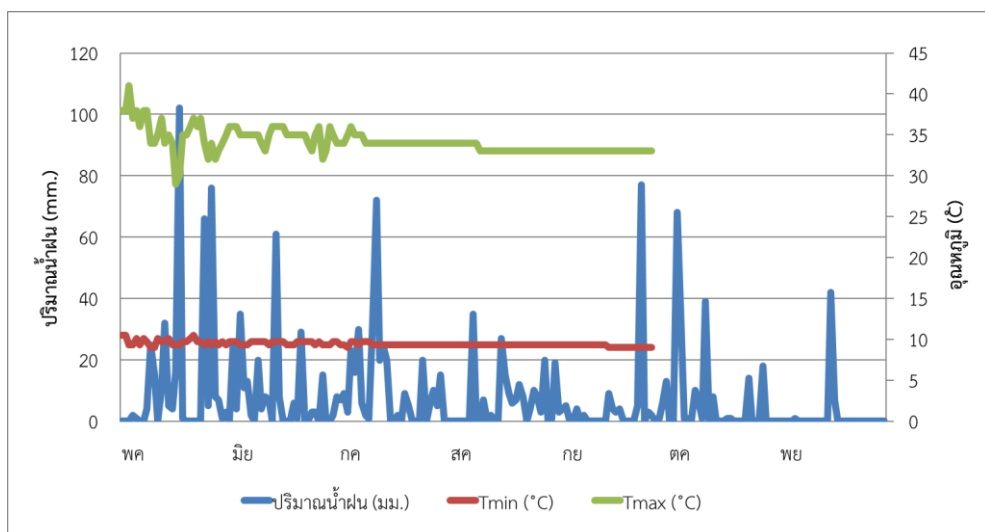


Figure 2 Daily rainfall during growing period in 2560

การวิเคราะห์ดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ใช้อัตราส่วนดิน: น้ำ เท่ากับ 1:1 วัดโดย pH meter (Peech, 1965) อินทรีย์วัตถุด้วยวิธี Walkley and Black (Jackson, 1958) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1945) วัดความเข้มของสีเทียบกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate pH 7.0 (Chapman, 1965) และวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 5300 DV) เทียบกับสารละลายมาตรฐาน

วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพืช โดยย่อยตัวอย่างพืชด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นและวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธีการกลั่น (ประไพ, 2544)

วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ค่า F-value และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้ Value to Cost Ratio (VCR)

$$\begin{aligned} \text{รายได้สุทธิ (Gross return)} &= \text{ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม} \times \text{ราคาผลผลิต} \\ \text{ผลตอบแทนสุทธิ (Net return)} &= \text{รายได้สุทธิ} - \text{ต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม} \\ \text{VCR} &= \text{รายได้สุทธิ} / \text{ต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม} \end{aligned}$$

### 7.3 เวลาและสถานที่

เริ่มต้นเดือนกันยายน 2558 สิ้นสุดเดือนตุลาคม 2560

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 จังหวัดอุทัยธานี และแปลงเกษตรกรที่ตำบลพลวงสองนาง อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 8.1 ลักษณะของหน้าตัดดินแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี

จากการขุดเจาะหลุมขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร เพื่อศึกษาลักษณะหน้าตัดดิน พร้อมเก็บตัวอย่างดินในแต่ละชั้นหน้าตัดดิน มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่าแปลงทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายตลอดชั้นหน้าตัด ไม่พบกรวดปนตลอดความลึกหน้าตัดดิน มีความลึกของหน้าตัดดินมากกว่า 200 เซนติเมตร (Table 2) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 7.24 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ มีฟอสฟอรัสสะสมในดินสูง

**Table 2** Soil profile description at Uthai Thanee Research and Development Center (UTRDC), Uthai Thanee Province, UTM: 47P X=576595 Y=1703754

Dept (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture	pH	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
0-22	70.15	17.50	12.35	Sandy loam	7.24	0.90	31.3	48.96
22-53	70.22	17.42	12.35	Sandy loam	7.69	0.38	4.9	29.64
53-90	70.22	15.35	14.42	Sandy loam	7.35	0.19	4.5	35.39

### 8.2 ลักษณะของหน้าตัดดินแปลงทดลองของเกษตรกร

จากการขุดเจาะหลุมขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร ของแปลงเกษตรกร (นายไพบุลย์ แต่งรัมย์) เพื่อศึกษาลักษณะหน้าตัดดิน พร้อมเก็บตัวอย่างดินในแต่ละชั้นหน้าตัดดิน มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี (Table 3 and 4) พบว่า ชั้นบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงด่างอ่อน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำมาก รวมทั้งปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ดินในพื้นที่แปลงนี้มีลักษณะเป็นดินตื้นและมีกรวดปนเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ตลอดความลึกหน้าตัดดิน ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะมีผลต่อการซาบซึมน้ำและไปจำกัดการไหลของรากลงสู่ชั้นดินล่าง ดังนั้นเมื่อเกิดสภาวะแล้ง พืชอาจแสดงอาการขาดน้ำได้ง่าย และมีผลกระทบต่อ การให้ผลผลิตของข้าวโพดได้

**Table 3** Soil profile description at farmer field 1, Uthai Thanee Province (year 2016)

UTM: 47P X=578643 Y=1720464

Dept (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture	pH	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
0-22	76.01	9.57	14.4	Sandy loam	7.31	0.97	18.6	58.28
22-41	55.72	17.78	26.5	Sandy clay loam	8.40	0.92	6.3	52.51
41-80	53.94	17.57	28.5	Sandy clay loam	8.25	0.78	4.3	40.62
80-100	57.79	17.71	24.5	Sandy clay loam	7.87	0.54	1.5	21.06

**Table 4** Soil profile description at farmer field 2, Uthai Thanee Province (year 2017)

UTM: 47P X=579506 Y=1719809

Depth (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture	pH (1:1)	OM (%)	Avai. P mg/kg	Exch. K mg/kg
0-18	72.1	9.57	18.34	Sandy loam	5.65	0.82	4.6	23.6
18-50	58.1	13.57	28.34	Sandy clay loam	4.93	0.62	2.2	13.1

### 8.3 ผลผลิตและการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายแบ่งในแปลงเกษตรกรและที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเด่นชัด (Figure 3 and 4) ซึ่งข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งในปี 2559 การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30-32 เปอร์เซ็นต์ (Table 5 and 6) และให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยในแปลงเกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,114 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนที่ปลูกในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี ให้ผลผลิต 1,240 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2560 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 ที่ปลูกในแปลงเกษตรกรตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 11.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ปลูกในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งทั้งสองแปลงให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 1,325-1,601 กิโลกรัมต่อไร่

**Table 5** Grain yield of maize variety NSX 052014 at 2 locations in year 2016

Applied N (kg N/rai)	Grain yield* at Farmer field (kg/rai)	Yield increase (%)	Grain yield* at UTARDC (kg/rai)	Yield increase (%)
0	776 b	-	839 b	-
10	1007 a	22.9	916 ab	8.4
20	1050 a	26.1	1109 ab	24.3
30	1114 a	30.3	1240 a	32.3
40	1040 a	25.4	1177 a	28.7
CV. (%)	11.4		18.9	

Note: \* 15% moisture content

Mean followed by a common letter are not different at  $P < 0.05$  level by DMRT**Table 6** Grain yield of maize variety NSX 052014 at 2 locations in year 2017

Applied N	Grain yield*	Yield increase	Grain yield*	Yield increase
-----------	--------------	----------------	--------------	----------------



(kg N/rai)	at Farmer field (kg/rai)	(%)	at UTARDC (kg/rai)	(%)
0	1173 ab	-	1026 b	-
10	1255 ab	6.5	1372 a	25.2
20	1325 a	11.5	1453 a	29.4
30	1176 ab	0.3	1601 a	26.7
40	1039 b	-12.9	1532 a	23.4
CV. (%)	12.6		13.4	

Note: \* 15% moisture content

Mean followed by a common letter are not different at P<0.05 level by DMRT

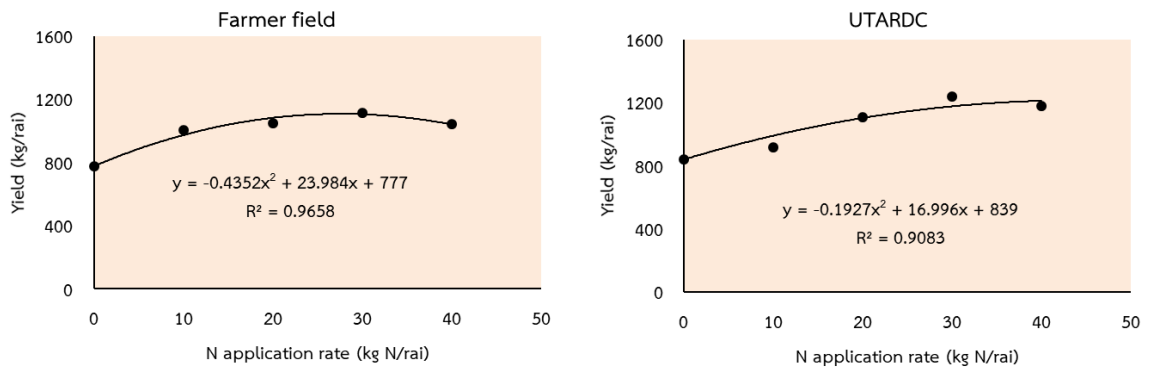


Figure 3 Response of maize NSX 052014 to nitrogen fertilizer in silty loam soil (year 2016)

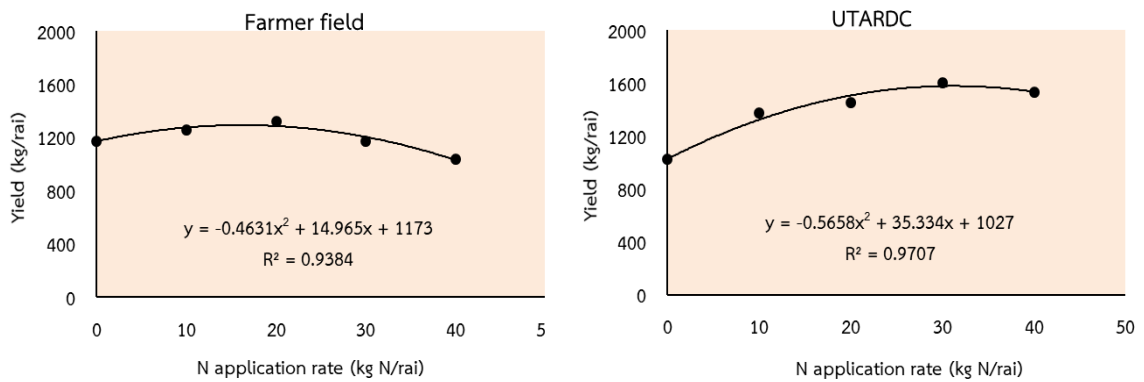


Figure 4 Response of maize NSX 052014 to nitrogen fertilizer in silty loam soil (year 2017)

#### 8.4 ประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX052014

การประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในปุ๋ย สามารถประเมินได้จาก ประสิทธิภาพการสร้างผลผลิต (agronomic efficiency) หรือประสิทธิภาพผลผลิต (yield efficiency) ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ย (apparent recovery efficiency) และ ประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตเชิงสรีระ (agrophysiological efficiency) พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 ในแปลงเกษตรกร มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 23 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนจะลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่วนข้าวโพดที่ปลูกในแปลงที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 13.5 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ (Table 7 and 8) ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX052014 ที่ปลูกในแปลงเกษตรกรมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนต่ำกว่าที่ปลูกในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี

#### 8.5 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX052014

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายแข็ง (Table 9 and 10) พบว่า ในแปลงเกษตรกร เมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา 10-5-10 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด ส่วนในแปลงที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี การใส่ปุ๋ยที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน คือที่อัตรา 20-5-10 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ จากผลการทดลองทั้งสองปีในสองพื้นที่ จะเห็นได้ว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 10-20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งการใช้ปุ๋ยทั้งสองอัตราดังกล่าว มีความคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด

**Table 7** Nitrogen use efficiency (NUE) for maize variety NSX052014 in year 2016

Applied N (kg N/rai)	Grain yield (kg/rai)	Grain N* (%)	N uptake* (kg/rai)	ANUE* (kg/kg)	APNUE* (kg/kg)	ANRE* (%)
Farmer field						
0	776	1.2	9.3	-	-	-
10	1007	1.2	12.1	23.1	83.3	27.7
20	1050	1.4	14.7	13.7	50.9	26.9
30	1114	1.3	14.5	11.3	65.4	17.2
40	1040	1.5	15.6	6.6	42.0	6.9
UTARDC						
0	839	1.2	10.1	-	-	-
10	916	1.3	11.9	7.7	41.8	18.4
20	1109	1.3	14.4	13.5	62.1	21.7
30	1240	1.3	16.1	13.4	66.3	20.2

40	1177	1.4	16.5	8.5	52.7	4.6
----	------	-----	------	-----	------	-----

Note: \* Calculated from dry weight

ANUE, agronomic efficiency = (grain yield  $N_F$  - grain yield  $N_0$ ) /  $N_F$  applied

APNUE, agrophysiological efficiency = (grain yield  $N_F$  - grain yield  $N_0$ ) / (N uptake  $N_F$  - N uptake  $N_0$ )

ANRE, apparent nitrogen recovery = (N uptake  $N_F$  - N uptake  $N_0$ ) /  $N_F$  applied x 100

**Table 8** Nitrogen use efficiency (NUE) for maize variety NSX052014 in year 2017

Applied N (kg N/rai)	Grain yield (kg/rai)	Grain N* (%)	N uptake* (kg/rai)	ANUE* (kg/kg)	APNUE* (kg/kg)	ANRE* (%)
Farmer field						
0	1173	0.9	7.2	-	-	-
10	1255	1.1	12.1	34.3	70.0	28.0
20	1325	1.0	11.2	13.1	65.5	45.2
30	1176	1.1	13.7	13.0	60.2	36.9
40	1039	1.4	14.5	6.8	37.1	18.7
UTARDC						
0	1026	1.4	10.1	-	-	-
10	1372	1.5	13.3	19.5	60.9	49.8
20	1453	1.6	16.5	16.8	52.3	61.1
30	1601	2.2	22.8	12.6	29.8	65.3
40	1532	1.9	20.8	10.7	39.9	47.1

Note: \* Calculated from dry weight

ANUE, agronomic efficiency = (grain yield  $N_F$  - grain yield  $N_0$ ) /  $N_F$  applied

APNUE, agrophysiological efficiency = (grain yield  $N_F$  - grain yield  $N_0$ ) / (N uptake  $N_F$  - N uptake  $N_0$ )

ANRE, apparent nitrogen recovery = (N uptake  $N_F$  - N uptake  $N_0$ ) /  $N_F$  applied x 100

**Table 9** Economic return analysis of nitrogen fertilizer application for maize variety NSX052014 in year 2016

Fertilizer applied (kg N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai)	Grain yield (kg/rai)	Increase Yield (%)	Gross returns (Baht/rai)	Expenditure on fertilize (Baht/rai)	Net return (Baht/rai)	VCR
Farmer field						
0-5-10	776	-	-	-	-	-
10-5-10	1007	22.9	1733	248	1485	6.0
20-5-10	1050	26.1	2055	496	1559	3.1
30-5-10	1114	30.3	2535	744	1791	2.4
40-5-10	1040	25.4	1980	992	988	1.0
UTARDC						
0-5-10	839	-	-	-	-	-
10-5-10	916	8.4	578	248	330	1.3
20-5-10	1109	24.3	2025	496	1529	3.1
30-5-10	1240	32.3	3008	744	2264	3.0
40-5-10	1177	28.7	2535	992	1543	1.6

Fertilizers price: 46-0-0 (24.8 baht/kg N) 0-46-0 (37.4 baht/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and 0-0-60 (27.7 baht/kg K<sub>2</sub>O)

Yield price: 7.5 baht/kg

**Table 10** Economic return analysis of nitrogen fertilizer application for maize variety NSX052014 in year 2016

Fertilizer applied (kg N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/rai)	Grain yield (kg/rai)	Increase Yield (%)	Gross returns (Baht/rai)	Expenditure on fertilize (Baht/rai)	Net return (Baht/rai)	VCR
Farmer field						
0-5-10	1173	-	-	-	-	-
10-5-10	1255	6.5	615	248	367	1.5
20-5-10	1325	11.5	1140	496	644	1.3
30-5-10	1176	0.3	23	744	-722	-1.0
40-5-10	1039	-12.9	-1005	992	-1997	-2.0
UTARDC						
0-5-10	1026	-	-	-	-	-
10-5-10	1372	25.2	2595	248	2347	9.5
20-5-10	1453	29.4	3203	496	2707	5.5
30-5-10	1601	26.7	4313	744	3569	4.8
40-5-10	1532	13.4	3795	992	2803	2.8

Fertilizers price: 46-0-0 (24.8 baht/kg N) 0-46-0 (37.4 baht/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and 0-0-60 (27.7 baht/kg K<sub>2</sub>O)

Yield price: 7.5 baht/kg

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX 052014 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายแบ่ง เมื่อปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง การใส่ปุ๋ยในอัตรา 10-5-10 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูง ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด และสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้

แต่เมื่อประสบกับภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง จำเป็นต้องให้น้ำเสริม การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มมากขึ้น เป็น 20-5-10 กิโลกรัม N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ และยังให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สามารถใช้เป็นคำแนะนำในการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างเหมาะสมกับพื้นที่
2. ใช้เป็นข้อมูลจำเพาะต่อความต้องการธาตุอาหารและการตอบสนองต่อปุ๋ยของข้าวโพดในแต่ละพันธุ์ สำหรับใช้ในการรับรองพันธุ์ต่อไป

## 11. คำขอบคุณ -

## 12. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพมหานคร. 215 หน้า.
- ประไพ ชัยโรจน์. 2544. การวิเคราะห์ไนโตรเจนพืช. หน้า 108-112. *ใน:* คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 164 หน้า.
- ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ดาวรุ่ง คงเทียน ชลวุฒิ ละเอียด สาธิต อารีรักษ์ พิเชษฐุ์ กรุดลอยมา. 2556. ผลระยะยาวของการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. น. 90-108 *ใน:* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36 วันที่ 5-7 มิถุนายน 2556 ณ โรงแรมอัสวีร์รณ จังหวัดหนองคาย.
- Banzinger, M., G.O. Edmeades, D. Beck and M. Bellon. 2000. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize: From Theory to Practice. Mexico, D. F. CIMMYT.
- Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of Total Organic and Available forms of Phosphorus in Soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Chapman, D. D. 1965. Total Exchange Bases, pp. 902-904. *In* C. A. Black (ed.). Method of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties No. 9. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

Jackson, M. L. 1985. Soil Chemical Analysis. 214-221.

Peech, M. 1965. Hydrogen-ion Activity, pp. 914-925. *In* C. A. Black (ed.). Method of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties No. 9. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.