

อิทธิพลการตัดส่วนยอดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อลักษณะทางการเกษตร ผลทางเศรษฐศาสตร์ และคุณค่าทางโภชนาการสัตว์

ครรชิต ศรีพลาน^{1/} จักติพงษ์ ยาวะโนภาส^{1/} ดำรงค์ดี หงษ์ทะนี^{1/} ฆะฤทัย จันทรีธิติ^{2/} แพรพรรณ ชูช่วย^{3/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการการผลิตข้าวโพดที่แตกต่างกันที่มีต่อผลผลิตเมล็ดและลักษณะทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ยโสธร อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดยโสธร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design) มี 4 ซ้ำ สิ่งทดลอง คือ รูปแบบการจัดการการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก รูปแบบที่ 2 การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ตัดส่วนยอด และรูปแบบที่ 3 การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการตัดส่วนยอดของต้นข้าวโพดเมื่อข้าวโพดมีฝักที่มีเส้นน้ำนมระดับ 75% ของแป้งแข็ง ผลการทดลอง พบว่า การผลิตข้าวโพดพร้อมฝักมีผลผลิตน้ำหนักรวม (2,117.75 กิโลกรัมต่อไร่) สูงที่สุด ($p < 0.05$) การตัดยอดข้าวโพด (ผลผลิตเมล็ด 1,259.22 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตยอดข้าวโพด 469.83 กิโลกรัมต่อไร่) จะได้ผลผลิตน้ำหนักรวมเพิ่มขึ้นทำให้มีผลผลิตน้ำหนักรวมสูงกว่า ($p < 0.05$) การผลิตเมล็ดข้าวโพดเพียงอย่างเดียว (ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด 1,214.77 กิโลกรัมต่อไร่) นอกจากนี้ยังพบว่า การตัดยอดข้าวโพดไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพดเมื่อเทียบกับการไม่ตัดยอดและมีรายได้สุทธิมากที่สุด ($p < 0.05$) เท่ากับ 8,826.66 บาทต่อไร่ (จากยอดข้าวโพด 1,145.95 บาทต่อไร่ และจากเมล็ดข้าวโพด 7,680.71 บาทต่อไร่) รองลงมาเป็นการผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไปที่ไม่มีการตัดส่วนยอด (6,659.84 บาทต่อไร่) ส่วนการผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝักมีรายได้สุทธิน้อยที่สุด (3,073.26 บาทต่อไร่) ส่วนยอดของต้นข้าวโพดมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ วัตถุแห้ง (36.89 เปอร์เซ็นต์) โปรตีนหยาบ (7.15 เปอร์เซ็นต์) ไขมัน (1.99 เปอร์เซ็นต์) เถ้า (8.11 เปอร์เซ็นต์) ผนังเซลล์ (70.58 เปอร์เซ็นต์) และลิกโนเซลลูโลส (39.00 เปอร์เซ็นต์) และสามารถใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ สรุปได้ว่า การตัดยอดต้นข้าวโพดในระยะที่เหมาะสมไม่มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด แต่จะได้ยอดข้าวโพดสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์และสร้างรายได้สุทธิมากกว่าข้าวโพดที่ไม่มีการไม่ตัดยอดและการปลูกข้าวโพดเพื่อผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก

คำสำคัญ: คุณค่าทางโภชนาการสัตว์ ตัดส่วนยอดข้าวโพด ผลทางเศรษฐศาสตร์ ลักษณะทางการเกษตร

เลขทะเบียนวิชาการ: 64(2)-0214-131

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ยโสธร ต.ลุมพุก อ.คำเขื่อนแก้ว จ.ยโสธร 35110

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารนครราชสีมา ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130

Influence of de-topping of maize plants on agricultural characteristics, economic traits and nutritive values of maize products

Kanchit Sriplan^{1/} Juktipong Yawanopat^{1/} Dumrongsuk Hongtanee^{1/} Kharuthai Juntipbadee^{2/}
Phrawphan Chuchuai^{3/}

Abstract

The objective of the present study was to determine effects of different management practices on production and economic traits of maize growing. The experiment was conducted at Yasothon Animal Nutrition Research and Development Center, Kham Khuean Kao district; Yasothon Province. Randomized complete block design with 4 replications was used. Treatments were 3 practices of maize production: 1) whole-crop harvested maize, 2) production of maize grains without de-topping practice and 3) production of maize grains with de-topping practice. The de-topping practice was carried out at 75% of milk line. Results indicated that whole-crop harvest had highest ($p < 0.05$) total dry matter (DM) yield (2,117.75 kg/rai). Total DM yield of de-topped maize was increased due to maize tops (maize grain 1,259.22 kg/rai and maize tops 469.83 kg/rai) and greater ($p < 0.05$) than that without de-topping practice (maize grain 1,214.77 kg/rai). Moreover, de-topping had no negative effects on quality of grains. Net income of de-topped maize (total of 8,826.66 Baht/rai; 1,145.95 Baht/rai from maize tops and 7,680.71 Baht/rai from maize grains) was highest ($p < 0.05$), followed by maize without de-topping practice (6,659.84 Baht/rai). Whole-crop maize showed the lowest net income (3,073.26 Baht/rai). Maize tops comprised DM 36.89%, crude protein 7.15%, ether extract 1.99%, ash 8.11%, cell wall 70.58% and lignocellulose 39.00%, which can be a source of ruminant fodder. In conclusion, de-topping practice had no negative effect on quantity and quality of grains but also maize tops can be used as ruminant feed, resulting in better net income.

Keywords: nutritional de-topping maize economic characteristics

Registered No. : 64(2)-0214-131

^{1/}Yasothon Animal Nutrition Research and Development Center, Kham Khuean Kao, Yasothon, 35110.

^{2/} Bureau of Animal Nutrition Development, Bangkokadee, Muang, Pathum Thani, 12000.

^{3/} Nakhon Ratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pak Chong, Nakhon Ratchasima, 30130.

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศและมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อภาคปศุสัตว์ โดยผลผลิต 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์ ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นมากหลังจากที่มีการขยายการเลี้ยงสัตว์ และจากนโยบายการส่งเสริมจากภาครัฐรวมถึงการส่งเสริมการปลูกแบบประกันราคาของภาคเอกชนทำให้มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากขึ้น เมล็ดข้าวโพดจัดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทที่ให้พลังงาน สามารถใช้เป็นส่วนผสมหลักในการผลิตอาหารทั้งสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์กระเพาะรวม โดยจะเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวโพดแก่จัดและแห้งสนิท อายุเริ่มจากการปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 110-120 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวเฉพาะฝักและทิ้งต้นข้าวโพดแห้งโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์

ในปัจจุบันนอกจากการผลิตเมล็ดข้าวโพดแล้วยังมีการปลูกสำหรับการผลิตเป็นข้าวโพดพร้อมฝักโดยการตัดข้าวโพดทั้งต้นพร้อมฝักในระยะที่เหมาะสม หรือระยะที่เมล็ดมีเส้นน้ำนม 50 เปอร์เซ็นต์ ต้นข้าวโพดพร้อมฝักส่วนใหญ่มีอายุการตัดอยู่ในช่วง 80-85 วัน จะทำให้ได้อาหารหยาบที่มีความน่ากิน มีพลังงาน โปรตีน และวิตามินที่ดี (กรมปศุสัตว์, 2563) การผลิตข้าวโพดพร้อมฝักสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์จะเหลือเพียงส่วนต่อข้าวโพดที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์

ต้นทุนการผลิตสูงเป็นปัญหาของเกษตรกร โดยในการผลิตเมล็ดข้าวโพดมีต้นทุนเฉลี่ย 4,480 บาทต่อไร่ และเมื่อหักต้นทุนการผลิตแล้วเกษตรกรจะมีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ 2,044 บาทต่อไร่ (โชคชัย และคณะ, 2557) การปลูกข้าวโพดพร้อมฝักเป็นทางเลือกในการผลิตข้าวโพด การตัดต้นข้าวโพดพร้อมฝักในระยะที่เหมาะสมจะได้อาหารสัตว์ที่มีความน่ากินสูง ย่อยได้ง่ายและมีสารอาหารหลากหลายสำหรับสัตว์เพราะมีส่วนของต้นและใบซึ่งเป็นอาหารหยาบและมีส่วนของเมล็ดซึ่งเป็นอาหารข้นรวมอยู่ด้วย (บุญล้อม และคณะ, 2546) จากการเก็บข้อมูลกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ข้าวโพดพร้อมฝักตำบลหัวลำ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดลพบุรี พบว่าเกษตรกรมีรายได้สุทธิ เท่ากับ 4,700 บาทต่อไร่ต่อรอบการผลิต (กรมปศุสัตว์, 2563)

การตัดยอดข้าวโพดในระยะเวลาที่เหมาะสมซึ่งจะไม่กระทบต่อการให้ผลผลิตเมล็ดแล้วนำส่วนยอดไปใช้เป็นอาหารสัตว์จะช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์และเพิ่มรายได้จากระบบการปลูกข้าวโพด Rajkumara *et al.* (2020) รายงานว่า การตัดยอดข้าวโพดที่อายุ 30 วันหลังออกไหม โดยตัดที่ข้อที่ 10 จะไม่กระทบต่อปริมาณและคุณภาพเมล็ดข้าวโพด และจะได้ส่วนยอดข้าวโพดซึ่งสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์หรือจำหน่ายได้ ทำให้เกษตรกรมีรายได้สุทธิสูงกว่าการที่ไม่มีการตัดยอด อย่างไรก็ตาม ต้นทุนค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งส่วนยอดข้าวโพดอาจจะส่งผลกระทบต่อความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนรวมถึงองค์ประกอบทางเคมีของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก การผลิตเมล็ดข้าวโพดโดยไม่มีการตัดส่วนยอดและการผลิตข้าวโพดรวมกับการตัดส่วนยอดของข้าวโพดสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์โสธร ตำบลลุ่มพุก อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร ระหว่างเดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2564

แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design) โดยจัดให้มีสภาพพื้นที่ปลูกและความลาดชันแบบเดียวกัน มี 4 ซ้ำ (block) สิ่งทดลอง ได้แก่ รูปแบบการผลิตข้าวโพด 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก

รูปแบบที่ 2 การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป

รูปแบบที่ 3 การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไปรวมกับการตัดยอดข้าวโพด

การปลูกและการดูแลรักษา

ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทางการค้าเบอร์ 339 ของบริษัทแปซิฟิก ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ ฝักใหญ่ แขนเล็ก เมล็ดมีขนาดใหญ่ สีส้มสดเข้ม และให้ผลผลิตต่อไร่สูง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี จากนั้นไถดะ 1 ครั้ง และไถพรวนดินให้ละเอียดพร้อมปรับพื้นที่ให้มีความสม่ำเสมอ วางผังและทำแปลงย่อยขนาด 5 x 8 เมตร จำนวน 12 แปลงโดยให้แต่ละแปลงห่างกัน 2 เมตร

ใส่ปุ๋ยซีไคหมักครั้งแรกเป็นปุ๋ยรองพื้น อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและปรับปรุงโครงสร้างของดิน

ปลูกข้าวโพดโดยใช้วิธีหยอดหลุม 3 เมล็ดต่อหลุม ระยะห่างระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 25 เซนติเมตร หลังจากข้าวโพดงอกแล้ว 15 วัน คัดเลือกต้นข้าวโพดที่แข็งแรงที่สุดไว้เพียง 1 ต้น ให้น้ำด้วยระบบเทปน้ำพุ่ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง กำจัดวัชพืชรากหลังปลูก 30 วัน จากนั้นพรวนดินและใส่ปุ๋ยซีไคหมัก อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ หยุดให้น้ำเมื่อข้าวโพดถึงระยะที่เมล็ดมีเส้นน้ำนม 50 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาลักษณะทางเกษตร

ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ความสูง โดยวัดจากพื้นดินถึงข้อของใบธงเมื่อข้าวโพดอายุ 90, 106 และ 120 วัน (ข้อใบบนสุดของลำต้น) (จตุพร และคณะ, 2557) จำนวนใบ วัดก่อนการเก็บผลผลิต โดยเก็บนับจำนวนใบรวมทั้งหมด เริ่มนับจากใบที่มีการเจริญออกจากข้อแรกของต้นข้าวโพดถึงข้อของใบธง โดยแบ่งเป็นใบล่างนับจากโคนต้นขึ้นมาถึงใบรองรับฝัก และใบบนเริ่มนับใบเหนือจากใบรองรับฝักถึงข้อของใบธง จำนวนฝัก วัดก่อนการเก็บผลผลิตโดยนับจากฝักข้าวโพดที่มีการเจริญเติบโตและมีความสมบูรณ์สามารถให้ผลผลิตเมล็ดได้

วัดปริมาณผลผลิต โดยข้าวโพดรูปแบบที่ 1 เป็นการผลิตข้าวโพดพร้อมฝัก เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อเมล็ดมีเส้นน้ำนม 50 เปอร์เซ็นต์ ประเมินเส้นน้ำนมโดยการสุ่มฝักข้าวโพด จากนั้นหักฝักข้าวโพดออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน สังเกตจากเส้นแบ่งระหว่างส่วนแข็งและส่วนอ่อน (เส้นน้ำนม) ของเมล็ดข้าวโพด ตัดต้นข้าวโพดพร้อมฝัก โดยตัดเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร โดยเว้นขอบแปลง (Guard row) ด้านละ 1 แถว ชั่งน้ำหนักผลผลิตและสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

สำหรับข้าวโพดรูปแบบที่ 2 เป็นการผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อข้าวโพดแก่จัดและแห้งสนิท สังเกตได้จากกาบที่ใบและลำต้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนหรือสีฟางข้าวทั้งแปลง เก็บผลผลิตข้าวโพดทุกต้นทุกฝัก โดยเว้นขอบแปลงด้านละ 1 แถว แกะเมล็ดข้าวโพดออกจากฝักและตากแดด 3 วัน

วัดความชื้นโดยเครื่องวัดความชื้นจนมีค่าต่ำกว่า 14.50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้น ชั่งน้ำหนักเมล็ดและสุ่มตัวอย่าง สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี และสำหรับข้าวโพดรูปแบบที่ 3 เป็นการผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป แต่มีการตัดยอดข้าวโพดเพื่อนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ โดยจะตัดยอดข้าวโพดในระยะที่เมล็ดมีเส้นน้ำนม 75 เปอร์เซ็นต์ (มีส่วนแข็ง 75 เปอร์เซ็นต์) ตัดส่วนยอดของต้นข้าวโพดเหนือฝักบนสุด ชั่งน้ำหนักและสุ่มตัวอย่างสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี จากนั้นเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวโพดเมื่อข้าวโพดแก่จัดและแห้งสนิทโดยสังเกตจากใบและลำต้น เปลี่ยนเป็นสีฟางข้าวทั้งแปลง เก็บผลผลิตข้าวโพดทุกต้นทุกฝักโดยเว้นขอบแปลงด้านละ 1 แถว แกะเมล็ดข้าวโพดออกจากฝักและตากแดด 3 วัน วัดความชื้นโดยเครื่องวัดความชื้นให้มีความชื้นต่ำกว่า 14.50 เปอร์เซ็นต์ ชั่งน้ำหนักและสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

การศึกษาลักษณะทางเศรษฐศาสตร์

ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ ต้นทุนการผลิต (ต้นทุนผันแปรที่เป็นตัวเงิน) ประกอบด้วย ค่าจ้างแรงงาน (ค่าจ้างเตรียมดิน ค่าจ้างปลูก ค่ากำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย และค่าเก็บเกี่ยว) และค่าปัจจัยการผลิต (ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ยใช้หมัก และค่าน้ำ) ประเมินรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตโดยใช้ราคารับซื้อเฉลี่ย ณ ลานรับซื้อของฟาร์มโคเนื้อจังหวัดยโสธร ประเมินรายได้สุทธิ หรือ รายได้หลังจากหักต้นทุนการผลิต

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน (soil reaction, pH) ใช้ pH meter อัตราส่วน ดินต่อน้ำ 1:1 (McLean, 1973; Peech, 1965) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1996) ฟอสฟอรัสรูปที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available P) ด้วยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และโพแทสเซียมที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available K) ด้วยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย ammonium acetate (NH₄OAc) 1N pH 7.0 (Mehlich, 1978) โดยส่งตัวอย่างและวิเคราะห์ที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 อำเภอสวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างต้นข้าวโพดพร้อมฝักและส่วนยอดของข้าวโพด ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เถ้า (Ash) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (Nitrogen free extract, NFE) ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ฝักโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Lignin) ตามวิธีของ AOAC (2016) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใยรวม (Crude fiber, CF) และเถ้า (Ash)

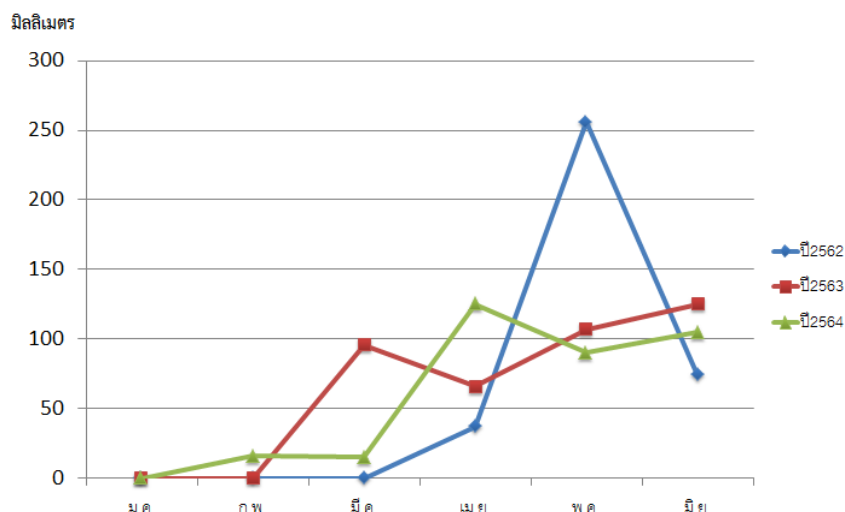
การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; S.D.) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณน้ำฝน

ในช่วงดำเนินการทดลอง (เดือนมกราคม-มิถุนายน 2564) มีวันฝนตก จำนวน 15 วัน มีปริมาณน้ำฝนสะสม 315 มิลลิเมตร ไม่เพียงพอต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กรมวิชาการเกษตร (2559) รายงานว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีความต้องการใช้น้ำตลอดฤดูการผลิต 749 มิลลิเมตร หรือประมาณ 1,198 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ จึงเพิ่มระบบการให้น้ำเพื่อให้เพียงพอต่อการให้ผลผลิตข้าวโพด



ภาพที่ 1 กราฟแสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนแต่ละเดือนใน ปี พ.ศ. 2562 - 2564 (เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน)

สมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการใส่ปุ๋ยซีไคหมักขดเคียวการใส่ปุ๋ยเคมี เนื่องจากพื้นที่ทดลองเป็นพื้นที่ได้รับรองมาตรฐานระบบการผลิตเกษตรอินทรีย์ หลังการทดลองดินมีค่าอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สาเหตุเนื่องมาจากระหว่างการเตรียมดินซึ่งมีการไถกลบตอพงและมีการใส่ปุ๋ยซีไคหมักเป็นปุ๋ยรองพื้น รวมถึงข้าวโพดอายุ 1 เดือน มีการกำจัดวัชพืชและพรวนดินพร้อมกับใส่ปุ๋ยซีไคหมักครั้งที่ 2 การปฏิบัติเหล่านี้อาจทำให้ค่าอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการใช้ประโยชน์ของข้าวโพดไม่หมดรวมถึงปุ๋ยซีไคหมักมีการย่อยสลายได้ช้า สำหรับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีปริมาณลดลงหลังการทดลอง สาเหตุอาจเนื่องมาจากปุ๋ยคอกที่ใส่เป็นปุ๋ยมูลไคหมักที่มีเพียงปริมาณไนโตรเจนที่มาก แต่ส่วนของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีปริมาณน้อย จึงอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าวโพด เป็นสาเหตุทำให้ข้าวโพดต้องดึงฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม จากดินมาใช้ประโยชน์จนทำให้หลงเหลือธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิด ลดน้อยลง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินบริเวณที่ทำก่อนและหลังการทดลอง

	pH	OM (เปอร์เซ็นต์)	N (เปอร์เซ็นต์)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)
ก่อนการทดลอง	5.4	1.22	0.06	29	33
หลังการทดลอง					
รูปแบบที่ 1 ^{1/}	6.2	1.87	0.09	18	13
รูปแบบที่ 2 ^{2/}	5.7	1.62	0.08	22	30
รูปแบบที่ 3 ^{3/}	5.4	1.57	0.07	28	25

วิเคราะห์โดยกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน;

pH (ดิน:น้ำ) = 1:1; OM, อินทรีย์วัตถุ (organic matter); N, ไนโตรเจน; P, ฟอสฟอรัส; K, โพแทสเซียม

^{1/} การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก

^{2/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป

^{3/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยมีการตัดยอดไปใช้ประโยชน์

ลักษณะทางการเกษตร

ข้าวโพด มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 187 – 192 เซนติเมตร สอดคล้องกับ กรมวิชาการเกษตร (2552) รายงานว่า ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมทางการค้าเบอร์ 339 ของบริษัทแปซิฟิคมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 176-225 เซนติเมตร สำหรับจำนวนใบ พบว่า เฉลี่ยเท่ากับ 15 ใบต่อต้น โดยแบ่งเป็นใบล่าง 9 ใบ และใบบน 6 ใบ และมีจำนวนฝัก เฉลี่ย 1 ฝักต่อต้น

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3 รูปแบบ แตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยต้นข้าวโพดพร้อมฝักมีผลผลิตสูงที่สุด เนื่องจากการตัดใช้ประโยชน์ทั้งต้น ใบและฝัก ในขณะที่การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไปรวมกับการตัดยอดข้าวโพด ได้ผลผลิตของเมล็ดและสามารถตัดส่วนยอดข้าวโพดสดได้ 1,359.59 กิโลกรัม และสำหรับการตัดยอดข้าวโพดไปใช้ประโยชน์ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่มีการตัดยอด (ตารางที่ 2)

Eastin (1969) รายงานว่า การตัดส่วนยอดข้าวโพดออกทำให้แสงสามารถผ่านเข้ามายังใบที่รองรับฝัก ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดในการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์มายังฝัก สอดคล้องกับรายงานของ Esechie and AlAlawi (2002) รายงานว่า การตัดส่วนยอดข้าวโพดเป็นการนำส่วนปลายออกจากส่วนของซึ่งเพื่อปรับปรุงผลผลิตผ่านการทำงานที่ดีขึ้นของใบที่เหลือ โดยยับยั้งการทำงานของใบที่ไม่จำเป็นลดลง เป็นการเพิ่มการดูดซึมของสารอาหาร ลดการแข่งขันระหว่างช่อดอกและช่ข้าวโพดของธาตุอาหารที่พืชมีอยู่ นอกจากนี้ ตามรายงานของ Bhargavi *et al.* (2017) รายงานว่า การตัดยอดข้าวโพด 30 วัน หลังออกไหม โดยตัดจากส่วนยอดนับลงมา 6 ใบ ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,152.64 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 2 ลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากรูปแบบการปลูกและใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน

ลักษณะทางการเกษตร	รูปแบบที่ 1 ^{1/} (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	รูปแบบที่ 2 ^{2/} (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	รูปแบบที่ 3 ^{3/} (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	CV (%)	P-value
1.1 ความสูง (เซนติเมตร)	192.25 ($\pm$ 4.65)	187.25 ($\pm$ 3.09)	189.50 ($\pm$ 4.12)	-	-
1.2 จำนวนใบต่อต้น (ใบ)	15.75 ($\pm$ 0.50)	15.50 ($\pm$ 0.58)	15.75 ($\pm$ 0.50)	-	-
- จำนวนใบบน (ใบ)	6.75 ($\pm$ 0.50)	6.50 ($\pm$ 0.58)	6.75 ($\pm$ 0.50)	-	-
- จำนวนใบล่าง (ใบ)	9.00 ($\pm$ 0.00)	9.00 ($\pm$ 0.00)	9.00 ($\pm$ 0.00)	-	-
1.3 จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)	1.00 ($\pm$ 0.00)	1.00 ($\pm$ 0.00)	1.00 ($\pm$ 0.00)	-	-
1.4 ผลผลิตน้ำหนักสด (กิโลกรัม/ไร่)	8,269.66 ^a	1,601.16 ^c	3,117.2 ^b	13.26	0.0001
- ต้นข้าวโพดพร้อมฝัก	8,269.66 ($\pm$ 957.94)	-	-	-	-
- ยอดข้าวโพด	-	-	1,395.95 ($\pm$ 201.64)	-	-
- เมล็ดข้าวโพด	-	1,601.16 ^{4/} ($\pm$ 92.66)	1,721.26 [/] ($\pm$ 149.70)	-	-
1.5 ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)	2,117.75 ^a	1,214.77 ^c	1,729.05 ^b	8.60	0.0004
- ต้นข้าวโพดพร้อมฝัก	2,117.75 ($\pm$ 203.64)	-	-	-	-
- ยอดข้าวโพด	-	-	469.83 ($\pm$ 52.72)	-	-
- เมล็ดข้าวโพด	-	1,214.77 ($\pm$ 88.85)	1,259.22 ($\pm$ 73.79)	-	-

^{a b c} ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษรกำกับที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก

^{2/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป

^{3/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยมีการตัดยอดไปใช้ประโยชน์

^{4/} ปรับระดับความชื้นเมล็ดข้าวโพดที่ความชื้น 14.50 เปอร์เซนต์

องค์ประกอบทางเคมี

ต้นข้าวโพดพร้อมฝัก มีระดับโปรตีน เท่ากับ 8.34 เปอร์เซนต์ ส่วนยอดข้าวโพด มีระดับโปรตีน เท่ากับ 7.15 เปอร์เซนต์ กรมปศุสัตว์ (2547) รายงานว่า พืชอาหารสัตว์แห้ง มีโปรตีน 8.0-10.9 เปอร์เซนต์ จัดอยู่ในชั้นคุณภาพดี และโปรตีน 5.0-7.9 เปอร์เซนต์ จัดอยู่ในชั้นคุณภาพปานกลาง สำหรับการตัดยอดข้าวโพดไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด พบว่า มีระดับโปรตีน 9.95 เปอร์เซนต์ ไขมัน 5.87 เปอร์เซนต์ และเถ้า 2.45 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แตกต่างกัน 3 รูปแบบ

องค์ประกอบทางเคมี ^{1/} (เปอร์เซ็นต์)	รูปแบบที่ 1 ^{2/} ต้นข้าวโพดพร้อมฝัก	รูปแบบที่ 2 ^{3/} เมล็ดข้าวโพด	รูปแบบที่ 3 ^{4/} ยอดข้าวโพด เมล็ดข้าวโพด	
วัตถุแห้ง (DM)	21.18	91.57	36.89	91.15
โปรตีน (CP)	8.34	10.11	7.15	9.79
ไขมัน (EE)	2.54	5.96	1.99	5.78
เยื่อใยรวม (CF)	ND ^{5/}	11.64	ND ^{5/}	8.54
เถ้า (Ash)	5.33	2.77	8.11	2.13
ผนังเซลล์ (NDF)	26.15	ND ^{5/}	39.00	ND ^{5/}
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	48.78	ND ^{5/}	70.58	ND ^{5/}

^{1/} ไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

^{2/} การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก

^{3/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป

^{4/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยมีการตัดยอดไปใช้ประโยชน์

^{5/} ไม่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์

ต้นทุนของการปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นค่าปัจจัยการผลิต ได้แก่ ค่าปุ๋ย (64.52 เปอร์เซ็นต์) ค่าเมล็ดพันธุ์ (9.67 เปอร์เซ็นต์) และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการให้น้ำ (25.81 เปอร์เซ็นต์) ค่าจ้างแรงงานสำหรับการปลูกและดูแลรักษาข้าวโพดทั้ง 3 รูปแบบเท่ากัน ความแตกต่างของต้นทุนค่าแรงงานเกิดจากค่าจ้างเก็บเกี่ยว ค่าจ้างเก็บเกี่ยวต้นข้าวโพดพร้อมฝัก 500 บาทต่อไร่ ในขณะที่ค่าเก็บเกี่ยวฝักข้าวโพด 600 บาทต่อไร่ และค่าเก็บเกี่ยวยอดข้าวโพด 250 บาทต่อไร่ โดยการผลิตข้าวโพดแบบตัดยอดจะมีค่าจ้างเก็บเกี่ยวรวม 850 บาทต่อไร่

รายได้รวมการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3 รูปแบบ แตกต่างกัน ($p < 0.05$) การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการตัดยอดไปใช้ประโยชน์มีรายได้สูงที่สุด เนื่องจากจำหน่ายเมล็ดข้าวโพดได้ เท่ากับ 14,630.71 บาท และยอดข้าวโพด เท่ากับ 1,395.95 บาท ส่งผลถึงการมีรายได้สุทธิสูงที่สุดแตกต่างกัน ($p < 0.05$) กับการผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป (รูปแบบที่ 2) และการผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก (รูปแบบที่ 1) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนรวม รายได้รวมและรายได้สุทธิ

รายการ	รูปแบบ ที่ 1 ^{1/}	รูปแบบ ที่ 2 ^{2/}	รูปแบบ ที่ 3 ^{3/}	CV (%)	P-value
1 ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	6,850	6,950	7,200	-	-
1.1 ค่าจ้างแรงงาน	2,200	2,300	2,550	-	-
1.1.1 ค่าจ้างเตรียมดิน	500	500	500	-	-
1.1.2 ค่าจ้างปลูก	600	600	600	-	-
1.1.3 ค่ากำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย	600	600	600	-	-
1.1.4 ค่าเก็บเกี่ยว	500	600	850	-	-
1.1.4.1 ข้าวโพดพร้อมฝัก	500 ^{4/}	-	-	-	-
1.1.4.2 ยอดข้าวโพด	-	-	250 ^{4/}	-	-
1.1.4.3 เมล็ดข้าวโพด	-	600 ^{5/}	600 ^{5/}	-	-

ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนรวม รายได้และรายได้สุทธิ (ต่อ)

รายการ	รูปแบบ ที่ 1 ^{1/}	รูปแบบ ที่ 2 ^{2/}	รูปแบบ ที่ 3 ^{3/}	CV (%)	P-value
1.2 ค่าปัจจัยการผลิต	4,650	4,650	4,650	-	-
1.2.1 ค่าเมล็ดพันธุ์	450	450	450	-	-
1.2.1 ค่าปุ๋ยซีไคหมัก	3,000	3,000	3,000	-	-
1.2.1 ค่าน้ำ	1,200	1,200	1,200	-	-
2. รายได้รวม (บาท/ไร่)	9,923.60^c	13,609.84^b	16,206.66^a	8.50	0.0007
2.1 ต้นข้าวโพดพร้อมฝัก	9,923.60 ^{6/}	-	-	-	-
2.2 ยอดข้าวโพด	-	-	1,395.95 ^{6/}	-	-
2.3 เมล็ดข้าวโพด	-	13,609.84 ^{7/}	14,630.71 ^{7/}	-	-
3. รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)	3,073.26^c	6,659.84^b	8,826.66^a	18.11	0.0010
3.1 ต้นข้าวโพดพร้อมฝัก	3,073.26	-	-	-	-
3.2 ยอดข้าวโพด	-	-	1,145.95	-	-
3.3 เมล็ดข้าวโพด	-	6,659.84	7,680.71	-	-

^{a b c} ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษรกำกับที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก

^{2/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั่วไป

^{3/} การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยมีการตัดยอดไปใช้ประโยชน์

^{4/} ประเมินค่าจ้างแรงงานเก็บผลผลิตในพื้นที่

^{5/} ค่าจ้างรถเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวโพดจากแปลงผลิต

^{6/} ราคาจำหน่ายต้นข้าวโพดพร้อมฝัก 1.20 บาทต่อกิโลกรัม และยอดข้าวโพด 1.00 บาทต่อกิโลกรัม ณ ลานรับซื้อของฟาร์มโคเนื้อจังหวัดยโสธร

^{7/} ราคาจำหน่ายเมล็ดข้าวโพด 8.50 บาทต่อกิโลกรัม ณ ตลาดกลางการรับซื้อของบริษัทก้าวหน้าไคสตร จังหวัดอุบลราชธานี

สรุปผลการทดลอง

การผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยมีการตัดยอดไปใช้ประโยชน์เมื่อระยะที่เมล็ดมีเส้นน้ำนม 75 เปอร์เซนต์ ไม่มีผลกระทบต่อทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด แต่จะได้ยอดข้าวโพดสด 1,395.95 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์หรือการจำหน่าย ซึ่งการตัดยอดข้าวโพดมีรายได้สุทธิตามากกว่าการไม่ตัดยอดและมากกว่าการปลูกข้าวโพดพร้อมฝัก

ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่าการผลิตเมล็ดข้าวโพดอาหารสัตว์จะมีรายได้สุทธิสูงกว่าการผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝัก แต่การผลิตเมล็ดใช้ระยะเวลานานมากกว่า จึงอาจมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากสภาวะอากาศที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ลมพายุ หรือน้ำท่วม เป็นต้น นอกจากนี้ การทดลองนี้ดำเนินการเพียง 1 รอบการผลิตเท่านั้น การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝักใช้เวลาสั้นกว่าการผลิตเมล็ดข้าวโพด ดังนั้น ใน 1 ปี การผลิตต้นข้าวโพดพร้อมฝักจะได้จำนวนรอบการผลิตมากกว่าการผลิตเมล็ด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์โยธธ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมแปลงและจัดการแปลงผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงการเก็บข้อมูลผลผลิตทุกขั้นตอนขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่ม วิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4 กรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ดิน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารนครราชสีมา ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีอาหารสัตว์ ขอขอบคุณคุณจิระศักดิ์ ชอบแต่ง และขอขอบคุณคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือให้ความรู้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล และให้คำแนะนำต่างๆ รวมถึงช่วยเหลือตรวจสอบและแก้ไขผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห่งกองอาหารสัตว์. เอกสารแนะนำกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2563. คู่มือสำหรับเกษตรกรการผลิตข้าวโพดพร้อมฝักเพื่อเป็นอาหารสัตว์. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ศูนย์ราชการกรมปศุสัตว์อำเภอบางกะดี จังหวัดปทุมธานี 12000.
- กรมวิชาการเกษตร. 2552. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง ประกาศโฆษณาค่าของจดทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2552.
- กรมวิชาการเกษตร. 2559. ปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. 2559.
- จตุพร ไกรถาวร สรพงศ์ เบญจศรี ภาณุมาศ พุทธิคณี และรัตนกร นุ่นมัน. 2557. อัตราและระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์เทียนที่ปลูกในดินนาจังหวัดพัทลุง. เกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3 : (2557).
- โชคชัย เอกทัศนาวรรณ แอนนา สายมนิรัตน์ สดใส ชางสลัก แสงแข นาวานิช และชไมพร เอกทัศนาวรรณ. 2557. คู่มือการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2557.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล สมคิด พรหมมา บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ. 2546. การผลิตข้าวโพดหมักคุณภาพดีในเชิงพาณิชย์สำหรับสหกรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2546.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดนครราชสีมา. 2561. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. ระบบวางแผนข้อมูลรายสินค้าเพื่อการพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดนครราชสีมา 2561.
- AOAC. 2016. Official Methods of Analysis. 21st ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Bhargavi, B.M., B Mukundam, M Malla Reddy and Ch Aruna Kumari. 2017. Different detopping levels effect on yield and nutrient uptake of maize (Zea mays L.). International Journal of Chemical Studies 2017; 5(5): 267-270.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.

- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen Total In: Sparks, D.L., Ed., Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 1085-1122.
- Eastin, J.A. 1969. Leaf position and leaf function in corn carbon-14 Labelled photosynthate distribution in corn in relation to leaf function. Annual Corn and Sorghum Research Conference Proceeding 24 : 81-89.
- Esechie, H.A. and Al-Alawi, K. 2002. Effect of tassel removal on grain yield of maize (*Zea mays* L.) under saline conditions. Crop Research. 24: 96-101.
- Mehlich, A. 1978. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. Commun. in Soil Science and Plant Analysis. 9(6): 477-492.
- McLean, E. O. 1973. Testing soil for pH and lime requirement. In: L.M. Walsh and J. D. Beaton (ed.). Soil testing and plant analysis. Amer. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin. Page 78-95.
- Peech, M. 1965. Hydrogen-ion activity. In: C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy Number 9. Amer. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin. Page 914-926.
- Rajkumara, S., R.M. Kachapur, and B.G. Shivakumar. 2020. Detopping in Maize: A Review. Agricultural Reviews, Volume 41 Issue 2: 175-178 (June 2020).
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York.