ระยะเวลาและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์[1/]

Timing and rate of nitrogen fertilizer application on yield components and yield of maize[1/]

ผู้ทำสัมมนา **นายณัฐวุฒิ ปรึกษาดี[2/]**

อาจารย์ที่ปรึกษา [3/]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของระยะเวลาและอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่าการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสม ทั้งในด้านอัตราและเวลาที่พืชต้องการ มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพผลระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่ได้ส่งผลให้ความสูงต้นและความสูงฝัก แต่การแบ่งใส่ไนโตรเจน 3 ครั้ง โดยใส่ 1/3 ตอนปลูก +1/3 ตอนระยะใบ5ใบ +1/3 ตอนระยะตั้งท้อง ส่งผลให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 รอบ การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นได้แก่ 92 และ 115 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ส่งผลให้มีจำนวนแถวต่อฝัก และดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุด และการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 92 138 184 $kgha^{-1}$ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กก./ไร่ หรืออัตราเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินส่งผลให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงสุด การจัดการปุ๋ยที่ถูกอัตราและถูกเวลาจึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และลดต้นทุนจากการสูญเสียธาตุอาหาร

คำสำคัญ:ไนโตรเจน ระยะเวลาการใส่ปุ๋ย องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต

[1/]เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

[2/]นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[3/]อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1.บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) จัดเป็นธัญพืชที่ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ปัจจุบันความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ ในขณะที่ผลผลิตยังไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยในปี 2566 ประเทศไทยนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปริมาณ 133,142.78 ตัน มูลค่ารวม 1,518.79 ล้านบาทและมีความต้องการในปริมาณที่มากขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566)

การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการลดปริมาณการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากต่างประเทศได้ ซึ่งการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถทำได้โดยการเลือกใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีการจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยที่เหมาะสม การจัดการปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2562)

ไนโตรเจน (nitrogen) เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของกรดอมิโน โปรตีน และเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช(พิทยา, 2554) ถึงแม้ไนโตรเจนจะมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช แต่การให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ไม่เหมาะสมเช่นให้ในปริมาณที่สูงเกินไป หรือในปุ๋ยในระยะเวลาที่พืชไม่ต้องการก็จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียของไนโตรเจน การใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม ถูกอัตรา ถูกชนิด ถูกวิธี และถูกเวลา จะทำให้พืชสามารถนำปุ๋ยไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, 2565) โดยการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในระยะเวลาที่เหมาะสมสัมพันธ์กับดัชนีพื้นที่ใบและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตโดยรวมสูงขึ้น (Amaral et al., 2023) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของสัมมนาฉบับนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลระยะเวลา อัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.1 ความสำคัญ

เป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นแหล่งพลังงานสูง เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรต (แป้ง) เป็นองค์ประกอบหลัก จึงถูกใช้เป็นวัตถุดิบหลักในสูตรอาหารสุกร ไก่เนื้อ ไก่ไข่ และโคเนื้อ (กรมวิชาการเกษตร, 2564; FAO, 2022) มีบทบาทต่อเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทยเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญโดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือสร้างรายได้ให้เกษตรกรและเป็นวัตถุดิบต้นน้ำของอุตสาหกรรมปศุสัตว์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) เชื่อมโยงกับความมั่นคงทางอาหารและอุตสาหกรรมปศุสัตว์ปริมาณการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตเนื้อสัตว์ ไข่ และน้ำนม หากผลผลิตลดลงจะส่งผลต่อราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ (FAO, 2022)

2.2 ความต้องการธาตุอาหาร

ไนโตรเจน (N)จำเป็นต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ เป็นองค์ประกอบของโปรตีนและคลอโรฟิลล์ หากขาด ใบล่างจะเหลืองและการเจริญเติบโตชะงักโดยทั่วไปข้าวโพดต้องการไนโตรเจนประมาณ 15-25กก./ไร่ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2564; Havlin et al., 2014) ฟอสฟอรัส (P) ช่วยพัฒนาราก ส่งเสริมการออกดอกและติดเมล็ดหากขาด ใบอาจมีสีม่วงและต้นแคระแกร็น (Brady & Weil, 2017) โพแทสเซียม (K) ช่วยควบคุมการใช้น้ำ เสริมความแข็งแรงของลำต้น และเพิ่มความต้านทานโรคหากขาด ขอบใบจะแห้งไหม้ (Havlin et al., 2014)

3. ไนโตรเจน

3.1 บทบาทของไนโตรเจนในข้าวโพด

เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ช่วยให้พืชสังเคราะห์แสงได้ดี ส่งผลต่อการสร้างอาหารและการสะสมแป้งในเมล็ดส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ทำให้ต้นแข็งแรง ใบมีสีเขียวเข้ม และเพิ่มพื้นที่ใบสำหรับสังเคราะห์แสงเป็นองค์ประกอบของโปรตีนและกรดอมิโน ส่งผลต่อการพัฒนาฝัก การติดเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดมีผลโดยตรงต่อผลผลิต การจัดการไนโตรเจนอย่างเหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้อย่างมีนัยสำคัญ (กรมวิชาการเกษตร, 2564; Havlin et al., 2014)

3.2 อาการขาดไนโตรเจนในข้าวโพด

เมื่อข้าวโพดขาดไนโตรเจนจะแสดงอาการที่ใบล่าง โดยใบล่างจะเหลืองก่อน แล้วลามไปยังใบอ่อน อาการเหลืองเริ่มจากปลายใบตามแนวเส้นกลางใบเป็นรูปตัว V ต้นแคระแกร็น ลำต้นเล็ก ฝักเล็ก เมล็ดไม่เต็ม ผลผลิตลดลงอย่างชัดเจน อาการขาดมักพบในดินทรายหรือดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ และในช่วงที่ฝนตกชุกทำให้ไนโตรเจนถูกชะล้าง (Brady & Weil, 2017)

3.3 อาการที่ข้าวโพดได้รับไนโตรเจนมากเกินไป

เมื่อข้าวโพดได้รับไนโตรเจนมากเกินไปใบจะมีสีเขียวเข้มผิดปกติ ลำต้นอวบน้ำ แตกกอมาก การออกดอกล่าช้า เสี่ยงต่อการล้ม ความต้านทานโรคลดลง อาจทำให้การสะสมแป้งในเมล็ดลดลง การใส่ไนโตรเจนมากเกินไปยังเพิ่มต้นทุนการผลิตและเพิ่มความเสี่ยงต่อการสูญเสียไนโตรเจนสู่สิ่งแวดล้อม (Havlin et al., 2014)

3.4 ชนิดของปุ๋ยไนโตรเจน

ปุ๋ยไนโตรเจนที่นิยมใช้ในข้าวโพด ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) มีไนโตรเจนสูง ละลายน้ำได้ดี แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ให้ไนโตรเจนและกำมะถัน แอมโมเนียมไนเตรต (34-0-0) ให้ไนโตรเจนทั้งรูปแอมโมเนียมและไนเตรท ปุ๋ยสูตรผสม (เช่น 15-15-15) ใช้รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ยแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันด้านการละลาย การสูญเสีย และผลต่อความเป็นกรด–ด่างของดิน (Havlin et al., 2014)

3.5 ระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวโพดควรแบ่งใส่ (split application) เพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร ได้แก่ ใส่รองพื้นก่อนหรือขณะปลูก (ประมาณ 30–50% ของอัตราทั้งหมด) ใส่แต่งหน้าเมื่อข้าวโพดอายุ 20–30 วัน หรือระยะ 4–6 ใบ บางระบบอาจใส่เพิ่มช่วงก่อนออกดอก หากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ช่วงที่ข้าวโพดต้องการไนโตรเจนสูงสุดคือระยะเจริญเติบโตทางลำต้นถึงก่อนออกไหม (กรมวิชาการเกษตร, 2564)

3.6 อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพด

การใช้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน สำหรับดินเหนียวและดินร่วนเหนียว แนะนำให้ใช้ธาตุอาหารในอัตราเท่ากับ 20-4-4 กก./ไร่ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่ ใส่รองก้นร่องในขณะปลูก และใส่ปุ๋ยยูเรียเพิ่มเติมในอัตรา 44 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 30 วัน สำหรับดินทรายและดินร่วนปนทราย แนะนำให้ใช้ธาตุอาหารในอัตรา 30-10-10 กก./ไร่ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ16-16-16 อัตรา 67 กก./ไร่ ใส่รองก้นร่องในขณะปลูก และใส่ปุ๋ยยูเรียเพิ่มเติมในอัตรา 44 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 30 วัน

การเจริญเติบโตของข้าวโพดภายใต้ระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน พบว่าเมื่อเพิ่มระดับการใส่ไนโตรเจน การเจริญเติบโตของข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยระดับไนโตรเจน 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ส่งผลต่อความสูงต้น จำนวนใบ และลักษณะการเจริญเติบโตโดยรวมของข้าวโพดในช่วงการเจริญเติบโต ความสูงของต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจน โดยระดับ 0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 170 เซนติเมตร ขณะที่ระดับ 50, 100, 150 และ 200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มีความสูงเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 173, 176, 178 และ 180 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนระดับ 250 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มีความสูงประมาณ 179 เซนติเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มไนโตรเจนช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด สำหรับจำนวนใบต่อต้น พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับการใส่ไนโตรเจน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 13–15 ใบต่อต้น อย่างไรก็ตามระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในด้านผลผลิต พบว่าการใส่ไนโตรเจนมีผลต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพดอย่างชัดเจน โดยระดับไนโตรเจน 0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตต่ำสุดประมาณ 7,500 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ขณะที่ระดับ 50, 100, 150, 200 และ 250 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 7,700, 7,800, 7,900, 8,100 และ 7,980 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

4. ผลของอัตราและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

อัตราและระยะเวลาส่งผลต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Mosisa et al.(2022) ได้มีการศึกษาของอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนและช่วงเวลาในการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปี 2019 และ2020 พบว่าจำนวนแถวต่อฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ดและ ในปี 2019 สูงกว่าปี 2020 แต่ดัชนีการเก็บเกี่ยวของพืชไม่ต่างกัน และยังพบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นได้แก่ 92 และ 115 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ส่งผลให้มีจำนวนแถวต่อฝัก (14.50–15.25แถว)น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

(365–366 กรัม) และดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงเวลาในการให้ปุ๋ยไนโตรเจนยังส่งผลต่อจำนวนแถวเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีการเก็บเกี่ยว โดยการการให้ปุ๋ยไนโตรเจน3ช่วงระยะเวลาได้แก่1/4 พร้อมปลูก+2/4 ที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ+1/4 ที่ระยะออกดอก และใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1/3 พร้อมปลูก + 1/3 ที่ระยะเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ + 1/3ที่ระยะออกดอกส่งผลให้จำนวนแถวเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุด (ตารางที่1)

ณัฐกิตติ์ และคณะ (2565) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต และขนาดเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นที่ปลูกบนชุดดินวังไฮ พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กก./ไร่ หรืออัตราเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่งผลให้ผลผลิตเฉลี่ยมีแนวโน้มมากที่สุดเท่ากับ 1,319 กก./ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 15 และ30 กก./ไร่ หรืออัตราเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 1.5 และ2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,229 1,238 และ1,305 กก./ไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าให้ผลผลิตน้อยที่สุด 820 กก./ไร่ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 3) ผลจากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าผลผลิต ภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง $y = 158.46x + 940.56$ โดย y เป็นค่าผลผลิต ส่วน x เป็นค่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน สมการดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ทุกๆ 1 หน่วย ค่าผลผลิตที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์ที่ ระดับ 73.99%(ภาพที่ 2)

Mosisa et al. (2022) พบว่าในปีเพาะปลูก ปี 2019 ภายใต้อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนแถวเมล็ดต่อฝักเรียงจากมากไปน้อยคือ 115 กก./เฮกตาร์ (15.25) รองลงมาคือ 92 กก. (14.50) 69 กก. (13.50) 46 กก. (12.25) 23 กก. (10.75) และต่ำสุดคือไม่ใส่ปุ๋ย (10.00) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุดที่ 115 กก./เฮกตาร์ (366.96 กรัม) รองลงมาคือ 92 กก. (365.50) 69 กก. (285.29) 46 กก. (236.29) 23 กก. (226.58) และต่ำสุดที่ไม่ใส่ปุ๋ย (208.70) สำหรับดัชนีการเก็บเกี่ยวเรียงจากมากไปน้อยคือ 115 กก. (46.42) 92 กก. (46.29) 69 กก. (38.47) 46 กก. (36.29) 23 กก. (ประมาณ 32.58 ตามลำดับตัวอักษรในตาราง) และต่ำสุดที่ไม่ใส่ปุ๋ย (28.90) แสดงให้เห็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจน ภายใต้ช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ย จำนวนแถวเมล็ดต่อฝักมากที่สุดคือการแบ่งใส่ 1/4 ตอนปลูก + 2/4 ระยะเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ + 1/4 ระยะออกดอก (14.80) รองลงมาคือการแบ่งใส่ 1/3 + 1/3 + 1/3 (14.00) ตามด้วยการแบ่งใส่ครึ่งต่อครึ่ง (12.80) และต่ำสุดคือใส่ทั้งหมดพร้อมปลูก (11.40) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเรียงลำดับในทิศทางเดียวกัน โดยวิธี 1/4 + 2/4 + 1/4 ให้ค่าสูงสุด (318.50 กรัม) รองลงมาคือ 1/3 + 1/3 + 1/3 (307.50) 1/2 + 1/2 (290.47) และต่ำสุดคือใส่ครั้งเดียว (268.03) ส่วนดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุดที่วิธี 1/4 + 2/4 + 1/4 (43.64) รองลงมาคือ 1/3 + 1/3 + 1/3 (42.50) 1/2 + 1/2 (39.20) และต่ำสุดคือใส่ทั้งหมดตอนปลูก (36.94) (ตารางที่ 1) และยังพบว่าองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนจนถึงระดับที่เหมาะสม โดยเมื่อพิจารณาเรียงลำดับจากค่ามากไปน้อยในแต่ละตัวแปร พบว่า จำนวนฝักต่อต้น ความยาวของฝัก จำนวนเมล็ดต่อแถว

จำนวนเมล็ดต่อฝัก ผลผลิตเศษซาก และผลผลิตเมล็ด ล้วนให้ค่าสูงสุดที่อัตรา 92 กก. N/เฮกตาร์ รองลงมาคือ 115 กก. N/เฮกตาร์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต การพัฒนาโครงสร้างของฝัก และการสะสมชีวมวล ส่งผลให้จำนวนเมล็ดและผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจนถึงระดับเหมาะสมที่ 92 กก. N/เฮกตาร์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มอัตราเป็น 115 กก. N/เฮกตาร์ ค่าบางตัวแปรเริ่มลดลงเล็กน้อย สะท้อนถึงการตอบสนองที่ถึงจุดอิ่มตัวของพืชต่อไนโตรเจน ดังนั้น อัตรา 92 กก. N/เฮกตาร์จึงเป็นระดับที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้เงื่อนไขการทดลอง (ภาพที่ 1)

ณัฐกิตติ์ และคณะ (2567) พบว่า การให้ปุ๋ยอัตรา 20-5-15 ให้ผลผลิตสูงสุด 1,319 กก./ไร่ รองลงมาคือ 30-5-15 ให้ผลผลิต 1,305 กก./ไร่ ถัดมาคือ 15-5-15 ให้ผลผลิต 1,238 กก./ไร่ และ 10-5-15 ให้ผลผลิต 1,229 กก./ไร่ ซึ่งทั้งสี่อัตรานี้ไม่แตกต่างทางสถิติ และไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 0-5-15 (ไม่ใส่ไนโตรเจน) ให้ผลผลิตต่ำที่สุดที่ 820 กก./ไร่ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มระดับไนโตรเจนช่วยเพิ่มผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) อัตราการใส่ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตเมล็ด และสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลผลิตได้ประมาณ 73.99% ซึ่งบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างสูง กล่าวคือ เมื่อเพิ่มไนโตรเจน 1 หน่วย จะทำให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 158.46 กก./ไร่ ภายใต้เงื่อนไขของการทดลอง (ภาพที่ 2)

Yadete et al., (2024) พบว่าช่วงเวลาและอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงฝักของข้าวโพดแตกต่างกันไป เมื่อพิจารณาช่วงเวลาในการใส่ไนโตรเจน ความสูงต้นมากที่สุดเกิดจากการแบ่งใส่ครึ่งหนึ่งตอนปลูกและอีกครึ่งหนึ่งในระยะ 5 ใบ รองลงมาคือการใส่ทั้งหมดตอนปลูก และต่ำที่สุดคือการแบ่งใส่สามครั้ง อย่างไรก็ตามความแตกต่างของความสูงต้นและความสูงฝักระหว่างช่วงเวลาใส่ปุ๋ยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีความแตกต่าง โดยการใส่ทั้งหมดตอนปลูกให้ค่ามากที่สุด รองลงมาคือการแบ่งครึ่งสองครั้งต่ำที่สุดคือการแบ่งใส่สามครั้งสำหรับอัตราไนโตรเจน พบว่ามีผลชัดเจนต่อความสูงต้นและความสูงฝัก โดยอัตรา 46 กก. N ต่อเฮกตาร์ให้ความสูงต้นและความสูงฝักมากที่สุด และอัตรา 138 และ 184 กก. N ต่อเฮกตาร์ ขณะที่แปลงไม่ใส่ไนโตรเจนให้ค่าต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าการให้ไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นและการยกตำแหน่งฝักอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นแม้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่อัตรา 138 กก. N ต่อเฮกตาร์ แต่ความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5) อีกทั้งยังพบว่าจำนวนฝักต่อต้นเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่สูงขึ้นอัตรา 184 กก. N ต่อเฮกตาร์ให้ค่าสูงสุด รองลงมาคือ 138, 46 และ 92 กก. N ต่อเฮกตาร์ ขณะที่แปลงไม่ใส่ไนโตรเจนให้ค่าต่ำที่สุด ชีวมวลเหนือดินมีค่าสูงสุดที่อัตรา 138 กก. N ต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ 184 และ 92 กก. N ต่อเฮกตาร์ ส่วนอัตรา 46 กก. และแปลงควบคุมให้ค่าต่ำกว่าอย่างชัดเจน ด้านผลผลิตเมล็ดพบว่าอัตรา 184 กก. N ต่อเฮกตาร์ให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาคือ 138 และ 92 กก. N ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และต่ำสุดในแปลงที่ไม่ใส่ไนโตรเจน สำหรับดัชนีการเก็บเกี่ยวพบว่าอัตรา 184 และ 46 กก. N ต่อเฮกตาร์ให้ค่าสูงสุด

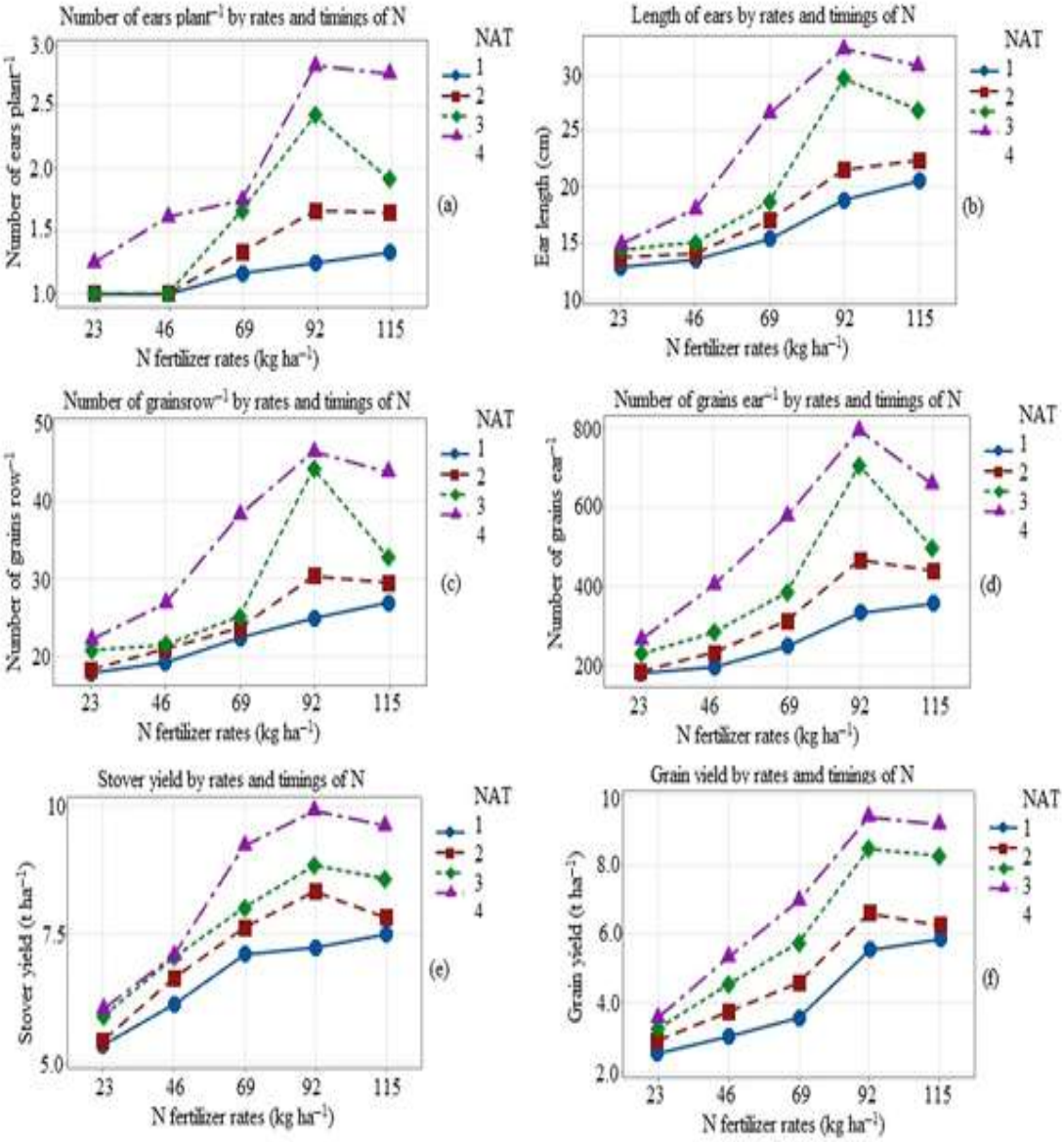
ใกล้เคียงกัน รองลงมาคือ 138 และ 92 กก. N ต่อเฮกตาร์ และต่ำสุดในแปลงควบคุม แสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตและประสิทธิภาพการสะสมเมล็ด ขณะที่ช่วงเวลาในการใส่ไนโตรเจนไม่มีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อทุกตัวแปรดังกล่าว สะท้อนว่าอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวโพดมากกว่าการปรับช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยภายในระดับที่ศึกษา (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 1 จำนวนแถวของเมล็ดต่อฝัก, น้ำหนักเมล็ดพันเมล็ด, ดัชนีการเก็บเกี่ยว, และประสิทธิภาพเชิงเกษตรของไนโตรเจนภายใต้ผลหลักของ ปีที่เพาะปลูก, อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน, และช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ย

กรรมวิธี	จำนวนแถวต่อฝัก	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
ปี			
2019	14.10a	312.28a	40.68
2020	12.40b	279.97b	40.46
LSD	0.72	13.67	ns
อัตราปุ๋ย			
0 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์	10.00d	208.70d	28.90e
23 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์	10.75cd	226.58c	226.58c
46 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์	12.25c	236.29c	236.29c
69 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์	13.50bc	285.29b	38.47b
92 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์	14.50ab	365.50a	46.29a
115 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์	15.25a	366.96a	46.42a
Tukey(P≤.05)	1.61	30.33	4.31
ระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน			
ใส่ทั้งหมดพร้อมปลูก	11.40c	268.03b	36.94c
1/2 พร้อมปลูก + 1/2 ที่ระยะเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ	12.80b	290.47ab	39.20bc
1/3 พร้อมปลูก + 1/3 ที่ระยะเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ + 1/3 ที่ระยะออกดอก	14.00ab	307.50a	42.50ab
1/4 พร้อมปลูก+ 2/4 ที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ+ 1/4 ที่ระยะออกดอก	14.80a	318.50a	43.64a
Tukey (P≤.05)	1.35	25.50	3.62
CV %	15.03	12.70	13.17

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเดียวกันในแต่ละคอลัมน์นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความน่าจะเป็น 0.05

ที่มา: ดัดแปลงจาก Mosisa et al. (2022)



NAT., nitrogen application rate; 1, All dose at vegetative stages; 2, One-half at sowing + One-half at vegetative stages; 3, one-third at sowing + one-third at vegetative stages + one-third at tasseling; 4, One-fourth at sowing + One-half at vegetative stages + One-fourth at tasseling

Year	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
2019	1.68a	21.93a	28.83	424.17a	7.87a	5.80a
2020	1.39b	17. 72b	26.80	348.17b	7.10b	5.13b
Tukey (P ≤ 0.05)	0.13	1.28	ns	38.76	199.19	338.08
CV (%)	23.26	15.26	20.45	27.60	7.32	17.01

ภาพที่ 1 จำนวนฝักต่อต้น ความยาวของฝัก จำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝัก เศษซากข้าวโพดและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้สภาพที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน

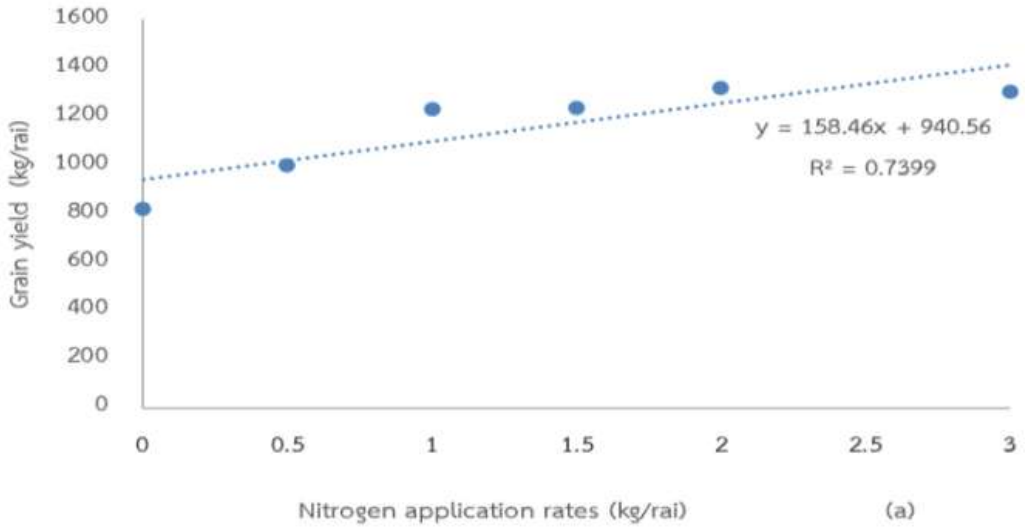
ที่มา: ดัดแปลงจาก Mosisa et al. (2022)

ตารางที่ 3 ผลผลิตของข้าวโพดภายใต้ระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี (Kg. N-P_2O_5-K_2O/rai)	Yield (kg/rai)
0-5-15 (ไม่ใส่ไนโตรเจน)	820 c
5-5-15	1000 b
10-5-15	1229 a
15-5-15	1238 a
20-5-15	**1319 a**
30-5-15	1305 a
F-test	**
C.V. (%)	**7.17**

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ, *,** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P<0.05 และ P<0.01 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ที่มา: ณัฐกิตติ์ และคณะ (2567)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างผลผลิตเมล็ด

ที่มา: ณัฐกิตติ์ และคณะ (2567)

ตารางที่ 5 ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงฝักของข้าวโพดที่ได้รับอิทธิพลจากอัตราและช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ณ เมืองจิมมา ในฤดูเพาะปลูกปี 2020–2022

การรักษา	ความสูงของพืช (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น(เส้นรอบวง) (ซม.)	ความสูงของฝัก (ซม.)
ระยะเวลาการใช้ไนโตรเจน			
ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมดตอนปลูก	222.14	2.31a	114.78
ใส่ครึ่งหนึ่งตอนปลูก และอีกครึ่งหนึ่งตอนระยะ 5ใบ	223.31	2.26ab	119.73
ใส่1/3ตอนปลูก+1/3 ตอนระยะ 5 ใบ+1/3 ตอนระยะตั้งท้อง (bootihg)	221.91	2.19	118.40
LSD (0.05)	NS	0.91	NS
อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน(กก./เฮกต้าร์)			
0	211.41b	2.24	109.74b
46	227.63a	2.24	121.48a
92	221.67a	2.22	118.63a
138	226.35a	2.30	120.07a
184	225.22a	2.26	118.26a
Mean	222.45	2.25	117.64
LSD (0.05)	9.83	NS	5.62
CV (%)	8.15	9.66	11.3

หมายเหตุ: NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$); *, ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ; ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยวิธี LSD; LSD (0.05) = ค่าความแตกต่างน้อยที่สุดที่มีนัยสำคัญ; CV (%) = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

ที่มา: Yadete et al., (2024)

ตารางที่ 6 ผลหลักของอัตราและช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนฝักต่อต้น ชีวมวลเหนือดิน ผลผลิตเมล็ด และดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวโพด ณ เมืองจิมมา ในฤดูเพาะปลูกปี 2020–2022

วิธีการทดลอง	จำนวนฝักต่อหนึ่งต้น	น้ำหนักชีวมวลแห้งส่วนเหนือดิน(กิโลกรัมต่อเฮกต้าร์)	ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อเฮกต้าร์)	ดัชนีการเก็บเกี่ยว (%)
ช่วงเวลาในการใส่ไนโตรเจน				
ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมดตอนปลูก	0.77b	15398.90	7255.3b	47.49
ใส่ครึ่งหนึ่งตอนปลูก และอีกครึ่งหนึ่งตอนระยะใบ 5ใบ	0.82ab	15818.30	7886.9ab	50.01
ใส่ 1/3 ตอนปลูก +1/3 ตอนระยะใบ5ใบ +1/3 ตอนระยะตั้งท้อง	0.86a	16252.90	8355.60a	51.11
LSD (0.05)	0.06	NS	704.35	NS
Nitrogen fertilizer rates ($kgha^{-1}$)				
0	0.70c	10591.80c	4944.80c	46.41b
46	0.84ab	15326.30b	7631.20b	51.20a
92	0.78b	17380.50a	8382.60ab	48.38ab
138	0.88a	17925.20a	8990.90a	50.40ab
184	0.89a	17893.20a	9213.50a	51.30a
Mean	0.82	15823.39	7832.61	49.54
LSD (0.05)	0.08	1666.20	909.32	4.73
CV (%)	17.66	19.44	21.43	17.62

หมายเหตุ: NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$); *, ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ; ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยวิธี LSD; LSD (0.05) = ค่าความแตกต่างน้อยที่สุดที่มีนัยสำคัญ; CV (%) = สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

ที่มา: Yadete et al., (2024)

5. สรุป

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Zea mays L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์และความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ปริมาณผลผลิตภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ส่งผลให้ต้องมีการนำเข้า ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหารพืช โดยเน้นการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่ได้ส่งผลให้ความสูงต้นและความสูงฝัก แต่การแบ่งใส่ไนโตรเจน 3 ครั้ง โดยใส่ 1/3 ตอนปลูก +1/3 ตอนระยะใบ5ใบ +1/3 ตอนระยะตั้งท้อง ส่งผลให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 รอบ การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นได้แก่ 92 และ 115 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ส่งผลให้มีจำนวนแถวต่อฝัก และดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุด และการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 92 138 184 $kgha^{-1}$ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กก./ไร่ หรืออัตราเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินส่งผลให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงสุด การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้ถูกอัตราและเวลาในการใส่ปุ๋ยจึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และลดต้นทุนจากการสูญเสียธาตุอาหาร

6. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2548). *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. (2562). *การจัดการความรู้เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาในเขตพื้นที่ภาคกลาง*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. (2564). *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยและการจัดการธาตุอาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา. (2565). *การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ 4 ถูก*. กรมวิชาการเกษตร.

ณัฐกิตติ์ และคณะ. (2565). *ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและขนาดเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นที่ปลูกบนชุดดินวังไฮ.*

ณัฐกิตติ์ และคณะ. (2567). *ผลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.*

พิทยา สรวงศรี. (2554). *ธาตุอาหารในการผลิตพืชสวน*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2566*.

Amaral, V. M., de Cinque Mariano, D., Maciel, R. P., de Oliveira Neto, C. F., Franco, A. A. N., Viégas,I. D. J. M., & Okumura, R. S. (2023). *Rates, sources and timing of nitrogen fertilization influence corn yield in Amazon biome.*

Brady, N. C., and Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson.

Food and Agriculture Organization. (2022). *Maize in human nutrition and animal feed*. FAO.

Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., and Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson.

Mosisa, W., Dechassa, N., Kibret, K., Zeleke, H., and Bekeko, Z. (2022). Effects of timing and nitrogen fertilizer application rates on maize yield components and yield in eastern Ethiopia. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, *5*(4), Article e20322.

Yadete, E., Gurmu, S., and Biya, M. (2024). Effects of time and rate of nitrogen fertilizer application on phenology, growth and yield of maize at Jimma, southwestern Ethiopia. *World Journal of Agricultural Science and Technology*, *2*(4), 185–197.