

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม
อายุเก็บเกี่ยวยาวในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ จังหวัดนครสวรรค์
Study on Nitrogen Use Efficiency of Late Maturity Hybrid Maize Grown
on Clay - Clay Loam Soil at Nakhon Sawan Province

กิตจเมธ แจ่มศิริกุล	ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ดาวรุ่ง คงเทียน ²	กานิตา จงเจือกกลาง ¹ วรกานต์ ยอดชมภู ³	สุริพัฒน์ ไทยเทศ ¹
Kitjamate Jangsirikul	Suphakarn Luanmanee Daorong Kongtien ³	Karita Chongchuaklang ² Worakarn Yodchompoo ⁴	Suriphat Thaitad ²

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The efficiency of nitrogen utilization of late maturity hybrid maize grown in clay-clay loam soil was studied in Nakhon Sawan province. The experiment was conducted in the Nakhon Sawan Field Crops Research Center's experimental plot, which was planted during the normal season but supplemented with water under critical conditions. The experiment was also conducted in farmers' fields in Nakhon Sawan province, where crops are grown in the normal season without additional watering. The objective was to offer suitable information for variety evaluation and nitrogen fertilizer management in maize production in the area. The experiment was arranged in a split plot design with four replicates. The main plot was the nitrogen fertilizer application rate, which consisted of 1) no nitrogen fertilizer application and 2) nitrogen fertilizer application at recommended rates according to soil analysis values. The sub plot was six varieties of maize, including four outstanding varieties of the Department of Agriculture (NSX152016, NSX152067, NSX152070 and NSX152097), certified varieties: Nakhon Sawan 3 and commercial varieties: C.P.888 New.

The results showed that there is no interaction between maize varieties and nitrogen fertilizer application on yield of all late maturity hybrid maize. However, the hybrid maize varieties which applied nitrogen fertilizers at recommended rates based on soil analysis, yielded significantly higher ($P < 0.05$) than no nitrogen fertilizer application. The yield of the C.P.888 new variety produced the highest yield of 1,432 kilogram/rai, and the NSX152070 variety produced the lowest yield of 1,212 kg/rai. The C.P.888 New variety planted in the farmer's plots has the highest average yield of 1,025 kilogram/rai, but the Nakhon variety planted in the farmer's plots has the highest average yield of 1,025 kilogram/rai, but the Nakhon Sawan 3 variety has the lowest yield of 967 kilogram/rai. In the experimental conditions and the farmer's plots, the nitrogen utilization efficiency of the NSX152097 variety was found to be the greatest,

¹ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

¹ Nakhon Sawan Field Crops Research Center

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี

² Ratchaburi Agricultural Research and Development Center

³ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

³ Chiang Mai Field Crops Research Center

with 27.10 and 17.80 kilograms of yield per 1 kilogram of nitrogen, respectively. In terms of economic return, it was discovered that the NSX152097 variety delivers the best return on investment in the trial plot. Moreover, maize yields, economic return, and efficiency in using nitrogen to produce yields were lower in farmer's plots than in experimental plots at the Nakhon Sawan Field Crops Research Center. This is because they are grown in the regular growing season, so supplemental water is not provided during the drought crisis.

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

บทคัดย่อ

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวที่ปลูกในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีด้า จังหวัดนครสวรรค์ ดำเนินการทดลอง ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติ แต่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤต และแปลงเกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริม เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินพันธุ์และให้คำแนะนำการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างมีความเหมาะสมกับพื้นที่ วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร 4 พันธุ์ (NSX152016, NSX152067, NSX152070 และ NSX152097) พันธุ์รับรองนครสวรรค์ 3 และพันธุ์การค้า ซี.พี. 888 นิ

ผลการทดลอง พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวที่ปลูกในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีด้า จังหวัดนครสวรรค์ ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์และแปลงเกษตรกร ผลผลิตของข้าวโพดในแต่ละอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทั้งแต่ละอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมที่ใช้ในการทดลอง การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พบว่า พันธุ์ ซี.พี. 888 นิ ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,432 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ NSX152070 ให้ผลผลิตต่ำสุดเฉลี่ย 1,212 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกในแปลงเกษตรกร พบว่า พันธุ์ ซี.พี. 888 นิ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน 1,025 กิโลกรัมต่อไร่ แต่พันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตต่ำสุดเฉลี่ย 967 กิโลกรัมต่อไร่ ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน ทั้งในสภาพแปลงทดลองและแปลงเกษตรกร พบว่า พันธุ์ NSX152097 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด คือ 27.10 และ 17.80 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152097 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุดเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในแปลงเกษตรกรให้ผลผลิต ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและมีประสิทธิภาพในการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตต่ำกว่าที่ปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ทั้งนี้เนื่องจากปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง

คำสำคัญ : ไนโตรเจน ธาตุอาหาร ปุ๋ย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน

คำนำ

ในปี 2563 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 7,029,663 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกอยู่ในภาคเหนือ 4,731,174 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1,440,285 ไร่ และภาคกลาง 858,204 ไร่ ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งประเทศ 4,805,844 ตัน คิดเป็นผลผลิตต่อเนื้อที่ปลูกเฉลี่ย 698 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ โดยประมาณร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมดนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ของประเทศ และมีความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี กรมวิชาการเกษตรได้ทำการค้นคว้าวิจัยเทคโนโลยีในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในด้านต่างๆ อาทิ วิจัยและพัฒนาพันธุ์ เทคโนโลยีการดูแลรักษา เป็นต้น ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจุบันปัจจัยการผลิตมีราคาสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าปุ๋ยนับวันมีแต่จะราคาสูงขึ้น เนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถผลิตปุ๋ยได้เองจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

การลดต้นทุนในการผลิตข้าวโพด สามารถทำได้หลายวิธีหรืออาศัยหลายวิธีร่วมกัน โดยแนวทางหนึ่งคือการเลือกใช้พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้ธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ซึ่งมีความสำคัญมากที่สุดในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดและข้าวโพดมีความต้องการตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโตจนถึงสร้างเมล็ด หากข้าวโพดขาดไนโตรเจนหรือได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอแก่ความต้องการ จะทำให้การออกดอกตัวผู้และการออกดอกตัวเมียช้าลง ส่งผลกระทบต่อผลผลิต (Banzinger *et al.*, 2000)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน หมายถึงความสามารถของพืชในการให้ผลผลิตต่อหน่วยของไนโตรเจนที่ใช้ ประกอบด้วยความสามารถในการดึงดูดไนโตรเจนเพื่อสะสมไว้ที่ต้นพืชและความสามารถในการเปลี่ยนไนโตรเจนในต้นเป็นผลผลิต (Moll *et al.*, 1982) ศุภกาญจน์ และคณะ (2556) รายงานว่า การให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกภายใต้วิธีการจัดการดิน-ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีความสัมพันธ์กับการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่าเมื่อข้าวโพดให้ผลผลิตเมล็ด (ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์) 376 821 1,030 และ 1,080 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการดูดใช้ไนโตรเจนเท่ากับ 6 13 20 และ 22 กิโลกรัม N ต่อไร่ ตามลำดับ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวชุดดินสมอทอดโดยใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 10-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P₂O₅-K₂O มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในทางสรีรวิทยา (PNUE) เท่ากับ 63 กิโลกรัมของผลผลิตต่อ 1 กิโลกรัมของไนโตรเจนที่พืชใช้จากปุ๋ย เนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์ และมีความต้องการไนโตรเจนต่างกันไปตามแต่ละพันธุ์และสภาพแวดล้อม พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราเดียวกัน ดังนั้นจึงทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าพันธุ์ที่มีการดูดใช้ไนโตรเจนในปริมาณมาก แต่ให้ผลผลิตต่ำ อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ต่างๆ ที่อยู่ในขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของแต่ละพันธุ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินพันธุ์และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ได้แก่ พันธุ์ NSX042022, NSX112011, NSX112013, NSX112017, NSX102003, NSX102005, NSX112019, NSX152016, NSX152067, NSX152070, NSX152097, นครสวรรค์ 3 และ ซี.พี. 888 นิว

ฤดูปลูก ปี 2559 และ 2560 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX042022, NSX112011, NSX112013, NSX112017, นครสวรรค์ 3 และ ซี.พี. 888 นิว

ฤดูปลูก ปี 2561 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX042022, NSX102003, NSX102005, NSX112019, นครสวรรค์ 3 และ ซี.พี. 888 นิว

ฤดูปลูก ปี 2562 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX042022, NSX102005, NSX112013, NSX112017, นครสวรรค์ 3 และ ซี.พี. 888 นิว

ฤดูปลูก ปี 2563 และ 2564 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX152016, NSX152067, NSX152070, NSX152097, นครสวรรค์ 3 และ ซี.พี. 888 นิว

2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ปุ๋ยทรูปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ อีมาเมกตินเบนโซเอต

4. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินและพืช

5. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

6. เครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและพืช

วิธีการ

ดำเนินการทดลองพร้อมกันใน 2 พื้นที่ ได้แก่ ในแปลงเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ (พิกัดที่ตั้ง 47P 661215E 1700649N) ซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริม และแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ (พิกัดที่ตั้ง 47P 0664193E 1697802N) ซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติแต่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง วางแผนการทดลอง แบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

ปัจจัยหลักเป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่

1. ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

2. ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

โดยใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2553)

ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 6 พันธุ์ โดยใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว (อายุการเก็บเกี่ยว 115-120 วัน) ได้แก่ 1) พันธุ์ NSX152016, 2) NSX152067, 3) NSX152070, 4) NSX152097, 5) นครสวรรค์ 3 และ 6) ซี.พี. 888 นิว

เก็บตัวอย่างดินรวมในพื้นที่ก่อนทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนการทดลอง ได้แก่ 1) เนื้อดิน โดยวิธี Hydrometer method 2) pH ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 3) อินทรีย์วัตถุโดยวิธี Walkley and Black method 4) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Olsen แล้ววิเคราะห์การเกิดสีด้วยวิธี molybdate ascorbic acid 5) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดย NH_4OAc , pH 7 (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

ไถเตรียมดินและแบ่งแปลงย่อย ขนาด 6 x 6 เมตร ปลูกข้าวโพดโดยใช้ระยะระหว่างแถว 0.75 x 0.20 เมตร ถอนแยกข้าวโพดให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตรา ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียม

ใส่เต็มอัตรา เมื่อข้าวโพดอายุ 3-4 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ด้วยปุ๋ยไนโตรเจนอีกครั้งอัตรา พื้นที่เก็บเกี่ยว 12 ตารางเมตร (4 แถว ๆ ละ 4 เมตร)

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด ได้แก่ วันงอก วันออกดอกตัวผู้ (จำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนถึงวันที่จำนวนต้นในแปลงมากกว่า 50% โปรงละอองเกสร) วันออกไหม (จำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนถึงวันที่จำนวนต้นในแปลงมากกว่า 50% มีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมา) Anthesis-Silking Interval (ASI = วันออกไหม-วันออกดอกตัวผู้) ความสูง จำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่า 50% ของฝัก จำนวนฝักเน่าเสีย (นับจำนวนฝักที่มีโรค/แมลงเข้าทำลาย) น้ำหนักฝัก ผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด) ความชื้นเมล็ด ขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์กะเทาะ น้ำหนักต้นใบสดในพื้นที่เก็บเกี่ยว ข้อมูลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ส่วนต่างๆ ของข้าวโพดในพื้นที่เก็บเกี่ยว (ใบ ลำต้น กาบฝัก เมล็ด และชัง) พร้อมสุ่มเก็บตัวอย่างต้นและฝักข้าวโพดในแต่ละกรรมวิธีมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช

บันทึกข้อมูลประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว โดยการคำนวณ Agronomic Nitrogen Use Efficiency (ANUE), Physiological Nitrogen Use Efficiency (PNUE), Apparent Nitrogen Recovery Efficiency (ANRE) ตามวิธีของ Fageria *et al.* (1997)

- Agronomic Nitrogen Use Efficiency (ANUE) หมายถึง ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยต่อ ปริมาณธาตุอาหารที่ใส่

$$ANUE = \frac{\text{ผลผลิต (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)} - \text{ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)}}{\text{ปริมาณไนโตรเจนที่ใส่}}$$

- Physiological Nitrogen Use Efficiency (PNUE) หมายถึง ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนที่พืชดูดใช้เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

$$PNUE = \frac{\text{ผลผลิต (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)} - \text{ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)}}{\text{ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)} - \text{ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)}}$$

- Apparent Nitrogen Recovery Efficiency (ANRE) หมายถึง ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยต่อปริมาณธาตุอาหารที่ใส่ (หน่วย: เปอร์เซ็นต์)

$$ANRE = \frac{\text{ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ (ใส่ปุ๋ย N)} - \text{ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ (ไม่ใส่ปุ๋ย N)}}{\text{ปริมาณไนโตรเจนที่ใส่}} \times 100$$

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวพันธุ์ต่างๆ เพื่อจัดกลุ่มพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวตามประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน สำหรับใช้ในการประเมินพันธุ์ต่อไป

ระยะเวลา

ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ

1. แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์
2. ไร่นเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์
3. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

1.1 สมบัติดินก่อนปลูก

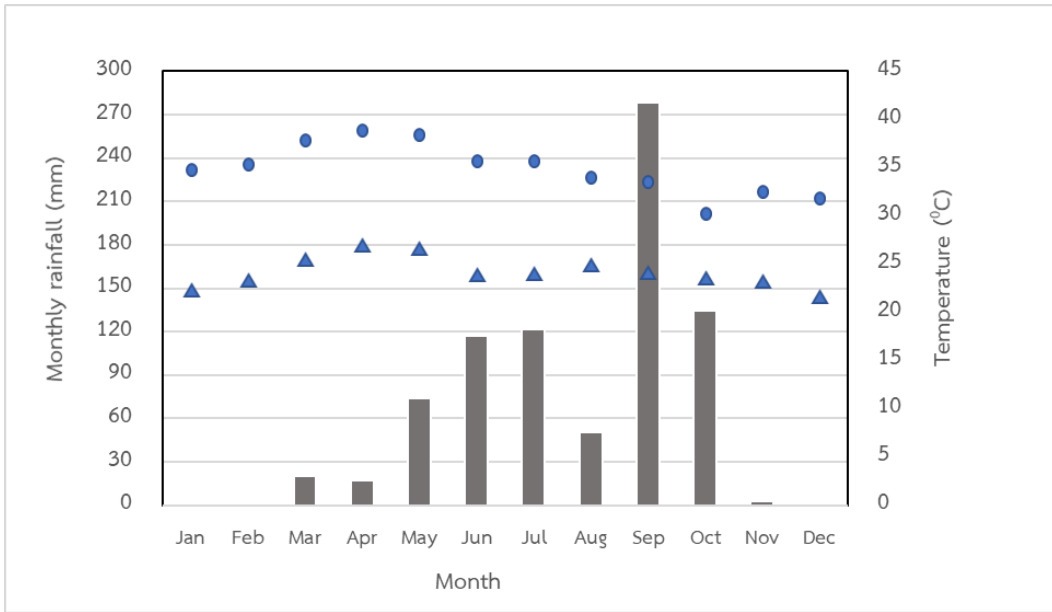
จากการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูกแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ฤดูปลูก ปี 2563 และ 2564 พบว่า เนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 7.06-7.85) ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูง เท่ากับ 2.02-2.04 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ เท่ากับ 8-10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง เท่ากับ 108-121 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1) จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกสามารถประเมินการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่

ตารางที่ 1 สมบัติของดินก่อนปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร

สมบัติของดิน	ฤดูปลูก ปี 2563		ฤดูปลูก ปี 2564	
	0-20 เซนติเมตร	20-50 เซนติเมตร	0-20 เซนติเมตร	20-50 เซนติเมตร
เนื้อดิน	Clay	Clay	Clay	Clay
ความเป็นกรดด่าง (ดิน : น้ำ = 1:1)	7.06	6.71	7.85	7.52
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	2.02	1.87	2.04	1.80
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	8	4	10	6
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	108	89	121	83

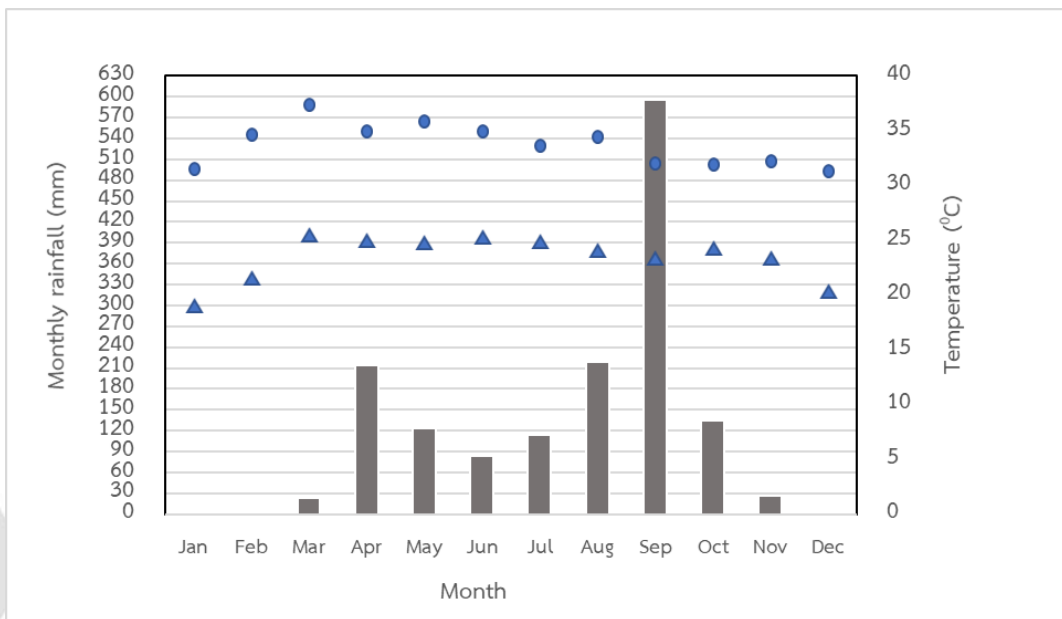
1.2 สภาพภูมิอากาศ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ข้าวโพดที่ปลูกในเขตร้อนมีความต้องการปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก 600-900 มิลลิเมตร (Fageria *et al.*, 1997) จากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ชุดพันธุ์ที่ 4 ในฤดูปลูก ปี 2563 เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2563 และเก็บเกี่ยววันที่ 12 พฤศจิกายน 2563 ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก เท่ากับ 486.3 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และในช่วงเดือนสิงหาคมเกิดภาวะฝนทิ้งช่วง ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม ถึง 17 กันยายน 2563 จึงต้องมีการให้น้ำเสริมแบบน้ำหยด จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ข้าวโพดได้รับน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก (ภาพที่ 1) และสำหรับฤดูปลูก ปี 2564 ทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ชุดพันธุ์ที่ 4 วันที่ 19 พฤษภาคม 2564 และเก็บเกี่ยววันที่ 15 กันยายน 2564 ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก เท่ากับ 547.9 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ภาพที่ 2)



Monthly rainfall
 Tmax
 Tmin

ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ (ตากฟ้า) ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2563



Monthly rainfall
 Tmax
 Tmin

ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ (ตากฟ้า) ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2564

1.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว พบว่า อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ ความสูงต้นของข้าวโพดที่อายุ 30, 60 วัน และความสูงฝัก แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตาม ค่าวิเคราะห์ดิน (10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) ให้ความสูงต้นที่อายุ 30, 60 วัน และความสูงฝักเฉลี่ยสูงกว่าการ ไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้ง 6 พันธุ์ ให้ความสูงต้นที่อายุ 60 วัน และความสูงฝัก แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 2 ความสูงต้นที่อายุ 30, 60 วัน และความสูงฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวในสภาพที่มี อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2563

พันธุ์ (B)	อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่ (A)								
	ความสูงต้น 30 วัน (เซนติเมตร)			ความสูงต้น 60 วัน (เซนติเมตร)			ความสูงฝัก (เซนติเมตร)		
	0-10-5	10-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	10-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	10-10-5	เฉลี่ย (B)
NSX152016	36	38	37	170	180	175 c	92	96	94 ab
NSX152067	34	39	36	186	196	191 ab	96	101	98 a
NSX152070	32	38	35	153	165	159 d	84	94	89 b
NSX152097	35	38	37	180	183	181 bc	98	102	100 a
นครสวรรค์ 3	32	35	34	176	178	177 c	97	99	98 a
ซี.พี. 888 นิว	38	40	39	193	196	194 a	94	99	96 a
เฉลี่ย (A)	35	38	36	176	183	180	93	98	96
F-test (A)	ns			ns			ns		
F-test (B)	ns			**			*		
F-test (AxB)	ns			ns			ns		
CV (A) (%)	10.4			5.2			7.2		
CV (B) (%)	11.8			5.4			7.3		

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ความสูงต้นที่อายุ 30, 60 วัน และความสูงฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวในสภาพที่มี อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2564

พันธุ์ (B)	อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่ (A)								
	ความสูงต้น 30 วัน (เซนติเมตร)			ความสูงต้น 60 วัน (เซนติเมตร)			ความสูงฝัก (เซนติเมตร)		
	0-10-5	10-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	10-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	10-10-5	เฉลี่ย (B)
NSX152016	26	28	27	175	197	186 b	87	104	95 b
NSX152067	23	27	25	184	202	193 a	89	102	96 b
NSX152070	23	24	24	175	189	182 b	86	99	92 b
NSX152097	25	28	26	187	200	193 a	95	110	103 a
นครสวรรค์ 3	23	27	25	178	193	185 b	91	102	96 b
ซี.พี. 888 นิว	25	29	27	187	205	196 a	88	99	94 b
เฉลี่ย (A)	24 b	27 a	25	181 b	198 a	189	89 b	102 a	96
F-test (A)	**			**			**		
F-test (B)	ns			**			**		

อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่ (A)									
พันธุ์ (B)	ความสูงต้น 30 วัน (เซนติเมตร)		เฉลี่ย (B)	ความสูงต้น 60 วัน (เซนติเมตร)		เฉลี่ย (B)	ความสูงฝัก (เซนติเมตร)		เฉลี่ย (B)
	0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5	
	F-test (AxB)	ns			ns			ns	
CV (A) (%)	5.9			2.4			3.8		
CV (B) (%)	9.2			3.4			4.6		

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

1.4 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวของข้าวโพดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ข้าวโพดทั้ง 6 พันธุ์ มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความชื้นเมล็ดเฉลี่ยต่ำสุด 20.29-22.26 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ผลผลิตข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,139-1,358 กิโลกรัมต่อไร่ และข้าวโพดทั้ง 6 พันธุ์ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ ซี.พี. 888 นิว ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,184-1,432 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 4 ความชื้นเมล็ด เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด และผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นานครสวรรค์ ปี 2563

อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่) (A)									
พันธุ์ (B)	ความชื้นเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย (B)	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย (B)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		เฉลี่ย (B)
	0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5	
	NSX152016	25.10	25.38	25.24 a	78.8	80.0	79.4 d	1,005	1,036
NSX152067	21.14	21.88	21.51 b	79.8	81.3	80.5 c	1,071	1,201	1,136 ab
NSX152070	21.16	21.28	21.22 b	81.5	81.3	81.4 b	1,027	1,103	1,065 bcd
NSX152097	20.92	21.96	21.44 b	80.0	80.8	80.4 c	1,023	1,175	1,099 bc
นครสวรรค์ 3	19.71	20.86	20.29 b	81.5	81.8	81.6 b	1,011	1,062	1,036 cd
ซี.พี. 888 นิว	21.32	21.60	21.46 b	82.5	82.8	82.6 a	1,110	1,258	1,184 a
เฉลี่ย (A)	21.56	22.16	21.86	80.7 b	81.3 a	81.0	1,041 b	1,139 a	1,090
F-test (A)	ns			*			**		
F-test (B)	**			**			**		
F-test (AxB)	ns			ns			ns		
CV (A) (%)	9.5			0.7			1.9		
CV (B) (%)	8.3			1.0			6.2		

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ความชื้นเมล็ด เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด และผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2564

พันธุ์ (B)	อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่) (A)								
	ความชื้นเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย (B)	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย (B)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		เฉลี่ย (B)
	0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5	
NSX152016	27.52	27.31	27.41 a	79.0	81.3	80.1	1,202	1,322	1,262 b
NSX152067	23.50	24.02	23.76 c	80.0	80.3	80.1	1,199	1,343	1,271 b
NSX152070	24.58	25.95	25.27 b	78.8	79.5	79.1	1,135	1,289	1,212 c
NSX152097	24.02	23.94	23.98 c	78.5	79.3	78.9	1,138	1,409	1,274 b
นครสวรรค์ 3	22.38	22.14	22.26 d	80.0	80.5	80.3	1,171	1,272	1,222 c
ซี.พี. 888 นิว	22.54	22.58	22.56 d	81.0	80.0	80.5	1,350	1,514	1,432 a
เฉลี่ย (A)	24.09	24.32	24.21	79.5	80.1	79.8	1,199 b	1,358 a	1,279
F-test (A)	ns			ns			*		
F-test (B)	**			ns			*		
F-test (AxB)	ns			ns			ns		
CV (A) (%)	2.5			1.9			12.8		
CV (B) (%)	3.3			1.9			6.6		

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

1.5 ประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจนของข้าวโพด

ประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ที่ปลูกในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ ฤดูปลูกปี 2563 พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152097 มีประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1 กิโลกรัม สามารถเพิ่มผลผลิตได้เฉลี่ย 15.20 กิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ ซี.พี. 888 นิว, NSX152067, NSX152070, นครสวรรค์ 3 และ NSX152016 มีประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจน 14.80, 13.00, 7.60, 5.10, และ 3.10 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6) สำหรับฤดูปลูก ปี 2564 พบว่า พันธุ์ NSX152097 มีประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด เช่นเดียวกัน คือ 27.10 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ ซี.พี. 888 นิว, NSX152070, NSX152067, NSX152016 และ นครสวรรค์ 3 มีประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจน 16.40, 15.40, 14.40, 12.00 และ 10.10 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2563 และ 2564

พันธุ์	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		ไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ (กิโลกรัมต่อไร่)		ANUE* กก./กก. N	PNUE* กก./กก. N	ANRE* (%)	Low N Index*
	0	10	0	10				
	กก.N/ไร่	กก.N/ไร่	กก.N/ไร่	กก.N/ไร่				
ปี 2563								
NSX152016	1,005	1,036	14.89	16.27	3.10	22.46	13.80	0.887
NSX152067	1,071	1,201	12.13	14.78	13.00	48.98	26.54	0.816
NSX152070	1,027	1,103	12.41	16.66	7.60	17.90	42.46	0.852
NSX152097	1,023	1,175	12.68	15.34	15.20	57.14	26.60	0.796
นครสวรรค์ 3	1,011	1,062	11.61	14.20	5.10	19.66	25.94	0.871
ซี.พี. 888 นิว	1,110	1,258	12.16	16.57	14.80	33.56	44.10	0.807
ปี 2564								
NSX152016	1,202	1,322	23.90	27.83	12.00	30.51	39.33	0.749
NSX152067	1,199	1,343	24.13	30.19	14.40	23.77	60.59	0.736
NSX152070	1,135	1,289	28.14	31.27	15.40	49.31	31.23	0.726
NSX152097	1,138	1,409	24.28	29.99	27.10	47.48	57.08	0.666
นครสวรรค์ 3	1,171	1,272	26.16	32.31	10.10	16.43	61.49	0.759
ซี.พี. 888 นิว	1,350	1,514	26.47	29.94	16.40	47.21	34.74	0.735

ANUE, Agronomic Nitrogen Use Efficiency = ผลผลิต (ใส่ปุ๋ย N) - ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ย N)/ปริมาณ N ที่ใส่

PNUE, Physiological Nitrogen Use Efficiency = ผลผลิต (ใส่ปุ๋ย N) - ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ย N)/N ที่พืชดูดใช้ (ใส่ปุ๋ย N) - N ที่พืชดูดใช้ (ไม่ใส่ปุ๋ย N)

ANRE, Apparent Nitrogen Recovery Use Efficiency = N ที่พืชดูดใช้ (ใส่ปุ๋ย N) - N ที่พืชดูดใช้ (ไม่ใส่ปุ๋ย N)/ปริมาณ N ที่ใส่ x 100

Low N Index = ผลผลิตของพันธุ์ A (Low N) x ผลผลิตเฉลี่ย (Low N)/ผลผลิตของพันธุ์ A (High N) x ผลผลิตเฉลี่ย (High N)

1.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือ Value to Cost Ratio (VCR) ถ้ามีค่ามากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz *et al.*, 2004) จากการทดลองในปี 2563 พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวพันธุ์ NSX152097 และ ซี.พี. 888 นิว ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีค่า VCR เท่ากับ 2.07 และ 2.02 ตามลำดับ ซึ่งกรรมวิธีที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152097 มีค่า VCR เท่ากับ 2.07 หมายความว่าเมื่อลงทุนใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 1 บาท จะได้รับผลตอบแทน 2.07 บาท ซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน และได้กำไรมากที่สุด (ตารางที่ 7) ส่วนในปี 2564 พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152070, NSX152097 และ ซี.พี. 888 นิว ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีค่า VCR อยู่ระหว่าง 2.10 ถึง 3.70 ซึ่งกรรมวิธีที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152097 (VCR เท่ากับ 3.70) ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน และได้กำไรมากที่สุดเช่นกัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2563

พันธุ์	ปุ๋ย (กก.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	รายได้จากการ ขายผลผลิต (บาท/ไร่)	รายได้ เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย (บาท/ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย ที่เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)	VCR
NSX152016	0-10-5	1,005	10,452		1,051		9,401	
	10-10-5	1,036	10,774	322	1,813	762	8,961	0.42
NSX152067	0-10-5	1,071	11,138		1,051		10,087	
	10-10-5	1,201	12,490	1,352	1,813	762	10,677	1.77
NSX152070	0-10-5	1,027	10,681		1,051		9,630	
	10-10-5	1,103	11,471	790	1,813	762	9,658	1.04
NSX152097	0-10-5	1,023	10,639		1,051		9,588	
	10-10-5	1,175	12,220	1,581	1,813	762	10,407	2.07
นครสวรรค์ 3	0-10-5	1,011	10,514		1,051		9,463	
	10-10-5	1,062	11,045	530	1,813	762	9,232	0.70
ซี.พี. 888 นิว	0-10-5	1,110	11,544		1,051		10,493	
	10-10-5	1,258	13,083	1,539	1,813	762	11,270	2.02

ราคาปุ๋ย : 21-0-0 (16 บาท/กก.N), 0-46-0 (38 บาท/กก.P₂O₅), 0-0-60 (27 บาท/กก. K₂O)

ราคาผลผลิต : 10.4 บาท/กก.

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2564

พันธุ์	ปุ๋ย (กก.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/ ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	รายได้จากการ ขายผลผลิต (บาท/ไร่)	รายได้ เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย (บาท/ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย ที่เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)	VCR
NSX152016	0-10-5	1,202	12,501		1,051		11,450	
	10-10-5	1,322	13,749	1,248	1,813	762	11,936	1.64
NSX152067	0-10-5	1,199	12,470		1,051		11,419	
	10-10-5	1,343	13,967	1,498	1,813	762	12,154	1.97
NSX152070	0-10-5	1,135	11,804		1,051		10,753	
	10-10-5	1,289	13,406	1,602	1,813	762	11,593	2.10
NSX152097	0-10-5	1,138	11,835		1,051		10,784	
	10-10-5	1,409	14,654	2,818	1,813	762	12,841	3.70
นครสวรรค์ 3	0-10-5	1,171	12,178		1,051		11,127	
	10-10-5	1,272	13,229	1,050	1,813	762	11,416	1.38
ซี.พี. 888 นิว	0-10-5	1,350	14,040		1,051		12,989	
	10-10-5	1,514	15,746	1,706	1,813	762	13,933	2.24

ราคาปุ๋ย : 21-0-0 (16 บาท/กก.N), 0-46-0 (38 บาท/กก.P₂O₅), 0-0-60 (27 บาท/กก. K₂O)

ราคาผลผลิต : 10.4 บาท/กก.

2. แปลงทดลองในไร่เกษตรกร

2.1 สมบัติดินก่อนปลูก

จากการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูกแปลงทดลองในไร่เกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า เนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.72) ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูง เท่ากับ 2.20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ เท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง เท่ากับ 195 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 9) จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกสามารถประเมินการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ 5-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่

ตารางที่ 9 สมบัติของดินก่อนปลูกในแปลงเกษตรกร อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร

สมบัติของดิน	ฤดูปลูก ปี 2564	
	0-20 เซนติเมตร	20-50 เซนติเมตร
เนื้อดิน	Clay	Clay
ความเป็นกรดต่าง (ดิน : น้ำ = 1:1)	7.72	7.77
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	2.20	2.11
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	5	5
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	195	155

2.2 สภาพภูมิอากาศ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ตลอดฤดูปลูก 600-900 มิลลิเมตร (Fageria *et al.*, 1997) จากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2564 และเก็บเกี่ยววันที่ 14 ตุลาคม 2564 ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูก เท่ากับ 1,108.2 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ภาพที่ 2)

2.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ความสูงต้นของข้าวโพดที่อายุ 30, 60 วัน และความสูงฝัก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้ง 6 พันธุ์ ให้ความสูงต้นที่อายุ 30, 60 วัน และความสูงฝัก แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ความสูงต้นที่อายุ 30, 60 วัน และความสูงฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวในสภาพที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ แปลงเกษตรกร อำตักฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2564

พันธุ์ (B)	อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่ (A)								
	ความสูงต้น 30 วัน (เซนติเมตร)			ความสูงต้น 60 วัน (เซนติเมตร)			ความสูงฝัก (เซนติเมตร)		
	0-10-5	5-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	5-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	5-10-5	เฉลี่ย (B)
NSX152016	28	30	29 abc	183	185	184 b	102	105	103 bc
NSX152067	27	29	28 c	193	197	195 a	100	107	104 bc
NSX152070	28	27	28 bc	186	184	185 b	104	101	102 c
NSX152097	30	30	30 abc	192	195	194 a	109	113	111 a
นครสวรรค์ 3	30	30	30 ab	187	190	188 b	106	110	108 ab
ซี.พี. 888 นิว	32	31	31 a	196	198	197 a	104	106	105 bc
เฉลี่ย (A)	29	29	29	190	192	191	104	107	105
F-test (A)	ns			ns			ns		
F-test (B)	*			**			*		
F-test (AxB)	ns			ns			ns		
CV (A) (%)	7.1			2.2			9.2		
CV (B) (%)	7.1			2.4			4.6		

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.4 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวและเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ข้าวโพดทั้ง 6 พันธุ์ มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวและเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ผลผลิตข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 5-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,025 กิโลกรัมต่อไร่ และข้าวโพดทั้ง 6 พันธุ์ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ ซี.พี. 888 นิว ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,029 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 967 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ความชื้นเมล็ด เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด และผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ แปลงเกษตรกร อำตักฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2564

พันธุ์ (B)	อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่) (A)								
	ความชื้นเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)			เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (เปอร์เซ็นต์)			ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		
	0-10-5	5-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	5-10-5	เฉลี่ย (B)	0-10-5	5-10-5	เฉลี่ย (B)
NSX152016	29.29	30.06	29.67 a	79.8	80.6	80.2 cd	984	1,038	1,011
NSX152067	26.32	25.52	25.92 b	80.2	79.7	79.9 d	977	1,009	993
NSX152070	25.36	26.18	25.77 b	80.2	80.1	80.1 cd	939	1,000	970
NSX152097	24.86	26.51	25.69 b	80.5	81.1	80.8 c	943	1,032	988
นครสวรรค์ 3	23.33	23.58	23.45 c	81.6	81.6	81.6 b	931	1,002	967
ซี.พี. 888 นิว	25.04	25.53	25.29 b	83.3	82.8	83.0 a	989	1,069	1,029
เฉลี่ย (A)	25.70	26.23	25.96	80.9	81.0	80.9	961 b	1,025 a	993

พันธุ์ (B)	อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม N-P ₂ O ₅ -K ₂ O ต่อไร่) (A)								
	ความชื้นเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย (B)	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย (B)	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		เฉลี่ย (B)
	0-10-5	5-10-5		0-10-5	5-10-5		0-10-5	5-10-5	
F-test (A)	ns			ns			*		
F-test (B)	**			**			ns		
F-test (AxB)	ns			ns			ns		
CV (A) (%)	3.9			1.4			28.4		
CV (B) (%)	2.8			0.9			13.9		

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.5 ประสิทธิภาพการใส่ไนโตรเจนของข้าวโพด

ประสิทธิภาพการใส่ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ที่ปลูกในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ ณ แปลงเกษตรกร อำเภอดงหลวง จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152097 มีประสิทธิภาพการใส่ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1 กิโลกรัม สามารถเพิ่มผลผลิตได้เฉลี่ย 17.80 กิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ซี.พี. 888 นิว, นครสวรรค์ 3, NSX152070, NSX152016 และ NSX152067 มีประสิทธิภาพการใส่ไนโตรเจน 16.00, 14.20, 12.20, 10.80 และ 6.40 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพการใส่ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ แปลงเกษตรกร อำเภอดงหลวง จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2564

พันธุ์	ผลผลิต (กก./ไร่)		N ที่พืชดูดใช้ (กก./ไร่)		ANUE*	PNUE*	ANRE*	Low N Index*
	0	5	0	5				
	กก./ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่				
NSX152016	984	1,038	14.39	15.75	10.80	39.71	13.60	0.889
NSX152067	977	1,009	10.26	12.68	6.40	13.23	24.19	0.908
NSX152070	939	1,000	10.31	16.55	12.20	9.77	62.43	0.880
NSX152097	943	1,032	9.98	12.81	17.80	31.49	28.26	0.857
นครสวรรค์ 3	931	1,002	11.10	14.87	14.20	18.81	37.74	0.871
ซี.พี. 888 นิว	989	1,069	9.82	16.46	16.00	12.06	66.36	0.867

ANUE, Agronomic Nitrogen Use Efficiency = ผลผลิต (ใส่ปุ๋ย N) - ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ย N)/ปริมาณ N ที่ใส่

PNUE, Physiological Nitrogen Use Efficiency = ผลผลิต (ใส่ปุ๋ย N) - ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ย N)/N ที่พืชดูดใช้ (ใส่ปุ๋ย N) - N ที่พืชดูดใช้ (ไม่ใส่ปุ๋ย N)

ANRE, Apparent Nitrogen Recovery Use Efficiency = N ที่พืชดูดใช้ (ใส่ปุ๋ย N) - N ที่พืชดูดใช้ (ไม่ใส่ปุ๋ย N)/ปริมาณ N ที่ใส่ x 100

Low N Index = ผลผลิตของพันธุ์ A (Low N) x ผลผลิตเฉลี่ย (Low N)/ผลผลิตของพันธุ์ A (High N) x ผลผลิตเฉลี่ย (High N)

2.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 5 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว พันธุ์ NSX152097 และ ซี.พี. 888 นิว ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีค่า VCR เท่ากับ 2.43 และ 2.18 ซึ่งกรรมวิธีที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152097 ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนและได้กำไรมากที่สุด (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว ในสภาพที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่างกัน ณ แปลงเกษตรกร อำตาคฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2564

พันธุ์	ปุ๋ย (กก.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/ไร่)	ผลผลิต (กิโลกรัม ต่อไร่)	รายได้จากการ ขายผลผลิต (บาท/ไร่)	รายได้ เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย (บาท/ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย ที่เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)	VCR
NSX152016	0-10-5	984	10,234		1,051		9,183	
	5-10-5	1,038	10,795	562	1,432	381	9,363	1.47
NSX152067	0-10-5	977	10,161		1,051		9,110	
	5-10-5	1,009	10,494	333	1,432	381	9,062	0.87
NSX152070	0-10-5	939	9,766		1,051		8,715	
	5-10-5	1,000	10,400	634	1,432	381	8,968	1.67
NSX152097	0-10-5	943	9,807		1,051		8,756	
	5-10-5	1,032	10,733	926	1,432	381	9,301	2.43
นครสวรรค์ 3	0-10-5	931	9,682		1,051		8,631	
	5-10-5	1,002	10,421	738	1,432	381	8,989	1.94
ซี.พี. 888 นิว	0-10-5	989	10,286		1,051		9,235	
	5-10-5	1,069	11,118	832	1,432	381	9,686	2.18

ราคาปุ๋ย : 21-0-0 (16 บาท/กก.N), 0-46-0 (38 บาท/กก.P₂O₅), 0-0-60 (27 บาท/กก. K₂O)

ราคาผลผลิต : 10.4 บาท/กก.

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

การใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวที่ปลูกในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ จ.นครสวรรค์ ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์และแปลงเกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในแปลงเกษตรกรให้ผลผลิตต่ำกว่าที่ปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ เนื่องจากปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤต และเมื่อประสบภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วงจำเป็นต้องให้น้ำเสริม การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX152097 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูง และยังให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สามารถใช้เป็นคำแนะนำในการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างเหมาะสมกับพื้นที่
2. ใช้เป็นข้อมูลจำเพาะต่อความต้องการธาตุอาหารและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละพันธุ์ สำหรับใช้ในการรับรองพันธุ์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 121 หน้า.
- ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ดาวรุ่ง คงเทียน ชลวุฒิ ละเอียด สาธิต อารีรักษ์ พิเชษฐ กรุดลอยมา. 2556. ผลระยะยาวของการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. น. 90-108 **ใน:** เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36 วันที่ 5-7 มิถุนายน 2556 ณ โรงแรมอัครวรรณ จังหวัดหนองคาย
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 241 หน้า. <http://www.oae.go.th>
- 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.
- Fageria, N. K., V. C. Baligar, and C. A. Jones. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crop, 2nd ed. New York: Marcel Dekker.
- Moll, R.H., E.J. Kamprath and W.A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency to nitrogen utilization. *Agronomy. J.* 74:562-564.
- Pevaiz, Z., Hussain, K., Kazmi, S.S.H. and Gill, K.H. 2004. Agronomic efficiency of different N:P ratios in rain fed wheat. *International Journal of Agriculture & Biology.* 3: 455-457.