

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพด^{1/}

Nitrogen fertilizer management to improve corn yield^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นางสาวนารีรัตน์ เสนหอม^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

3/

บทคัดย่อ

การจัดการไนโตรเจน (N) เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตและความยั่งยืนของการปลูกข้าวโพด (*Zea mays* L.) โดยสัมมนาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวโพดภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาปฏิสัมพันธ์ของระดับการใส่ไนโตรเจน ระยะเวลาการใส่ และการคัดเลือกสายพันธุ์ต่อผลผลิตข้าวโพด ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าไนโตรเจนมีความจำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์และประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาส่วนลำต้นและระบบสืบพันธุ์ จากการศึกษาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในชุดดินวังไฮ พบว่าการเพิ่มอัตราการใส่ไนโตรเจนช่วยเพิ่มความสูงของต้น เเปอร์เซ็นต์เกวเหาะ และค่าคลอโรฟิลล์ (SCMR) อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการใส่ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ (เป็นสองเท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน) ช่วยให้ได้ผลผลิตเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด นอกจากนี้ การมีไนโตรเจนที่เพียงพอในช่วงการสร้างเมล็ดมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มขนาดเมล็ด และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนและการเลือกสายพันธุ์ยังมีบทบาทสำคัญเช่นกัน การทดลองในข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ต่างๆ (Arumba, Srikandi และ URI 1) แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ Srikandi มีการตอบสนองต่อไนโตรเจนสูงสุด โดยการใส่ในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด นอกจากนี้ ระยะเวลาและการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนยังเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (NUE) งานวิจัยระบุว่าการแบ่งใส่ไนโตรเจนในปริมาณเท่าๆ กันก่อนการให้น้ำครั้งที่หนึ่งและครั้งที่สอง ให้ผลดีกว่าการใส่ในช่วงปลูกและการใส่เพียงครั้งเดียวก่อนการให้น้ำ โดยทำให้ต้นและผลผลิตเมล็ดสูงขึ้น โดยการจัดการผลผลิตข้าวโพดให้มีผลผลิตในระดับสูงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการจัดการแบบบูรณาการ ทั้งการวิเคราะห์ดิน การกำหนดปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสม และการจัดการระยะเวลาการใส่ที่เหมาะสม เพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารในช่วงวิกฤตของการเจริญเติบโต ควบคู่ไปกับความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและประสิทธิภาพต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: ข้าวโพด; ไนโตรเจน; ผลผลิตข้าวโพด; การจัดการปุ๋ย

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาพืชไร่

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่และพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำวิชาภาควิชาพืชไร่และพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. บทนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อระบบการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศไทย เนื่องจากเมล็ดข้าวโพดถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์ รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารและพลังงานชีวภาพ ความต้องการใช้ข้าวโพดทั้งในประเทศและต่างประเทศยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การผลิตข้าวโพดของประเทศไทยยังเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ปัญหาภัยแล้ง คุณภาพเมล็ดพันธุ์ โรคและแมลงศัตรูพืช รวมถึงต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าวโพดโดยรวมของประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการจัดการทรัพยากรดินที่ไม่เหมาะสมยังทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ส่งผลให้พืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ โดยเฉพาะไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ โปรตีน กรดอะมิโน และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช ดังนั้นการได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด (Ciampitti and Vyn, 2012) อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ไม่เหมาะสม เช่น การใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนความจำเป็นหรือการใส่ปุ๋ยไม่ตรงกับช่วงความต้องการของพืช อาจทำให้ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยลดลง และทำให้ไนโตรเจนสูญเสียไปจากดินผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การชะล้าง การระเหย และการดีไนตริฟิเคชัน ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Wu et al., 2022) ดังนั้น การศึกษาการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย ลดต้นทุนการผลิต และส่งเสริมการผลิตข้าวโพดอย่างยั่งยืนในอนาคต ดังนั้นการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้ “พอดีและตรงเวลา” จึงเป็นเรื่องสำคัญมากสำหรับเกษตรกร เพราะหากใส่ปุ๋ยมากเกินไป พืชจะโตช้า ใบซีด และให้ผลผลิตต่ำ แต่ถ้าใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนความจำเป็น นอกจากจะไม่เพิ่มผลผลิตแล้ว ยังทำให้ต้นทุนสูงขึ้น และเสี่ยงต่อการสูญเสียธาตุอาหารไปกับการชะล้างหรือระเหย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย (เพชรหมื่นไวยและคณะ, 2567) จากงานวิจัยในหลายพื้นที่ของประเทศ พบว่าข้าวโพดตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนค่อนข้างดี และการปรับอัตราปุ๋ยให้เหมาะกับสภาพดินช่วยเพิ่มผลผลิตได้อย่างคุ้มค่า ขณะเดียวกันเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น การใช้ปุ๋ยชีวภาพหรือจุลินทรีย์ช่วยตรึงไนโตรเจน ถูกนำมาใช้มากขึ้น และมีรายงานว่าสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้โดยไม่ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยเคมีมากนัก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) ในสัมมนา นี้ จะกล่าวแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการไนโตรเจนของข้าวโพด วิธีจัดการปุ๋ยให้สอดคล้องกับระยะการเจริญเติบโต การลดการสูญเสียไนโตรเจน รวมถึงเทคนิคใหม่ ๆ ที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้คุ้มค่าและรักษาผลผลิตให้สูงอย่างยั่งยืน (Wu et al., 2022) การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสมจึงเป็นหัวใจสำคัญในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด ควบคู่กับการลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นประเด็นหลักของการสัมมนาครั้งนี้

2. บทบาทของไนโตรเจนในการผลิตพืช

2.1 ความสำคัญของไนโตรเจนในกระบวนการผลิตพืช

ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญสูงต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องับกระบวนการเมตาบอลิซึมและการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) ในพืช การขาดไนโตรเจนสามารถนำไปสู่การลดลงของผลผลิตและคุณภาพของพืช ทำให้ไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตในการเกษตรอย่างมาก ดังนี้

1) การสร้างโปรตีนและเอนไซม์

โปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลักของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน การขาดไนโตรเจนจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตช้าและมีใบเหลือง เนื่องจากการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลง

2) การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสง ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งทำให้พืชสามารถดูดซับแสงเพื่อผลิตพลังงาน หากพืชขาดไนโตรเจน จะทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและลดประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตของพืช

3) การเจริญเติบโตของราก

ไนโตรเจนช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของราก ทำให้พืชสามารถดูดซึมน้ำและสารอาหารจากดินได้ดีขึ้น การขาดไนโตรเจนจะทำให้รากพืชมีการเจริญเติบโตช้าลง ส่งผลต่อการรับสารอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตโดยรวมของพืช

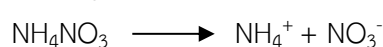
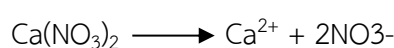
4) ผลผลิตและคุณภาพของพืช

การใช้ไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด และพืชผัก การใช้ไนโตรเจนที่มากเกินไปหรือไม่เพียงพออาจส่งผลให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของพืชและสิ่งแวดล้อม ปริมาณไนโตรเจนที่สูงขึ้นส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นแต่การใช้ไนโตรเจนเกินความจำเป็นอาจทำให้เกิดการสะสมไนเตรตในพืช ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Ciampitti and Vyn. 2012)

2.2 รูปของไนโตรเจนที่ใช้ในกระบวนการผลิตพืช

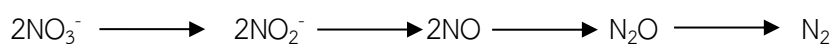
2.2.1 ไนเตรต ปุ๋ยไนเตรตมีการเปลี่ยนแปลงในดินดังนี้

1) การละลาย ปุ๋ยไนเตรต ได้แก่แคลเซียมไนเตรต และแอมโมเนียมไนเตรต เป็น ปุ๋ยที่ละลายง่าย เมื่อละลายแล้วจะแตกตัวให้ไนเตรตไอออนกับแอมโมเนียมไอออนซึ่งเป็นองค์ประกอบ ของปุ๋ย ดังนี้



สำหรับไนเตรตไอออนเป็นรูปของไนโตรเจนที่พืชใช้ประโยชน์ง่าย แต่เนื่องจากเป็น แอนไอออน (มีประจุลบ) ส่วนคอลลอยด์ดินก็มีประจุบวกลittle จึงดูดซับกับผิวของคอลลอยด์ดินได้ น้อย เป็นเหตุให้สูญหายไปกับการชะล้างได้ง่ายกว่าปุ๋ยแอมโมเนียม

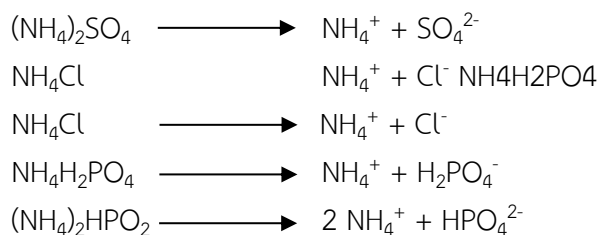
2) ดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ของไนเตรตไอออน ปุ๋ยไนเตรตน่าจะมีขอบเขต การใช้เฉพาะพืชไร่ ไม่ควรใช้กับดินนาข้าว เนื่องจากเมื่อไนเตรตไอออนอยู่ในชั้นดินซึ่งขาดออกซิเจน จะถูกจุลินทรีย์ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobes) รีดิวซ์ไนเตรตไอออนให้เป็นไนไตรต์ไอออน แล้วรีดิวซ์ต่อไป จนกลายเป็นแก๊สไนตริกออกไซด์ (NO) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) และไนโตรเจน (N₂) ซึ่งไม่เป็น ประโยชน์ต่อพืช กระบวนการรีดักชันของไนเตรตโดยจุลินทรีย์ดินเรียกว่าดีไนตริฟิเคชันดังนี้ (ยงยุทธ, 2551)



2.2.2 แอมโมเนียม

ปุ๋ยแอมโมเนียมมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1) การละลายและแตกตัวของปุ๋ย เมื่อแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคลอไรด์ โมโน แอมโมเนียมฟอสเฟตและไดแอมโมเนียมฟอสเฟต อยู่ในดินที่มีความชื้นเพียงพอ จะละลายน้ำแล้ว แตกตัวให้แอมโมเนียมไอออน และแอนไอออนซึ่งเป็นองค์ประกอบของปุ๋ยนั้นดังนี้



2) การดูดซับและการตรึง แอมโมเนียมไอออนส่วนมากจะถูกดูดซับอยู่กับผิวของ คอลลอยด์ดิน เพียงส่วนน้อยคงอยู่ในสารละลายของดิน โดยทั้งสองรูปนี้ยังคงเป็นประโยชน์ต่อพืช แต่ จะ มีแอมโมเนียมไอออนส่วนหนึ่งถูกตรึงอยู่ในหลัของแร่ดินเหนียวอัลโลสและเวอร์มิคิวไลต์ ซึ่งไม่ เป็นประโยชน์ต่อพืช (ยงยุทธ, 2551)

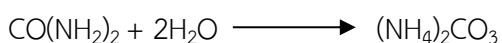
2.2.3 ยูเรีย

เมื่อใส่ยูเรียในดินที่มีความชื้นพอประมาณ จะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1) การละลายและแปรสภาพ เนื่องจากยูเรียเป็นสารที่ละลายน้ำง่าย เมื่อใส่ในดินที่มี ความชื้นพอเหมาะจะละลายอย่างรวดเร็ว ต่อจากนั้นก็มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ คือ

1.1). รากพืชอาจดูดโมเลกุลยูเรียจากสารละลายของดินไปใช้ได้โดยตรง

1.2) ยูเรียในดินจะถูกเอนไซม์ยูรีเอส (urease) แปรสภาพให้เป็น แอมโมเนียม คาร์บอเนต ดังนี้



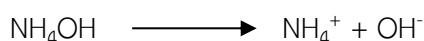
1.3) เนื่องจากแอมโมเนียมคาร์บอเนตเป็นเกลือที่ไม่มีเสถียรภาพ จึงสลายตัวต่อไป



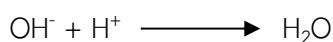
ทั้งแอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการสลายตัวของแอมโมเนียม คาร์บอเนต มีสถานะเป็นแก๊ส ดังนั้นถ้าหว่านยูเรียบนผิวดินโดยไม่พรวนกลบหรือรดน้ำ แก๊สดังกล่าวจะระเหยออกไปจากดินง่าย เป็นเหตุให้ไนโตรเจนสูญหายไปจากดินมาก ดังนั้นการพรวนกลบปุ๋ยหรือรดน้ำ ให้ปุ๋ยละลายลงไปใต้ผิวดิน จะช่วยอนุรักษ์ยูเรียให้เป็นประโยชน์แก่พืชมากยิ่งขึ้น

1.4) แอมโมเนียที่คงอยู่ในดินจะละลายน้ำได้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้นบริเวณ รอบ ๆ เม็ดปุ๋ยจะเป็นด่างจัด หากใส่ปุ๋ยชิดกับเมล็ดพืชหรือรากพืชแล้ว อาจเป็นพิษแก่ ส่วนของพืชเหล่านี้ นั้นได้ แต่การเพิ่มพีเอชของดินจะเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวในบริเวณเล็ก ๆ ที่สัมผัสกับ ปุ๋ยเท่านั้น แต่ในดินกรด แอมโมเนียจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออนจากดินได้แอมโมเนียมไอออน

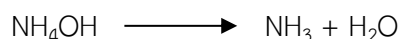
2) พีเอชของดินกับการสูญเสียไนโตรเจน แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดจากการ แปรสภาพของยูเรีย อาจเปลี่ยนแปลงต่อไปได้ 2 ทาง กล่าวคือ ถ้าดินเป็นกรดจะแตกตัวเป็น แอมโมเนียมไอออนและไฮดรอกซิลไอออน



ส่วนไฮดรอกซิลไอออนจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออนในสารละลายดินของดินกรดได้น้ำ



แต่ถ้าดินเป็นด่างหรือดินเนื้อปูน (calcareous soils) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์จะ แตกตัวให้แอมโมเนียและน้ำ อีกครั้งหนึ่ง ดังนี้



ด้วยเหตุนี้การใช้ปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยแอมโมเนียมในดินด่าง จึงมักมีการสูญเสีย แอมโมเนียมมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ในดินกรด (ยงยุทธ, 2551)

3. ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตของข้าวโพด

ณัฐกิตติ์ และคณะ (2024) ได้ศึกษาผลของอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยทำการทดลองในแปลงทดลองและวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) กำหนดอัตราปุ๋ยไนโตรเจนหลายระดับ ได้แก่ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 3.0 เท่าของคำแนะนำ และทำการวัดตัวแปรด้านการเจริญเติบโตของพืช ค่าคลอโรฟิลล์ในใบ (SPAD หรือ SCMR) รวมถึงผลผลิตของข้าวโพดเมื่อเก็บเกี่ยว ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของข้าวโพดและเพิ่มผลผลิตเมล็ด โดยอัตราปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่เหมาะสมให้ผลผลิตสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 1 Means of SCMR under different Nitrogen application rates

Treatments (Kg. N-P ₂ O ₅ - K ₂ O/rai)	SCMR								Mean
	V3	V5	V7	V9	V11	V13	V15	V17	
0-5-15	40.7 ^c	40.5 ^c	50.9	52.9 ^c	53.7	53.8 ^b	50.6 ^c	32.8	40.7 ^c
5-5-15	42.6 ^{bc}	40.8 ^{bc}	52.6	54.6 ^b	54.7	55.6 ^{ab}	51.5 ^{bc}	33.3	42.6 ^{bc}
10-5-15	43.5 ^{abc}	43.1 ^{abc}	52.2	55.3 ^b	54.9	54.0 ^b	53.4 ^{ab}	38.0	43.5 ^{abc}
15-15-15	42.3 ^{bc}	40.1 ^c	52.0	54.9 ^b	55.4	55.4 ^{ab}	53.3 ^{ab}	35.5	42.3 ^{bc}
20-5-15	45.8 ^a	43.7 ^{ab}	53.5	55.3 ^b	55.4	56.9 ^a	54.3 ^a	37.0	45.8 ^a
30-5-15	44.8 ^{ab}	44.3 ^a	53.1	56.6 ^a	55.1	56.6 ^a	54.9 ^a	34.9	44.8 ^{ab}
Mean	43.3	42.1	52.4	54.9	54.9	55.4	53.0	35.2	43.3
F-test	*	*	ns	*	ns	*	**	ns	*
C.V. (%)	4.21	4.48	4.39	1.62	2.00	2.19	2.68	9.35	4.21

Note: ns = non-significant, ** significantly different at P<0.05 and P<0.01, respectively, means in each column followed by different lowercase letters indicate significant (P<0.05) determined Duncan's new multiple range test (DMRT)

ที่มา: ญัฐกิตติ์ และคณะ (2567)

ตารางที่ 2 Grain yield of maize under different Nitrogen application rates

Treatments (Kg. N-P ₂ O ₅ - K ₂ O/rai)	Yield (kg/rai)	Shelling Percentage (%)	Seed moisture (%)	Weight of 100 Grain (g)
5-5-15	1000 ^b	82.2 ^{ab}	24.9	30.2 ^b
10-5-15	1229 ^a	82.7 ^a	25.5	31.9 ^{ab}
15-15-15	1238 ^a	83.0 ^a	25.3	32.4 ^a
20-5-15	1319 ^a	82.9 ^a	25.0	33.5 ^a
30-5-15	1305 ^a	82.8 ^a	25.3	31.9 ^{ab}
F-test	**	*	ns	*
C.V. (%)	7.17	0.66	3.96	3.92

Note: ns = non-significant, **, * significantly different at P<0.05 and P<0.01, respectively, means in each column followed by different lowercase letters indicate significant (P<0.05) determined Duncan's new multiple range test (DMRT)

ที่มา: ญัฐกิตติ์ และคณะ(2567)

ตารางที่ 3 Seed Size of maize under different Nitrogen application rates

Treatments (Kg. N-P ₂ O ₅ - K ₂ O/rai)	No. 20/64 (%)	No. 18/64 (%)	No. 16/64 (%)	Under the grill (%)
0-5-15	77.5 b	17.3 a	3.8 a	1.40 a
5-5-15	87.7 a	9.4 b	1.9 b	1.00 b
10-5-15	90.2 a	7.1 c	1.3 cd	1.40 a
15-15-15	92.2 a	5.5 d	1.4 c	0.90 b
20-5-15	93.7 a	4.1 e	1d	1.20 ab
30-5-15	93 a	4.5 e	1.1 cd	1.40 a
F-test	**	**	**	*
C.V. (%)	5.11	7.86	14.53	18.3

Note: *, ** significantly different at P<01, respectively, means in each column followed by different lowercase letters indicate significant (P:0.05) determined Duncan's new multiple range test (DMRT)

ที่มา: อนุรักษ์ิตต์ และคณะ(2567)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 3.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่า VCR มากกว่า 2 โดยมีค่าระหว่าง 5.86 – 16.35 แสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151008 มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กก./ไร่ หรืออัตราเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลกำไรตอบแทนสูงสุด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 Economic return analysis under different Nitrogen application rates

Treatments (Kg. N-P ₂ O ₅ - K ₂ O/rai)	Yield (kg/rai)	Increase Yield (%)	Gross returns (baht/rai)	Expenditure On fertilize (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
0-5-15	820	-	-	-	-	-
5-5-15	1000	22.0	1,260	82.5	1,178	14.27
10-5-15	1229	49.9	2,863	165	2,698	16.35
15-15-15	1319	51.0	2,926	247.5	2,679	10.82
20-5-15	1305	60.9	3,493	330	3,163	9.58
30-5-15	1238	59.1	3,395	495	2,900	5.86

Note: Price of maize grain 7 baht/kg; price of fertilizers: urea 16.5 baht/kg, triple superphosphate 46 baht/kg, potassium chloride 24 baht /kg

ที่มา: ญัฐกิตติ และคณะ(2567)

จากการศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต และขนาดเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นที่ปลูกบนชุดดินวังไฮ พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนส่งผลให้ความสูง ผลผลิต และค่า SCMR ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย ในขณะที่เดียวกันการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ (ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน) มีแนวโน้มทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ผลผลิตสูงและให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน

Gheith et al.,(2022)ศึกษาผลของระดับและช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่าการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อความสูงต้น ความยาวฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด อย่างมีนัยสำคัญ โดยการแบ่งใส่ไนโตรเจนในช่วงให้น้ำครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (T3) ให้ค่าความสูงต้นสูงที่สุดเท่ากับ 275.5 และ 279.3 เซนติเมตร ในปี 2019 และ 2020 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังให้ค่าความยาวฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในช่วงเวลาอื่น (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 Plant attribute of maize (*Zea mays* cv. SC.10) as affected by nitrogen levels and time of application in 2019 and 2020 seasons.

Treatments	Plant height (cm)		Ear length (cm)		Kernel weight/ear (g)		100-kernel weight (g)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
A-Nitrogen fertilization levels (kg/ha)								
N1	245.0	250.1	16.7	19.6	70.6	73.2	39.7	39.2
N2	262.5	265.2	17.0	17.1	85.2	88.5	40.2	39.9
N3	276.5	279.1	17.5	17.8	99.1	101.2	44.1	41.0
N4	286.3	285.5	17.9	18.1	100.6	103.3	45.8	1.0
LSD (0.05)	9.5	6.1	0.3	0.2	4.2	4.4	1.4	42.2
B-Nitrogen fertilization time (split)								
T1	265.8	267.2	16.9	17.0	78.2	84.3	40.1	40.3
T2	270.3	275.5	18.4	18.1	85.3	90.5	43.2	43.0
T3	275.5	279.3	19.6	19.0	99.1	99.6	44.9	44.1
LSD (0.05)	4.3	3.5	1.1	0.7	1.2	2.5	1.0	1.1

N1 = nitrogen application at the rate of 192 kg/ha, N2 = 240 kg N/ha, N3 = 288 kg N/ha, and N4 = 366 kg N/ha. T1 (50% of N at each of sowing and 1st irrigation), T2(50% of N at each of sowing and 2nd irrigation) and T3 (50% of N at each of 1st and 2nd irrigation).

ที่มา: Gheith et al.,(2022)

ตารางที่ 6 Plant attribute of maize (*Zea mays* cv. SC. 10) as affected by nitrogen levels and time of application in 2019 and 2020 seasons.

Treatments	Number of grains/rows		Number of grains/ears		Grain yield (t/ha)		NUE	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
A-Nitrogen fertilization levels (kg/ha)								
N1	38.0	39.1	417.1	425.3	3.5	3.4	22.9	19.3
N2	38.3	39.2	418.6	431.4	3.8	4.5	15.4	17.0
N3	40.0	42.1	440.0	458.3	4.3	4.8	13.5	15.6
N4	43.7	44.3	477.7	487.3	4.7	4.1	12.6	13.1
LSD (0.05)	1.4	1.8	15.2	16.3	0.43	0.3	0.8	1.1
B-Nitrogen fertilization time (split)								
T1	39.0	39.8	428.6	436.1	3.7	3.7	14.0	14.8
T2	39.3	40.3	429.1	440.9	4.0	4.0	14.3	16.3
T3	42.7	43.6	467.3	474.8	4.3	4.3	16.6	17.5
LSD (0.05)	2.1	1.4	31.5	15.2	0.1	0.1	1.4	0.8

N1 = nitrogen application at the rate of 192 kg/ha, N2 = 240 kg N/ha, N3 = 288 kg N/ha, and N4 = 366 kg N/ha. T1 (50% of N at each of sowing and 1st irrigation), T2(50% of N at each of sowing and 2nd irrigation) and T3 (50% of N at each of 1st and 2nd irrigation).

ที่มา: Gheith et al.,(2022)

สรุป

จากการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0-5-15, 5-5-15, 10-5-15, 15-15-15, 20-5-15 และ 30-5-15 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตเมล็ดข้าวโพดอย่างชัดเจน

ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนส่งผลให้ค่าความชื้นของสปีไบ (SCMR) เพิ่มขึ้นในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าวโพด ตั้งแต่ระยะ V3 ถึง V17 โดยอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงขึ้น เช่น 20-5-15 และ 30-5-15 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า SCMR สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แสดงให้เห็นว่าการได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอช่วยเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช

นอกจากนี้ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดในหลายด้าน เช่น ความสูงต้น จำนวนใบ และพื้นที่ใบ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน เอนไซม์ และคลอโรฟิลล์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมและการสังเคราะห์แสงของพืช การได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอจึงช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ใบมีขนาดใหญ่ขึ้น และสามารถรับ

แสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์อาหารได้มากขึ้นในด้านผลผลิต พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนช่วยเพิ่มผลผลิตเมล็ดข้าวโพด โดยการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตต่ำที่สุด เนื่องจากพืชได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและการสร้างเมล็ด เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจน พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น และมีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น ส่งผลให้มีการสะสมอาหารในเมล็ดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนสูงมาก ผลผลิตอาจไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากพืชมีความสามารถในการใช้ไนโตรเจนจำกัด และไนโตรเจนส่วนเกินอาจสูญเสียไปจากกระบวนการต่างๆ เช่น การชะล้าง การระเหย หรือการดีไนตริฟิเคชันในดิน ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยลดลง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Ciampitti และ Vyn (2012) ที่ระบุว่าไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพด นอกจากนี้ Wu และคณะ (2022) ยังรายงานว่าการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของพืชได้โดยสรุป การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสมมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด การใช้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมช่วยเพิ่มค่าคลอโรฟิลล์ในใบ เพิ่มพื้นที่ใบ และเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้พืชสามารถสะสมอาหารและสร้างผลผลิตได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนควรพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพดินและความต้องการของพืช เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยและลดการสูญเสียไนโตรเจนในระบบการผลิต

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป. ปุ๋ยอินทรีย์: ประเภทและการใช้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2564. องค์ประกอบธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์และการปรับปรุงดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ณัฐกิตติ์ และคณะ. 2567. ผลของอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.
- ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2567. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2568. <https://oae.go.th/home/article/393>
- Chaudhari, N. M., Patel, K. K., Virani, V. B., & Chaudhary, B. J. 2024. Nutrient uptake and assimilation: Essential elements for crop health and yield. In *Plant physiology: Unraveling the science of plant life*.
- Ciampitti, I. A., & Vyn, T. J. 2012. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies: A review. *Field Crops Research*, 133, 48–67.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. The role of organic fertilizers in sustainable agriculture. FAO. <https://www.fao.org>
- Gheith, E., et al. 2022. Effect of nitrogen levels and application time on growth and yield of maize. *Agricultural Research Journal*.