



ปัญหาพิเศษ

ผลของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการตอบสนองทาง
สรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821

Effects of Rates and Split Applications of Nitrogen Fertilizer on
Physiological Responses of Maize Hybrid, Suwan 5821

นางสาวสุวิษา สันป่าแก้ว

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์เกษตร

..... ฟิสิกส์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของข้าวโพด
เลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821

Effects of Rates and Split Application of Nitrogen Fertilizer on Physiological Responses
of Maize Hybrid, Suwan 5821

นามผู้วิจัย นางสาวสุวิษา สันป่าแก้ว

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

(..... อาจารย์อรรณี วงษ์แก้ว, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร, ป.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปาริชาติ พรหมโชติ, Ph.D.)

วันที่ 10 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821

Effects of Rates and Split Application of Nitrogen Fertilizer on Physiological Responses of Maize

Hybrid, Suwan 5821

โดย

นางสาวสุวิษา สันป่าแก้ว

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

สุวิษา สันป่าแก้ว 2565: ผลของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนต่อการตอบสนองทาง
สรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821 ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขา
วิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์อรุณี วงษ์แก้ว, Ph.D. 37 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณและการแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนต่อการ
เติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821 วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อก
สมบูรณ์ จัดตั้งทดลองแบบแฟกทอเรียล 2×3 จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อัตราปุ๋ย
ในโตรเจน 2 อัตรา ได้แก่ 2 และ 4 เท่าของปริมาณปุ๋ยในโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน และการแบ่ง
ใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราส่วนของปุ๋ยรองพื้น ต่อ ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1 ต่อ ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2
จำนวน 3 อัตราส่วน ได้แก่ 2:6:2 4:4:2 และ 5:5:0 เก็บข้อมูลความสูงต้น พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ
ความเขียวใบของใบเหนือใบรองฟัก และปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบเหนือใบรองฟัก ที่ระยะกำเนิด
เมล็ด ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยในโตรเจน 4 เท่าของปริมาณปุ๋ยในโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน มี
ผลให้ความสูง พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ ความเขียวใบของใบเหนือใบรองฟัก และปริมาณคลอโรฟิลล์
เอ บี และทั้งหมดของใบเหนือใบรองฟักสูงกว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจน 2 เท่าของปริมาณปุ๋ย
ในโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คิดเป็นร้อยละ 8, 18, 18, 6, 17, 16 และ 20
ตามลำดับ จากการทดสอบสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และทั้งหมดมี
สหสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความเขียวใบ

สุวิษา สันป่าแก้ว

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

5 / 11 / 2566

ABSTRACT

Suwisa Sanpakaew. 2022: Effects of Rates and Split Application of Nitrogen Fertilizer on Physiological Responses of Maize Hybrid, Suwan 5821. Bachelor's special problem in Agricultural Science, Department of Agronomy. Special problem advisor: Ms. Arunee Wongkaew, Ph.D. 37 pages.

This study aimed to investigate the effect of nitrogen fertilizer rates and split applications on the growth of maize hybrid Suwan 5821. The experiment followed a Randomized Complete Block Design with four replications, and a 2 x 3 factorial design was utilized, with two nitrogen rates at twice and four times the recommended amount based on soil test),, and three split nitrogen application rates (2:6:2, 4:4:2, and 5:5:0) were assigned. The study collected data on plant height (PH), leaf area (LA), leaf area index (LAI), SPAD of leaf above ear (SPAD_{LeE}), and chlorophyll of the leaf above ear at blister stage (R2). The study found that applying nitrogen fertilizer at a rate four times higher than twice the standard rate resulted in significantly higher values for PH, LA, LAI, SPAD_{LeE}, chlorophyll *a*, *b*, and total chlorophyll of leaf above ear compared to applying nitrogen fertilizer at twice the standard. The increases were 8%, 18%, 18%, 6%, 17%, 16%, and 20%, respectively. Additionally, the Pearson's correlation analysis revealed a positive correlation between SPAD_{LeE} and chlorophyll *a*, *b*, and total chlorophyll.

สุวิสา สันป่าแก้ว

Student's signature



Special Problem Advisor's signature

5 / 11 / 2023

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์อรุณี วงษ์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่กรุณาให้การศึกษาให้ความรู้ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำด้านการเรียน ด้านการทำงาน และพิจารณาตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา ที่ได้มอบการอบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์ในการทำงานและการประกอบอาชีพในอนาคต

ขอขอบคุณ สถานีวิทยุสทท. อำเภอกอกเจริญ จังหวัดลพบุรี ที่ให้การสนับสนุนและอนุเคราะห์บุคคลากรและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย รวมถึงโอกาสและประสบการณ์จากการทำงานและการทำการศึกษาทดลอง

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ และญาติ ๆ ที่เป็นกำลังใจให้การสนับสนุนในการศึกษามาโดยตลอด ให้ข้าพเจ้ามีความอดทน มุ่งมั่น จนบรรลุผลไปได้ด้วยดี

สุวิษา สันป่าแก้ว

สิงหาคม 2566

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	11
อุปกรณ์	11
วิธีการ	12
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	21
ผลและวิจารณ์	22
สรุป	28
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	29
ภาคผนวก	32
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	37

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินไร่ก่อนปลูกของ แปลงทดลองสถานีวิจัยลพบุรี อ.โคกเจริญ จ.ลพบุรี ฤดูแล้ง 2565/66	14
2 อัตราการแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจน แปลงทดลองดินไร่ สถานีวิจัยลพบุรี อ.โคกเจริญ จ.ลพบุรี ฤดูแล้ง 2565/66	15
3 ผลของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821 ที่ระยะก้านิดเมล็ด (blister, R2)	25
ตารางผนวกที่	หน้า
1 การแปรผลค่าความเป็นกรด-ด่าง	33
2 การแปรผลค่าการนำไฟฟ้าในดิน (EC) ของสารละลายที่ได้จาก การวัดด้วยอัตราส่วน 1:5 ตามประเภทของเนื้อดิน ณ อุณหภูมิอ้างอิง 25 °C	34
3 ระดับจุลธาตุอาหารพืชรูปที่เป็นประโยชน์ในดิน	34
4 การใช้ปุ๋ยกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2564)	35
5 ค่ามาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดิน	36

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะใบแก่หรือใบล่างของข้าวโพดที่ขาดไนโตรเจน ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเป็นรูปตัววี (V)	7
2 แผนภาพแปลงย่อย และผังการเก็บข้อมูล (BR: Border row NSD: Non destructive sample, DS: Destructive sample)	16
3 การปลูกและการใส่ปุ๋ย	17
4 แผนผังแปลงย่อย	17
5 พื้นที่ใบ คำนวณพื้นที่ใบ ความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์สุวรรณ 5821 ภายใต้การแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนแตกต่าง จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตรของ เพียร์สัน (Pearson's correlation Coefficient)	27

ผลของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821

Effects of Rates and Split Application of Nitrogen Fertilizer on Physiological Responses of Maize Hybrid, Suwan 5821

คำนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชมีประโยชน์อย่างกว้างขวาง นอกจากใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์โดยตรงแล้ว ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตได้นอกจากจะใช้ในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศอีกด้วย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ความต้องการข้าวโพดของประเทศไทยนับวันจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ การเพิ่มผลผลิตโดยการเพิ่มหรือขยายพื้นที่ปลูกทำได้ยาก โดยทั่วไปเกษตรกรมักจะเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เกินอัตราความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงขึ้น (ชนากานต์, 2557) ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สูญเสียได้ง่ายและราคาสูง การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ไม่เหมาะสม เช่น ใช้มากเกินไปเกินความต้องการและใส่ไม่ตรงกับช่วงความต้องการของพืช ส่งผลให้พืชไม่สามารถนำไนโตรเจนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวทางหนึ่งในการลดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนและลดการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ คือ การใช้อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้เหมาะสมและแบ่งใส่ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลาย ๆ ครั้งสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียว (Baltic Deal Bridge, 2017) ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่าง ๆ ต่อการเติบโตผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821 เพื่อเป็นข้อมูลการจัดการธาตุอาหารพืชที่สำคัญ เกษตรกรสามารถนำไปประกอบการพิจารณาเพื่อการจัดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของปริมาณและการแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจนต่อการเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821

การตรวจเอกสาร

สถานการณ์การผลิตของโลก

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2566) ในช่วงปี 2561/62 - 2565/66 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 1,128.74 ล้านตัน ในปี 2561/62 เป็น 1,168.39 ล้านตัน ในปี 2565/66 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.51 ต่อปี 2565/66 ผลผลิตมีปริมาณ 1,168.39 ล้านตัน ลดลงจาก 1,217.46 ล้านตัน ในปี 2564/65 หรือลดลงร้อยละ 4.03 โดยสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก มีปริมาณผลผลิตลดลงจาก 382.89 ล้านตัน ในปี 2564/65 เป็น 353.84 ล้านตัน ในปี 2565/66 หรือลดลงร้อยละ 7.59 เนื่องจากประสบ ปัญหาสภาพอากาศที่ร้อนและแห้งแล้งในพื้นที่ตอนกลางของประเทศ

ปี 2561/62 - 2565/66 ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 1,147.61 ล้านตัน และในปี 2565/66 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.03 ต่อปี โดยในปี 2565/66 มีปริมาณความต้องการใช้ 1,175.30 ล้านตัน ลดลงจาก ในปี 2564/65 ร้อยละ 2.27 เนื่องจากผลกระทบจากการระบาดของโรคโควิด -19 และสถานการณ์สงครามระหว่างรัสเซีย- ยูเครน ที่ยังไม่มีข้อยุติ โดยสหรัฐอเมริกามีความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงจาก 317.12 ล้านตัน ในปี 2564/65 เป็น 305.45 ล้านตัน ในปี 2565/66 หรือลดลงร้อยละ 3.68

ปี 2565/66 เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ที่ 6.81 ล้านไร่ ลดลงจาก 6.86 ล้านไร่ ในปี 2564/65 หรือลดลงร้อยละ 0.73 เนื่องจากราคาปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ปุ๋ยเคมี และน้ำมันเชื้อเพลิงปรับตัวสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ประกอบกับราคาอ้อยโรงงานและมันสำปะหลังอยู่ในเกณฑ์ดี เกษตรกรจึงปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกอ้อยโรงงานและมันสำปะหลังที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า อีกทั้งเกษตรกร บางส่วนมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกข้าวนาปรัง เนื่องจากคาดว่าปริมาณน้ำจะมีเพียงพอต่อการเพาะปลูก สำหรับผลผลิตต่อไร่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจาก 721

กิโลกรัม ในปี 2564/65 เป็น 728 กิโลกรัม ในปี 2565/66 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.97 เนื่องจากปริมาณน้ำในแหล่งกักเก็บมีเพียงพอต่อการเพาะปลูก ประกอบกับเกษตรกร มีความชำนาญในการกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชมากขึ้น ส่วนผลผลิตในภาพรวมคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 4.94 ล้านตัน ในปี 2564/65 เป็น 4.95 ล้านตัน ในปี 2565/66 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20

ความหมายของปุ๋ย

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (2550 : 2) ฉบับที่ 2 ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าปุ๋ยไว้ว่า “ปุ๋ย” หมายความว่า สารอินทรีย์ อินทรีย์สังเคราะห์ อนินทรีย์หรือจุลินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีการใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

“ปุ๋ยอินทรีย์” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ

“ปุ๋ยอินทรีย์เคมี” หมายความว่า ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรองแน่นอนโดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ปุ๋ยไนโตรเจน

ธาตุอาหารไนโตรเจน (Nitrogen, N) ปกติธาตุไนโตรเจนจะอยู่ในอากาศจำนวนมากในรูปแบบของก๊าซไนโตรเจน (N_2) แต่พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ยกเว้นพืชตระกูลถั่วที่มีไรโซเบียมเท่านั้นที่จะใช้ได้ ซึ่งไนโตรเจนที่พืชทั่วไปใช้ได้จะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรตไอออน (NO_3^-) โดยธาตุไนโตรเจนทั้งสองรูปแบบนี้จะได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินและจากการใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในดิน โดยทั่วไปพืชต้องการธาตุไนโตรเจนจำนวนมากเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว พืชที่ได้รับไนโตรเจนที่เพียงพอจะมีสีเขียวสด

แข็งแรง โตเร็ว แต่ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไปจนบางครั้งอาจทำให้เกิดผลเสียได้ เช่น พืชอวบน้ำมากต้นอ่อน ล้มง่าย และผลผลิตของพืชอาจจะเสียหายได้ แต่ถ้าพืชขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้พืชแคระแกร็น โตช้า ใบเหลืองการออกดอกออกผลจะช้าไม่สมบูรณ์และโดยทั่วไปดินมักจะมีธาตุไนโตรเจนที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยเฉพาะในดินของภาคอีสานดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้กับพืชที่ปลูก (สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, 2537)

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อข้าวโพดตลอดอายุการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโตจนถึงระยะสร้างเมล็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะออกดอก การให้ไนโตรเจนอย่างเหมาะสมแก่ข้าวโพดหวานในระยะแรกของการเจริญเติบโต ส่งเสริมให้เมล็ดข้าวโพดหวานมีความหวานเพิ่มขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2564)

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบของข้าวโพดในระดับที่พอเพียง ควรอยู่ในช่วง 2.7-3.5 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนส่วนใหญ่สะสมอยู่ในต้นและใบเฉลี่ย 3.2 กิโลกรัม N ต่อต้นผลผลิต

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการดูดใช้ไนโตรเจนไปสะสมอยู่ในส่วนของต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และชัง รวมเฉลี่ย 18 กิโลกรัม N ต่อต้นผลผลิตเมล็ด (ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์) ไนโตรเจนส่วนใหญ่สะสมในเมล็ดเฉลี่ย 12.2 กิโลกรัม N ต่อต้นผลผลิต ในขณะที่ชังข้าวโพดมีปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก เฉลี่ย 1.1 กิโลกรัม N ต่อต้นผลผลิต ดังนั้นเมื่อนำเมล็ดและชังออกไปจากพื้นที่จะทำให้ไนโตรเจนสูญหายออกไปเฉลี่ย 13.3 กิโลกรัม N ต่อต้นผลผลิต ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาณไนโตรเจนจากปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) 28 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2564)

ส่วนข้าวโพดหวานมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนสะสมอยู่ในส่วนของต้นใบ กาบฝัก เมล็ด และชัง รวมเฉลี่ย 6.9 กิโลกรัม N ต่อต้นผลผลิต ดังนั้นเมื่อนำต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และชัง ออกไปจากพื้นที่ทำให้ไนโตรเจนสูญหายออกไปจากพื้นที่เทียบเท่ากับปริมาณไนโตรเจนจากปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) 15 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2564)

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน หมายถึงความสามารถของพืชในการให้ผลผลิตต่อหน่วยของไนโตรเจนที่ใช้ ประกอบด้วยความสามารถในการดึงดูดไนโตรเจนเพื่อสะสมไว้ที่ต้นพืช และความสามารถในการเปลี่ยนไนโตรเจนในดิน เป็นผลผลิต (Moll et al., 1982) ศุภกาญจน์ และคณะ (2556) รายงานว่า การให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกภายใต้วิธีการจัดการดิน-ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีความสัมพันธ์กับการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดอย่าง เห็นได้ โดยพบว่าเมื่อข้าวโพดให้ผลผลิตเมล็ด (ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์) จะมีการดูดใช้ในโตรเจน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ถูกผสมพันธุ์ นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวชุดดินสมทอดโดยใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 10-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N-P_2O_5-K_2O$ มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในทางสรีรวิทยา เท่ากับ 63 กิโลกรัมของผลผลิตต่อ 1 กิโลกรัมของ ไนโตรเจนที่พืชได้จากปุ๋ย เนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์ และมีความต้องการไนโตรเจนต่างกันไปตามแต่ละพันธุ์และสภาพแวดล้อม พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราเดียวกัน ดังนั้นจึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าพันธุ์ที่มีการดูดใช้ในโตรเจนในปริมาณมาก แต่ให้ผลผลิตต่ำ อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ยังขาดข้อมูล เกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของแต่ละพันธุ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินพันธุ์และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ต่อไป

อาการขาดปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ในระยะต้นอ่อนหากขาดไนโตรเจน ใบล่างของข้าวโพดจะเป็นสีเหลืองคล้ายกับอาการขาดน้ำ แต่ไม่เหี่ยว ส่งผลให้การเจริญเติบโตชะงัก หากขาดไนโตรเจนในระยะที่ข้าวโพดอยู่ในช่วงที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ที่จะแสดงอาการได้ชัดเจนมาก โดยใบแก่หรือใบล่างจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเป็นรูปตัววี (V) เริ่มจากปลายใบเข้าสู่ส่วนแกนกลางของใบและลุกลามขึ้นสู่ใบบน

หากการขาดไนโตรเจนมีความรุนแรงส่วนที่เป็นสีเขียวจะแห้งและร่วงหล่นจากลำต้น ในข้าวโพดหวานอาจพบสีม่วงที่โคนใบและกาบใบเนื่องจากการสะสมของสารแอนโทไซยานินเกิดขึ้น ลำต้นพอม สูง และอาจโค้งงอ การติดเมล็ดบนฝักไม่สมบูรณ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2564)



ภาพที่ 1 ลักษณะใบแก่หรือใบล่างของข้าวโพดที่ขาดไนโตรเจนใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเป็นรูปตัววี (V)

สาเหตุการขาดไนโตรเจน

มักจะเกิดกับสภาพแปลงปลูกที่ดินเสื่อมสภาพขาดความอุดมสมบูรณ์ การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุไม่สมบูรณ์ ดินชั้นแฉะหลังน้ำท่วมขัง การสูญเสียธาตุไนโตรเจนจากดินโดยถูกชะล้างหรือโดยกระบวนการ denitrification และในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิดินต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส มักพบว่ามีโอกาสขาดไนโตรเจนได้ เนื่องจากรากชะงักการเจริญเติบโต ทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารจากดินถูกจำกัด (กรมวิชาการเกษตร, 2564)

การแก้ไขอาการขาดไนโตรเจน

ให้พ่นปุ๋ยทางใบด้วยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร) ทุก 10-15 วัน

ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาของโพด

Ritchie and Hanway (1989) อธิบายพัฒนาการของข้าวโพดว่า ข้าวโพดแบ่งการพัฒนาการออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะการเจริญเติบโตทางด้านการลำต้น (vegetative stage) และระยะการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์ (reproductive stage) ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาแต่ละระยะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ฤดูกาล และสถานที่ปลูกโดยอัตราพัฒนาการของข้าวโพดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมระยะการเจริญเติบโตทางด้านการลำต้นแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ โดยแทนระยะพัฒนาการด้วย อักษร V และตามด้วยตัวเลขที่ระบุตำแหน่งของใบ ซึ่งการระบุของใบจากการพัฒนาของใบที่สมบูรณ์ โดยใบจะคลี่เต็มที่ (full expand) ปรากฏส่วนของ collar อย่างชัดเจนตั้งแต่ใบแรกจนถึงใบตำแหน่งสุดท้าย โดยเฉลี่ยทั่วไปข้าวโพดมีใบทั้งหมด 17 ถึง 19 ใบ และเมื่อมีการพัฒนาจนถึงระยะออกเกสรตัวผู้ ถือว่าสิ้นสุดระยะการเจริญเติบโตทางด้านการลำต้น ซึ่งแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้

VE: ระยะที่เมล็ดเริ่มงอกและโผล่พ้นดิน

V1: การปรากฏของใบที่ 1

V2: การปรากฏของใบที่ 2

V6: การปรากฏของใบที่ 6

VT: tasseling ระยะออกเกสรตัวผู้มีการปรากฏของเกสรตัวผู้ครบถ้วน

การงอกของเมล็ดข้าวโพดจะเริ่มจากการที่ radicle ยึดตัวออกจากเมล็ดที่ชุ่มน้ำ ต่อมา coleoptile จะงอกพร้อมกับการงอกของรากในแนวราบ ระยะ VE จะเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วของ mesocotyl ซึ่งจะดัน coleoptile โผล่พ้นดิน โดยต้นกล้าจะงอกประมาณ 4 ถึง 5 วัน หลังปลูก แต่

ถ้าอยู่ในสภาพแห้งแล้งจะใช้เวลา 2 อาทิตย์ หรือมากกว่าข้อที่เกิดราก (nodal roots) จะเกิดในระยะ VE และรากจะเริ่มงอกจากข้อที่ 1 ในระยะ V1 และในระยะ V3 ใบข้าวโพดจะงอกออกทั้ง 2 ด้าน ในขณะที่จุดยอดของลำต้น (stem apex) ยังคงอยู่ใต้ดิน เป็นระยะที่ stem apex อยู่ที่ระดับผิวดินและจะโผล่พ้นจากผิวดินในระยะ V6 ในระยะ V9 จะมีการยืดตัวของลำต้นอย่างรวดเร็ว และพัฒนาการใบข้าวโพดจะใช้เวลาแค่ 2 ถึง 3 วันต่อ 1 ใบหลังเข้าสู่ระยะ V10 ระยะ V18 จะมีรากที่งอกออกมาจากข้อที่อยู่เหนือดินช่วยพยุงลำต้นและดูดน้ำ แร่ธาตุให้ต้นข้าวโพดเมื่อเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ ระยะ VT เป็นระยะที่ต้นข้าวโพดมีความสูงมากที่สุดและก่อนข้าวโพดงอกใหม่ 2 หรือ 3 วัน

ระยะการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์

แบ่งออกเป็น 6 ระยะ ได้แก่

R1: silking ระยะที่ข้าวโพดปรากฏไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักดิน

R2: blister ระยะที่ข้าวโพดผสมพันธุ์แล้ว ของเหลวภายในเมล็ดมีลักษณะใส ไม่มีสี

R3: milk ระยะที่ของเหลวภายในเมล็ดมีสีขาวขุ่นของแป้งกลายน้ำนมและไหมเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแข็ง

R4: dough ระยะที่แป้งในเมล็ดมีลักษณะเหนียวเป็นแป้งเปียก

R5: physiological maturity

R6: PM ระยะที่สุกแก่ทางสรีระ โดยส่วนของเนื้อเยื่อ abscission layer เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือดำ

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

ความต้องการไนโตรเจนของพืช จะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาการเจริญเติบโตโดยทั่วไป พืชจะมีระยะการเจริญเติบโตอยู่ 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะแรกของการเจริญเติบโต ต้นอ่อนและใบอ่อนจะมีความต้องการธาตุอาหารไม่มากนัก
2. ระยะที่พืชเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่งก้าน ใบ และสร้างตาดอก ระยะนี้เป็นระยะที่พืชเจริญเติบโตเร็ว และมีความต้องการไนโตรเจนสูง
3. ระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตด้านผลผลิต สร้างผลและสร้างเมล็ด เป็นระยะที่พืชมีความต้องการไนโตรเจนลดลงดังนั้นการใส่ปุ๋ยในระยะเวลาที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชจะทำให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น (มุกดา, 2543)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ทั่วไป
 - 1.1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821
 - 1.2. รถปลูก
 - 1.3. ไม้บรรทัด ตลับเมตร
 - 1.4. เทปน้ำหยด
 - 1.5. ไม้ปักป้าย
 - 1.6. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
 - 1.7. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60
 - 1.8. Cyantraniliprole
 - 1.9. Emamectin benzoate 1.92%
 - 1.10. เครื่องวัดความเขียวใบ (SPAD meter)
2. อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์
 - 2.1. อุปกรณ์เจาะใบ รูปวงกลม พื้นที่ 0.6 ตร.ซม.
 - 2.2. หลอดไมโครทิวป์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
 - 2.3. N, N-dimethylformamide dimethyl aceal (DMF)
 - 2.4. ไมโครปิเปตต์

วิธีการ

1. พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากหนังสือรับรองพันธุ์ กรมวิชาการเกษตร 17 มิ.ย. 2563 ลักษณะประจำพันธุ์ของ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์สุวรรณ 5821 มีรายละเอียดดังนี้

ชนิดพืช/ประเภท	ชื่อไทย ข้าวโพด ชื่อวิทยาศาสตร์ <i>Zea mays</i> L. วงศ์ Poaceae พืชไร่
ราก	ระบบรากฝอย (fibrous root system)
ต้น	ลำต้นตั้งตรง ความสูงต้นเฉลี่ย 218 เซนติเมตร
ใบ	ใบเดี่ยวมีลักษณะใบใหญ่ ก่อนข้างตั้งตรง (semi-erect) ใบรองฝักบนสุดมีความกว้าง เฉลี่ย 12.1 เซนติเมตร และยาวเฉลี่ย 100.1 เซนติเมตร
ดอก/ช่อดอก	ความยาวของก้านช่อดอกตัวผู้ที่โผล่พ้นฐานใบธง โดยวัดจากฐานใบธงถึงปลายยอด ของเกสรตัวผู้ มีความยาวเฉลี่ย 46.2 เซนติเมตร มีอายุออกดอกตัวผู้ 60 วัน ความยาวของไหมวัดจากปลายฝักยาวเฉลี่ย 16.8 เซนติเมตร มีวันออกไหม (ดอกตัวเมีย) 61 วัน
ผล/ฝัก	ความสูงฝักโดยวัดจากพื้นดินถึงข้อฝักบนสุด มีความสูงเฉลี่ย 125 เซนติเมตร ความกว้างของฝักเฉลี่ย 4.6 เซนติเมตร ความยาวฝักเฉลี่ย 22 เซนติเมตร ความยาว คัดเมล็ดเฉลี่ย 21.2 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อแถวเฉลี่ย 45 เมล็ด และจำนวนแถว ต่อฝักเฉลี่ย 16 แถว
เมล็ด	เมล็ดสีส้มเหลือง กิ่งห้าวแข็ง มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะสูงเฉลี่ย 83 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเฉลี่ย 1,342 กิโลกรัมต่อไร่ (เมื่อปลูกในสภาพดินนา ฤดูแล้ง) และ 1,681 กิโลกรัมต่อไร่ (เมื่อปลูกในสภาพดินไร่)

ลักษณะอื่น ๆ อายุเก็บเกี่ยวผลผลิต 110-120 วัน และต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและโรคทางใบได้ดี

2. เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูก

สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง และส่งตัวอย่างดินก่อนปลูกไปยังห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ปุ๋ย และพืช ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินบางประการ ดังต่อไปนี้

1. การกระจายของอนุภาคดิน (particle size distribution) โดยวิธี pipette method ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) (Gee and Bauder, 1986)
2. ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ 1:1 ด้วยเครื่อง pH meter (ทศนิยม และจรงค์, 2542; Thomas, 1966)
3. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยใช้วิธี Walkey and Black Titration method (ทศนิยม และจรงค์, 2542; Walkey and Black, 1934)
4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธี Colorimetric (ทศนิยม และจรงค์, 2542; Bray and Kurtz, 1945)

5. ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยการสกัดด้วยสารละลาย NH_4OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542; Pratt, 1965)
6. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) อัตราส่วนดิน:น้ำ 1:5 ด้วยเครื่อง EC meter (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542; Rhoades, 1996)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีความความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.19 มีค่าการนำไฟฟ้าของดิน 0.06 dS/m เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 2.75 อยู่ในระดับสูง ธาตุอาหารในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 49.23 mg/kg อยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 82.59 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 3880.64 mg/kg อยู่ในระดับสูงมาก และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 3756.18 mg/kg อยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินไรง่อนปลูกของแปลงทดลอง สถานีวิจัยลพบุรี อ. โคกเจริญ จ. ลพบุรี ฤดูแล้ง 2565/66

Trial	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)
Lop Buri	26	34	40	Clay loam	7.19	0.06	2.75	49.23	82.59	3,880.64	3,756.18

3. การปลูกและดูแลรักษา

ศึกษาอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยในไตรเจนต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821 ในพื้นที่สถานีวิจัยลพบุรี (โคกเจริญ) อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 3 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 2 ระดับ ได้แก่ 2 และ 4 เท่าของปริมาณไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน และ สัดส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 3 วิธี ได้แก่ 1) สัดส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนปุ๋ยรองพื้น:ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1 ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 เท่ากับ 2:6:2 2) สัดส่วนการใส่ปุ๋ยรองพื้น:ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1 ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 คือ 4:4:2 3) สัดส่วนการใส่ปุ๋ยรองพื้น:ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1 ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 คือ 5:5:0 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แปลงทดลองดินไร่ สถานีวิจัยลพบุรี อ.โคกเจริญ จ.ลพบุรี ฤดูแล้ง 2565/2566

Treatments	Macronutrients			Basal application			The first	The second
	kg N/rai	kg P ₂ O ₅ /rai	kg K ₂ O/rai	46-0-0	18-46-0	0-0-60	(kg/rai) 46-0-0	(kg/rai) 46-0-0
2X N x 2:6:2	10.0	2.5	10.0	2.2	5.4	16.7	13.0	4.3
2X N x 4:4:2	10.0	2.5	10.0	6.6	5.4	16.7	8.7	4.3
2X N x 5:5	10.0	2.5	10.0	8.7	5.4	16.7	10.9	0.0
4X N x 2:6:2	20.0	2.5	10.0	6.6	5.4	16.7	26.1	8.7
4X N x 4:4:2	20.0	2.5	10.0	15.3	5.4	16.7	17.4	8.7
4X N x 5:5	20.0	2.5	10.0	19.3	5.4	16.7	21.7	0.0

2X N = ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าของปริมาณไนโตรเจนแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

4X N = ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน 4 เท่าของปริมาณไนโตรเจนที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

2:6:2 = การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยรองพื้น : ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1 : ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 เท่ากับ 2:6:2

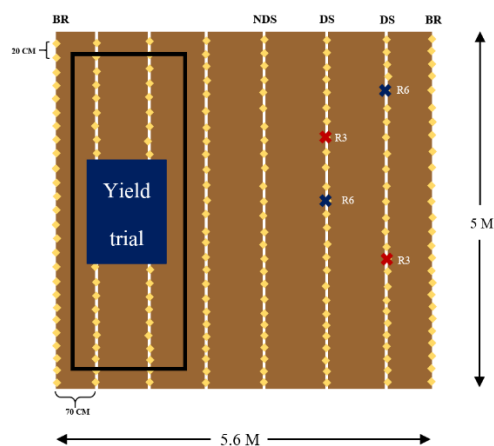
4:4:2 = การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยรองพื้น : ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1 : ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 เท่ากับ 4:4:2

5:5:0 = การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยรองพื้น : ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1 : ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 เท่ากับ 5:5:0

การเตรียมแปลงทดลอง (ภาพที่3) ไถดะ 1 ครั้ง และพรวน 2 ครั้ง ยกร่องปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบแถวเดี่ยว ระยะปลูก คือ ระยะระหว่างร่อง 70 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร จำนวน 8 แถวต่อแปลงย่อย แต่ละแถวยาว 5 เมตร พื้นที่ 5 x 5.6 เมตรต่อแปลงย่อย (28 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย) (ภาพที่ 2) จำนวน 24 แปลงย่อย (ภาพที่ 4) ก่อนปลูกคลุกเมล็ด

พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย ไซแอนทรานิลิโพรล (cyantraniliprole) อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม เพื่อป้องกันหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด หยอดเมล็ดข้าวโพด 2 เมล็ดต่อหลุม ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อข้าวโพดอายุ 11 วัน หลังจากให้น้ำวันแรก ฉีดพ่นสารควบคุมวัชพืชก่อนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์งอกด้วย อาหารจีน อัตรา 640 กรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกรมวิชาการเกษตร โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง คือ 1) ปุ๋ยรองพื้น 2) ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 1 ที่ 21 วัน หลังปลูก และ 3) ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2 ที่ 50 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราและสัดส่วนที่กำหนดไว้ข้างต้น ให้น้ำโดยระบบเทปน้ำหยด ฉีดพ่นสารกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเมื่อมีการระบาดด้วย

Emamectin benzoate 1.92% EC 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้ สาร Emamectin benzoate 1.92% EC มีอัตราการใช้ตามคำแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แต่พื้นที่ 1 ไร่ ให้ใช้น้ำ 60 ลิตร ดังนั้นจึงต้องผสมสาร Emamectin benzoate 1.92% EC 60 มิลลิลิตรกับน้ำ 60 ลิตรต่อ พื้นที่ 1 ไร่



ภาพที่ 2 แผนภาพแปลงย่อย และผังการเก็บข้อมูล (BR: Border row, NSD: Non destructive sample, DS: Destructive sample)



แปลง A1 สถานีวิจัยลพบุรี
(โคกเจริญ) จ.ลพบุรี



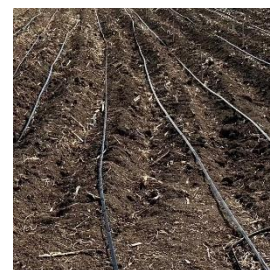
เก็บตัวอย่างดิน



เตรียมแปลง
ไถดะ 1 ครั้ง และ
ไถพรวน 2 ครั้ง



การปลูก
รถปลูก ~ 1-2
เมล็ดต่อหลุม



วางระบบน้ำหยด
ใช้เทปูนน้ำหยด

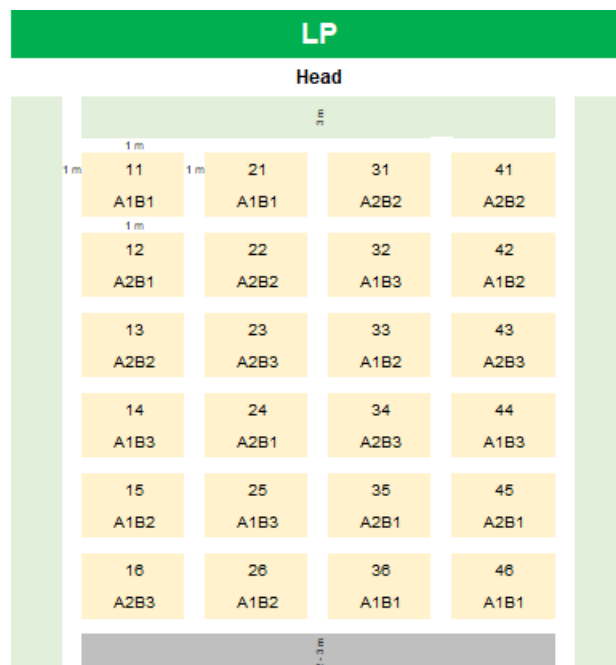
ถอนแยก
เหลือ 1 ต้น
ที่อายุ 11 วัน



การใส่ปุ๋ย

1. ปุ๋ยรองพื้น
2. ปุ๋ยแตกน้ำครั้งที่ 1 ที่ 21 วันหลังปลูก
3. ปุ๋ยแตกน้ำครั้งที่ 2 ที่ 48 วันหลังปลูก

ภาพที่ 3 การปลูกและการใส่ปุ๋ย



ภาพที่ 4 แผนผังแปลงย่อย

การเก็บข้อมูล

1. ข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากแถวสำหรับการเก็บข้อมูลแบบไม่ทำลายตัวอย่างเพื่อบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรดังนี้

1. ความสูงต้น (plant heights, เซนติเมตร) สุ่มวัดความสูงต้นที่มีต้นข้างเคียง (competitive plants) จำนวน 2 ต้น โดยวัดจากพื้นดินถึงข้อใบสูงสุดที่ทางเต็มที่ ที่ระยะน้ำนม (Reproductive 3; R3)
2. พื้นที่ใบวัดความกว้างและความยาวของใบที่อยู่ในตำแหน่งสูงสุด โดยเป็นใบที่มีการขยาย ขนาดเต็มที่ (ปรากฏ leaf collar) ใบเหนือใบรองฝัก และใบรองฝัก ต้นละ 1 ใบ จำนวน 2 ต้น ที่ระยะ R3 คำนวณพื้นที่ใบดังสมการของ Montgomery (1911)

$$\text{พื้นที่ใบ (ต่อ 1 ใบ)} = \text{ความกว้างใบ} \times \text{ความยาวใบ} \times 0.75$$

จากนั้นคูณด้วยค่าคงตัว 9.39 (Pearce et al. 1975) เพื่อคำนวณพื้นที่ใบทั้งหมด โดยประมาณที่ระยะ R3

3. ความเขียวใบ (SPAD index) ใช้เครื่อง SPAD meter วัดความเขียวของใบที่อยู่ในตำแหน่งสูงสุด โดยต้องเป็นใบที่มีการขยายขนาดเต็มที่ (ปรากฏ leaf collar) ใบเหนือใบรองฝัก และใบรองฝัก ต้นละ 1 ใบ จำนวน 2 ต้น ที่ ระยะ R3
4. วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ โดยเก็บตัวอย่างใบที่มีการขยายขนาดเต็มที่ (ปรากฏ leaf collar) ใบเหนือใบรองฝัก และใบรองฝัก ที่ระยะ R3 โดยเจาะใบด้วยอุปกรณ์

เจาะใบ รูปวงกลมพื้นที่ 1.0 ตารางเซนติเมตร นำตัวอย่างใบมาสกัดคลอโรฟิลล์ และคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีการของ Moran (1982)

$$\text{ปริมาณ Chlorophyll } a \text{ (}\mu\text{g/cm}^2\text{)} = (12.64 A_{664} - 2.99A_{647}) \times \text{Vol} \times Y / \text{Area}$$

$$\text{ปริมาณ Chlorophyll } b \text{ (}\mu\text{g/cm}^2\text{)} = (23.26 A_{647} - 5.6A_{664}) \times \text{Vol} \times Y / \text{Area}$$

$$\text{Total Chlorophyll (}\mu\text{g/cm}^2\text{)} = (7.04 A_{664} + 20.27A_{647}) \times \text{Vol} \times Y / \text{Area}$$

เมื่อ A_{664} ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 664 nm

A_{647} ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 nm

Vol ปริมาณของ DMF ที่ใช้ในการสกัด (ml)

Y Dilution factor หรือปริมาณก่อนการเจือจางหารด้วยปริมาณการเจือจาง

(ใช้เมื่อสารละลายที่ได้จากการสกัดมีความเข้มข้นสูงเกินไป: ค่า A สูงกว่า 0.8)

Area พื้นที่แผ่นใบตัวอย่างที่ใช้ในการสกัดคลอโรฟิลล์ (cm^2)

2. ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินบางประการ

สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง และส่งตัวอย่างดินก่อนปลูกไปยังห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ปุ๋ย และพืช ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินบางประการ ดังต่อไปนี้

1. การกระจายของอนุภาคดิน (particle size distribution) โดยวิธี pipette method ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) (Gee and Bauder, 1986)
2. ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ 1:1 ด้วยเครื่อง pH meter (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542; Thomas, 1966)
3. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยใช้วิธี Walkey and Black Titration method (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542; Walkey and Black, 1934)

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธี Colorimetric (ทศนีย์ และจรงักษ์, 2542; Bray and Kurtz, 1945)
5. ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยการสกัดด้วยสารละลาย NH_4OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption
6. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) อัตราส่วนดิน:น้ำ 1:5 ด้วยเครื่อง EC meter (ทศนีย์ และจรงักษ์, 2542; Rhoades, 1996)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม STAR (Statistical Tool for Agricultural Research) software, version 2.0.1 และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยโปรแกรม R studio package “metan” (Olivoto and Lúcio, 2020)

สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย

1. สถานที่การทําวิจัย

พื้นที่โครงการศึกษาเพื่อพัฒนาชนบทเกษตร สถานีวิจัยลพบุรี อ.โคกเจริญ ต.โคกเจริญ จ.ลพบุรี

2. ระยะเวลาการทําวิจัย

เริ่มทดลองตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2565 และสิ้นสุดการทดลอง เดือนมีนาคม 2566 เป็นระยะเวลา 5 เดือน

ผลและวิจารณ์

1. ความสูงต้น

ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณการใส่ปุ๋ยในโตรเจนและสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ต่อความสูงต้น แต่พบว่าการใส่ปุ๋ย 4X N มีผลให้ความสูงต้น ที่ระยะ R2 สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 2x N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 8 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่ 2X N และ 4X N มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นเท่ากับ 122.94 และ 132.89 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะเดียวกันสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ไม่มีผลให้ความสูงต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยสัดส่วน 2:6:2 4:4:2 และ 5:5:0 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นเท่ากับ 127.83 126.17 และ 129.75 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

2. ดัชนีพื้นที่ใบ

พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณการใส่ปุ๋ยในโตรเจนและสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ต่อดัชนีพื้นที่ใบ แต่พบว่าการใส่ปุ๋ย 4X N มีผลให้ดัชนีพื้นที่ใบ ที่ระยะ R2 สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 2X N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่ 2X N และ 4X N มีค่าเฉลี่ยดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 2.75 และ 3.24 ตามลำดับ ขณะเดียวกันสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ไม่มีผลให้ดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันทางสถิติ โดยสัดส่วน 2:6:2 4:4:2 และ 5:5:0 มีค่าเฉลี่ยดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 3.20 2.89 และ 2.88 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

3. ความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝัก

พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณการใส่ปุ๋ยในโตรเจนและสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ต่อความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝักแต่พบว่าการใส่ปุ๋ย 4X N มีผลให้ความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝักที่ระยะ R2 สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 2X N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คิดเป็น 6 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่ 2X N และ 4X N มีค่าเฉลี่ยความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝักเท่ากับ 2.75 และ 3.24 ตามลำดับ ขณะเดียวกันสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ไม่มีผลให้ความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝักแตกต่างกันทางสถิติ โดยสัดส่วน 2:6:2 4:4:2 และ 5:5:0 มีค่าเฉลี่ยความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝักเท่ากับ 29.94 29.99 และ 28.69 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

4. คลอโรฟิลล์ เอ ของใบเหนือใบรองฝัก

ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณการใส่ปุ๋ยในโตรเจนและสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ต่อคลอโรฟิลล์ เอ ของใบเหนือใบรองฝักแต่พบว่าการใส่ปุ๋ย 4X N มีผลให้คลอโรฟิลล์ เอ ของใบเหนือใบรองฝักที่ระยะ R2 สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 2X N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) คิดเป็น 17 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่ 2X N และ 4X N มีค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 12 และ 14 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ขณะเดียวกันสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ไม่มีผลให้คลอโรฟิลล์ เอ ของใบเหนือใบรองฝักแตกต่างกันทางสถิติ โดยสัดส่วน 2:6:2 4:4:2 และ 5:5:0 มีค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของใบเหนือใบรองฝัก เท่ากับ 13 13 และ 13 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

5. คลอโรฟิลล์ บี ของใบเหนือใบรองฝัก

พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณการใส่ปุ๋ยในโตรเจนและสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ต่อคลอโรฟิลล์ บี ของใบเหนือใบรองฝักแต่พบว่าการใส่ปุ๋ย 4X N มีผลให้คลอโรฟิลล์ บี ของใบเหนือใบรองฝักที่ระยะ R2 สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 2X N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่ 2X N และ 4X N มีค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ 3.7 และ 4.3 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ขณะเดียวกันสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ไม่มีผลให้คลอโรฟิลล์ บี ของใบเหนือใบรองฝักแตกต่างกันทางสถิติ โดยสัดส่วน 2:6:2 4:4:2 และ 5:5:0 มีค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของใบเหนือใบรองฝัก เท่ากับ 4.0 4.2 และ 4.0 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

6. คลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบเหนือใบรองฝัก

พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณการใส่ปุ๋ยในโตรเจนและสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ต่อคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบเหนือใบรองฝัก แต่พบว่าการใส่ปุ๋ย 4X N มีผลให้คลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบเหนือใบรองฝักที่ระยะ R2 สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 2X N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่ 2X N และ 4X N มีค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบเหนือใบรองฝักเท่ากับ 15.7 และ 18.3 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ขณะเดียวกันสัดส่วนการใส่ปุ๋ยในโตรเจนปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 1: ปุ๋ยแต่งหน้า ครั้งที่ 2 ไม่มีผลให้คลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบเหนือใบรองฝักแตกต่างกันทางสถิติ โดยสัดส่วน 2:6:2 4:4:2 และ 5:5:0 มีค่าเฉลี่ยความใบเท่ากับ 17.0 17.2 และ 17.0 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของอัตราการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821 ที่ระยะก้านิคเมล็ด (bister, R2)

Treatments	Plant height (cm)	Leaf area index	SPAD	Chlorophyll <i>a</i> (mg/m ²)	Chlorophyll <i>b</i> (mg/m ²)	Total chlorophyll (mg/m ²)
2N x 2:6:2	121.00b	2.93	28.82	12	3.7	15.7
2N x 4:4:2	123.83b	2.75	29.45	13	3.9	16.9
2N x 5:5:0	124.00b	2.58	27.58	11	3.5	14.5
4N x 2:6:2	135.00a	3.48	31.07	14	4.2	18.2
4N x 4:4:2	1229.00a	3.04	30.35	14	4.5	18.5
4N x 5:5:0	135.50a	3.19	29.80	14	4.5	18.5
Rate						
2N	122.94b	2.75b	28.62b	12b	3.7b	15.7b
4N	132.89a	3.24a	30.47a	14a	4.3a	18.3a
Split						
2:6:2	127.83	3.20	29.94	13	4.0	17.0
4:4:2	126.17	2.89	29.99	13	4.2	17.2
5:5:0	129.75	2.88	28.69	13	4.0	17.0
Rate	*	*	*	*	*	*
Split	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Rate x Split	*	ns	ns	ns	ns	ns
Mean	127.92	2.99	29.54	13.0	4.0	17.0
%C.V.	5.88	12.90	5.43	5.97	9.70	6.76

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ, *, ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05, 0.01$ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD โดยที่ค่าเฉลี่ย
ลักษณะต่าง ๆ ของอัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีตักอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

7. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

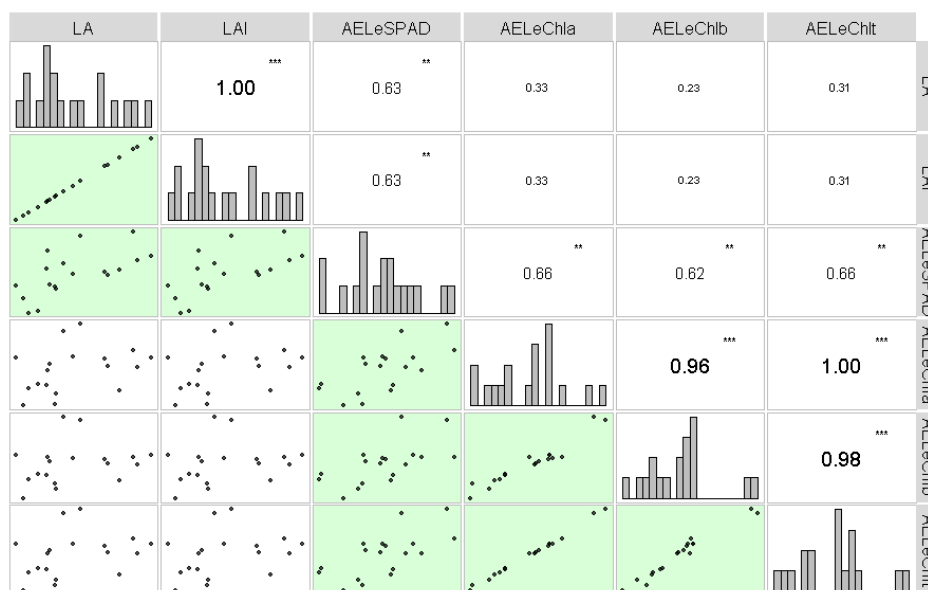
จากการทดสอบสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน นำค่าพื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ ความเขียวใบของใบ เหนือใบรองฝัก และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบเหนือใบรองฝัก มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบและความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝัก มีสหสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับพื้นที่ใบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 1.00 และ 0.63 ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

ความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝัก มีสหสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีพื้นที่ใบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.63 (ภาพที่ 5)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด มีสหสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝัก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.66 0.62 และ 0.66 ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด มีสหสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.96 และ 1.00 ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด มีสหสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.98 (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ ความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์สุวรรณ 5821 ภายใต้อัตราและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน จากการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

สรุป

จากผลการทดลองในปีที่ 1 เมื่อพิจารณาลักษณะการเจริญเติบโต การใส่ปุ๋ยในโตรเจน ปริมาณ 4 เท่าจากปริมาณที่แนะนำ คือ 20 kg N/ไร่ เป็นวิธีการที่เหมาะสมเนื่องจากให้ความสูงต้น พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ ความเขียวใบของใบเหนือใบรองฝัก และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และทั้งหมดของใบเหนือใบรองฝักสูงกว่า การใส่ปุ๋ยในโตรเจนปริมาณ 2 เท่าจากปริมาณที่แนะนำ 10 kg N/ไร่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

หนังสือ

จรงค์ จันทน์เจริญสุข. 2554. สถานะภาพของอุตสาหกรรมอาหารและการแก้ไขการขาดอุตสาหกรรมในพืชเศรษฐกิจปี ลูกในดินเนื้อปูน. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุท. 2552. สถิติ: การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชด้วย R. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร ก. แพร่งแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. 2557. สรีรวิทยาพืชไร่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: จังหวัดเชียงใหม่

พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 (2550, 30 ธันวาคม). ราชกิจจานุเบกษา.

ราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๒๕/ตอนที่ ๗ ก. หน้า ๑/๑๑.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์. ยงยุทธ โอสดสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3.

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันทน์ เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2537. ดินและปุ๋ย. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยพระราชประสงค์

ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. กรุงเทพฯ : โครงการสารานุกรมไทยฯ. (18): 198-199.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เอกสารวิชาการ คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ. กองวิจัย

พัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564

Atwell BJ, Kriedemann PE, Turnbull CGN. 1999. Plants in action: adaptation in nature, performance in cultivation. 664 pp. South Yarra, Victoria: Macmillan Education Australia.

Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle-size analysis, pp. 383-411. In A Klute Methods of Soil Analysis Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr.9. ASA and SSSA., Madison, WI, USA.

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity pH. Chap. 16: 485-487. In Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. ASA and SSSA Inc., Madison, WI, USA.

Montgomery, E.G. 1911. Correlation studies in corn. Agricultural Experiment Station of Nebraska, Lincoln.

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.

Pearce RB, Mock IH, Bailey TB, 1975. A rapid method for estimating leaf area per plant in maize. Crop Sci 15: 691-694

Ritchie, S. W. and J. J. Hanway. 1989. How corn plant develops. Special report No. 48. Iowa stage university of since and technology cooperative extension service Amea, Iowa. 21p.

Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. Chap. 14: 417-427. In Method of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. ASA and SSSA. Madison, WI, USA.

วารสารทางวิชาการ

Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.

Olivoto, T, Lúcio, AD. metan: An R package for multi-environment trial analysis. Methods Ecol Evol. 2020; 11: 783– 789. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13384>

Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In C.A. Black (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Amer. Soc. Of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil sci. 37: 29-38.

บทความทางวิชาการที่เผยแพร่ทางเว็บไซต์

กรมวิชาการเกษตร. 2564. การขาดธาตุไนโตรเจนในข้าวโพด. แหล่งที่มา: ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ (<https://www.doa.go.th/fc/nakhonsawan/?p=3776>). 6 กันยายน 2564.

Baltic Deal Bridge. 2017. Split application of nitrogen. สืบค้นเมื่อ 20.03.2566

<http://www.balticdeal.eu/measure/split-application-of-nitrogen-n/e>

รายงานความก้าวหน้าจากการประชุมทางวิชาการ (Proceeding)

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี คาวรุ่ง คงเทียน ชลวุฒิ ละเอียค สาริต อารีรักษ์ พิเชษฐ กรุดลอยมา. 2556. ผลระยะยาวของการ จัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. น. 90-108

ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36 วันที่ 5-7 มิถุนายน 2556 ณ โรงแรมอัสวรณ จังหวัดหนองคาย

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การแปลผลค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

ระดับ	ค่าที่วัดได้ (ช่วง pH_{water} 1:1)
กรดรุนแรงมากที่สุด	<3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5-4.5
กรดจัดมาก	4.6-5.0
กรดจัด	5.1-5.5
กรดปานกลาง	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	6.1-6.5
กลาง	6.6-7.3
ด่างเล็กน้อย	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	7.9-8.4
ด่างจัด	8.5-9.0
ด่างจัดมาก	>9.0

ตารางผนวกที่ 2 การแปลผลค่าการนำไฟฟ้าในดิน (EC) ของสารละลายดินที่ได้จากการวัดด้วยอัตราส่วน 1:5 ตามประเภทของเนื้อดิน ณ อุณหภูมิอ้างอิง 25 °C

กลุ่มพืชทนเค็ม	ค่า EC 1:5 ที่เนื้อดินต่าง ๆ (ds/m)				
	ทราย/ร่วนปนทราย	ร่วน	ร่วนปนทราย	ค่อนข้างเหนียว	เหนียวจัด
ไม่เค็ม	<0.15	<0.17	<0.25	<0.30	<0.40
เค็มน้อยมาก	0.16-0.30	0.18-0.35	0.26-0.45	0.31-0.60	0.41-0.80
เค็มปานกลาง	0.31-0.60	0.36-0.75	0.46-0.90	0.61-1.15	0.81-1.60
เค็มจัด	0.61-1.20	0.76-1.50	0.91-1.75	1.16-2.30	1.61-3.20
เค็มจัดมาก	>1.20	>1.50	>1.75	>2.30	>3.20

ตารางผนวกที่ 3 ระดับจุลธาตุอาหารพืชรูปที่เป็นประโยชน์ในดิน

ระดับความต้องการจุลธาตุอาหารของพืช (mg/kg) สกัดด้วย DTPA			
จุลธาตุอาหาร	ขาด	พอเหมาะ	เกินพอ
เหล็ก (Fe)	<2.5	2.4-4.5	>4.5
แมงกานีส (Mn)	<1.0	-	>1.0
ทองแดง (Cu)	<0.2	-	>0.2
สังกะสี (Zn)	<0.5	0.5-1.0	>1.0

ตารางผนวกที่ 4 การใช้ปุ๋ยกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2564)

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์ดิน	ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำ
Organic matter (%)	< 1	15 kg N/rai
	1.0 – 2.0	10 kg N/rai
	> 2	5 kg N/rai
Available P (mg/kg)	< 10	10 kg P ₂ O ₅ /rai
	10.0 – 15.0	5 kg P ₂ O ₅ /rai
	> 15	2.5 kg P ₂ O ₅ /rai
Exchangable K (mg/kg)	< 60	15 kg K ₂ O/rai
	60.0 – 100.0	10 kg K ₂ O/rai
	> 100	5 kg K ₂ O/rai

ตารางผนวกที่ 5 ค่ามาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดิน

ระดับ	ระดับธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน							
	อินทรีย์วัตถุ (OM, %)	ไนโตรเจน (N, %)	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม	โซเดียม	ซัลเฟอร์
			(P, mg/kg)	(K, mg/kg)	(Ca, mg/kg)	(Mg, mg/kg)	(Na, mg/kg)	(S, mg/kg)
	Walkley and Black	วิธี Kjeldahl	สกัดด้วย Bray II		สกัดด้วย NH_4OAc pH 7.0		สกัดด้วย NH_4OAc pH 5	
ต่ำมาก	<0.5	<0.10	<3	<30	<400	<36	<25	<5
ต่ำ	0.5-1.5	0.10-0.30	3-10	30-60	401-1000	36-120	25-70	5-10
ปานกลาง	1.5-2.5	0.31-0.60	11-15	61-90	1001-2000	121-365	70-160	11-20
สูง	2.5-4.5	0.61-1.0	16-45	91-120	2001-4000	366-975	160-450	21-30
สูงมาก	>4.5	>10	>45	>120	>4000	>975	>450	>30

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุวิษา สันป่าแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	13 ตุลาคม 2543
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลแพร่ อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	วท.บ (วิทยาศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-