

การจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน

Fertilizer management on growth and yield of sweet corn

เบญจพร กุลนิตย์^{1*} และ สมพร นาสมพงษ์¹

Benjaporn Kunlanit^{1*} and Somporn Nasompong¹

บทคัดย่อ: ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารค่อนข้างสูง การปลูกข้าวโพดหวานในพื้นที่ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเข้มข้นทำให้ได้รับผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยต่ำและการใส่ปุ๋ยเคมีต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานานส่งผลให้ดินเสื่อมโทรม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 7 ตำรับ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย, 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำทั่วไปสำหรับข้าวโพดของกรมส่งเสริมการเกษตร, 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน, 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ+ ชากจามจุรี 500 กก./ไร่, 5) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ+ ชากจามจุรี 1,000 กก./ไร่, 6) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน+ ชากจามจุรี 500 กก./ไร่ และ 7) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน+ชากจามจุรี 1,000 กก./ไร่ ดำเนินการศึกษาในดินไร่เนื้อทรายปนร่วน (loamy sand) ในแปลงทดลองของเกษตรกร ต.ลำปาว อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ ผลการศึกษา พบว่า ตำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+ ชากจามจุรี 1,000 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตฝักของข้าวโพดก่อนและหลังลอกเปลือก (2,240 และ 1,705 กก./ไร่ ตามลำดับ) สูงกว่าทุกตำรับ แต่เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยสูงที่สุด (13,652 บาท/ไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับทดลอง โดยผลจากการศึกษานี้ การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรในการลดต้นทุนค่าปุ๋ยในการผลิตข้าวโพดหวาน

คำสำคัญ: ปุ๋ยเคมี, การตรวจจสอบดิน, ชากจามจุรี, *Zea mays saccharata*, ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ABSTRACT: Sweet corn is a crop that requires relatively high contents of plant nutrients. Plantation of sweet corn under intensive chemical application leads to low economic return, and continuous chemical application over a long term enhances soil degradation. Therefore, the objective of this study was to investigate the effect of fertilizer management on growth and yield of sweet corn. The experimental design was a randomized complete block with 7 treatments of different fertilizer applications and 3 replications, including 1) control (no fertilizer), 2) chemical fertilizer recommendation based on the Department of Agricultural Extension's practice (FP), 3) chemical fertilizer recommendation based on soil testing (FS), 4) FP + *S. saman* residues 500 kg/rai, 5) FP + *S. saman* residues 1,000 kg/rai, 6) FS + *S. saman* residues 500 kg/rai, and 7) FS + *S. saman* residues 1,000 kg/rai. The study was carried out in a loamy sand upland soil in a farmer's field located within the Lam Pao sub-district, Mueang district, Kalasin province. The results showed that the FP + *S. saman* residues 1,000 kg/rai¹ treatment showed a trend for the highest unhusked and husked ear yield (2,240 and 1,705 kg/rai, respectively) as compared to the other treatments. When considering economic return, the FS treatment gave the highest economic return over fertilizer cost (13,652 THB/rai) relative to the others. The results of this study demonstrated that fertilizer recommendations based on soil testing can be an alternative way for farmers to reduce fertilizer costs for sweet corn production.

Keywords: Chemical fertilizer, Soil testing, *Samanea saman* residues, *Zea mays saccharata*, Economic return

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม 44150

Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44150, Thailand.

* Corresponding author: benjapon.k@msu.ac.th

บทนำ

ข้าวโพด (corn หรือ maize) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Zea mays* L. เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมดในประเทศไทยมีอยู่ประมาณ 7-8 ล้านไร่ ข้าวโพดสามารถจำแนกออกเป็น 7 ชนิด โดยอาศัยตำแหน่งของแป้งแต่ละชนิดในเมล็ดและลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ด (glume) ได้แก่ ข้าวโพดหวาน (sweet corn) ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) ข้าวโพดคั่ว (pop corn) ข้าวโพดแป้งอ่อน (flour corn) ข้าวโพดหัวนูน (dent corn) ข้าวโพดป้า (pod corn) และข้าวโพดเทียน/ข้าวเหนียว (waxy corn) (ราเชนทร์, 2539) โดยข้าวโพดหวานเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี มีฤดูการผลิตสั้น และสามารถปลูกได้ทั่วภูมิภาคของประเทศ พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดหวานในปี 2558 มีประมาณ 226,743 ไร่ ได้ผลผลิต 468,828 ตัน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เพาะปลูก 43,291 ไร่ ผลผลิตของข้าวโพดหวานถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานกระป๋อง และส่งออกผลิตภัณฑ์ไปยังต่างประเทศถึง 100,152 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,704 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

ข้าวโพดเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2524) อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ที่เกษตรกรได้ทำการผลิตข้าวโพดอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลายาวนาน ประกอบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเข้มข้นส่งผลทำให้ดินเสื่อมโทรม เนื่องจากใช้ปุ๋ยเคมีแบบเดิมๆ และใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมส่งเสริมการเกษตรแบบกว้างๆ ไม่จำเพาะในแต่ละชุดดิน และในแต่ละพื้นที่ทำให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไปจนความจำเป็น (ทัศนีย์ และ ประทีป, 2559) เพราะเชื่อว่ายิ่งใส่ปุ๋ยปริมาณมากยิ่งได้ผลผลิตมากทำให้ต้นทุนการผลิตข้าวโพดสูง แต่การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี เพราะดินในแต่ละพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องประเมินคุณสมบัติเบื้องต้นของดินใน

พื้นที่ก่อนการปลูกพืช เพื่อที่จะได้จัดการปุ๋ยได้อย่างเหมาะสมและตรงกับความต้องการของพืชปลูก นอกจากนี้ การปรับปรุงดินด้วยการใช้ซากอินทรีย์ยังช่วยทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น พืชสามารถดูดใช้น้ำและธาตุอาหารมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น (ปีทมา, 2547) ซากพืชโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและยังช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจน (nitrogen, N) ในดิน และ N ก็เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย (Kunlanit et al., 2014) และจามจรี (*Samanea saman*) ถือเป็นพืชตระกูลถั่ว จากผลการวิเคราะห์ใบที่ร่วงหล่นของจามจรี พบว่ามีปริมาณ N 2% ซึ่งสูงกว่าซากพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว (ทะนุพงศ์, 2557) ซึ่งจามจรีน่าจะมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชโดยเฉพาะ N มีการศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในข้าวโพด โดย ศิราณี (2557) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2 ตัน/ไร่ ให้การเจริญเติบโตด้านความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินทราย ชุดดินบ้านทอนสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียว และบรรณพิชญ์ และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการจัดการปุ๋ยในข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริดส์ 3 ที่ปลูกในดินเหนียว พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 15-10-7 ของ $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ให้ผลผลิตฝักสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับ 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ และไม่ใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตาม การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับซากพืชสำหรับข้าวโพดหวานในดินเนื้อทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำนั้นยังไม่เป็นที่ชัดเจน ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซากอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด ซึ่งการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับซากอินทรีย์น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชและช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดได้เป็นอย่างดี และจะช่วยลดต้นทุนการใส่ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพดได้

วิธีการศึกษา

1. แผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 7 ดำรับ และ 3 ซ้ำ ดังนี้

ดำรับที่	การใส่ปุ๋ย	สูตรและอัตรา
1.	ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	-
2.	ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำทั่วไปสำหรับข้าวโพดของกรมส่งเสริมการเกษตร	15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่
3.	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	46-0-0 อัตรา 39 กก./ไร่, 18-46-0 อัตรา 9 กก./ไร่ และ 0-0-60 อัตรา 17 กก./ไร่
4.	ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำทั่วไปสำหรับข้าวโพดของกรมส่งเสริมการเกษตร	15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ + ชากจามจุรี อัตรา 500 กก./ไร่
5.	ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำทั่วไปสำหรับข้าวโพดของกรมส่งเสริมการเกษตร	15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ + ชากจามจุรี อัตรา 1,000 กก./ไร่
6.	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	46-0-0 อัตรา 39 กก./ไร่, 18-46-0 อัตรา 9 กก./ไร่ และ 0-0-60 อัตรา 17 กก./ไร่ + ชากจามจุรี อัตรา 500 กก./ไร่
7.	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	46-0-0 อัตรา 39 กก./ไร่, 18-46-0 อัตรา 9 กก./ไร่ และ 0-0-60 อัตรา 17 กก./ไร่ + ชากจามจุรี อัตรา 1,000 กก./ไร่

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษานี้ได้ดำเนินการปลูกข้าวโพดหวานในดินไร่เนื้อทรายปนร่วน (loamy sand) ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในแปลงของเกษตรกร ต.ลำปาว อ.เมือง จ. กาฬสินธุ์ ในระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน 2559 ซึ่งในการดำเนินการศึกษามีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1 เก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนปลูกข้าวโพด โดยใช้ฮ็อกเกอร์ (auger) สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกของดิน 0-15 ซม. ในพื้นที่แปลงทดลองจำนวน 15 จุด ในรูปแบบสลับฟันปลา เพื่อมาวิเคราะห์หา เนื้อดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ในโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีการของ พัทศรี (2549)

2.2 ทำการไถตะดินในแปลงทดลองต่างๆ แล้วตากดินไว้ประมาณ 2-3 วัน หลังจากนั้นทำการไถพรวนดิน

2.3 ขึ้นแปลงทดลองมีความกว้างเท่ากับ 2 ม. และความยาวเท่ากับ 3.50 ม. จำนวน 21 แปลง โดยมีระยะห่างระหว่างแปลงทดลองเท่ากับ 1 ม. โดยระยะห่างดังกล่าวทำเป็นร่องลึกจากผิวดิน 5 ซม. เพื่อเป็นแนวกันปุ๋ยชะล้างไปยังแปลงข้างๆ และเว้นพื้นที่หัวและท้ายแปลงด้านละ 0.5 ม.

2.4 นำชากจามจุรีอัตรา 2.19 กก. และ 4.38 กก./แปลง 7 ตร.ม. (500 และ 1,000 กก./ไร่ ตามลำดับ) มาคลุกเคล้าลงในดินในแปลงทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ+ ชากจามจุรี และแปลงทดลองใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน+ ชากจามจุรี ทั้งหมดจำนวน 12 แปลง และทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ชากจามจุรีย่อยสลาย

2.5 สำหรับแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นพร้อมปลูกสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ (อัตรา 0.218 กก./แปลงขนาด 7 ตร.ม) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553) ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยขึ้นอยู่กับค่าวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก โดยเมื่อได้ผลการวิเคราะห์เนื้อดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน แล้วนำค่าที่ได้เหล่านี้ไปใช้ในการคำนวณปุ๋ยโดยใช้โปรแกรม SimCorn version 1.0.4 ที่พัฒนาโดย ทศนีย์ (2554) และได้อัตราของปุ๋ยเคมีออกมา คือ ใส่ปุ๋ยรองพื้นใช้สูตร 46-0-0 อัตรา 13 กก./ไร่, สูตร 18-46-0 อัตรา 3 กก./ไร่ และสูตร 0-0-60 อัตรา 5.7 กก./ไร่

2.6 ได้ทำการปลูกข้าวโพดในช่วงกลางเดือนมกราคม พ.ศ.2559 โดยใช้ข้าวโพดพันธุ์อูฟวันไฮบริกซ์ ในแต่ละแถวได้ทำการปลูกข้าวโพดจำนวน 10 หลุม โดยปลูกหลุมละ 2 เมล็ด ระยะห่างระหว่างต้น 30 ซม. ระยะห่างระหว่างแถว 75 ซม. โดย 1 แปลงย่อยประกอบด้วย 2 แถวๆ 10 หลุม รวมเป็น 20 หลุม เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ทำการถอนแยกต้นข้าวโพดให้เหลือหลุมละ 1 ต้น โดยเลือกต้นที่สมบูรณ์ที่สุดไว้

2.7 เมื่อข้าวโพดได้อายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ (0.108 กก./แปลงขนาด 7 ตร.ม.) และข้าวโพดอายุได้ 40 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ (0.108 กก./แปลงขนาด 7 ตร.ม.) ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อข้าวโพดอายุได้ 20 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 13 กก./ไร่, สูตร 18-46-0 อัตรา 3 กก./ไร่ และสูตร 0-0-60 อัตรา 5.7 กก./ไร่ และที่อายุ 40 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 13 กก./ไร่, สูตร 18-46-0 อัตรา 3 กก./ไร่ และสูตร 0-0-60 อัตรา 5.7 กก./ไร่

2.8 ให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ และกำจัดศัตรูพืชตลอดการทดลอง

2.9 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวโพดเมื่อได้อายุ 91 วันหลังปลูก ซึ่งการศึกษานี้ได้เก็บเกี่ยวข้าวโพดช้ากว่าปกติเนื่องจากช่วงที่ข้าวโพดออกไหม

และติดฝักนั้นต้องเจอกับสภาพอากาศที่ร้อนทำให้การติดฝักและพัฒนาตัวของฝักช้ากว่าปกติ

2.10 สุ่มเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จำนวน 15 จุด แบบสลับพื้นปลา ในแต่ละแปลงทดลองมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีการของพัชรี (2549)

3. การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลได้อ้างอิงตามวิธีการเก็บข้อมูลของปริญญาตรี และคณะ (2550) ประกอบด้วย

3.1 องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโต

เก็บข้อมูลองค์ประกอบของการเจริญเติบโตของข้าวโพดทั้งหมด 20 ต้น ในแต่ละแปลงทดลอง ดังนี้

3.1.1 ความสูงซึ่งบ่งชี้การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่อายุ 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 และ 91 วันหลังปลูก

3.1.2 น้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดิน (ลำต้นและใบ) (ตัดลำต้นเหนือจากพื้นดิน 5 ซม.) แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 40°C จนน้ำหนักแห้งคงที่

3.2 องค์ประกอบด้านผลผลิต

เก็บข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิตของข้าวโพดทั้งหมด 20 ต้น ในแต่ละแปลงทดลอง ดังนี้

3.2.1 น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดก่อนปอกเปลือก

3.2.2 น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดหลังปอกเปลือก

3.2.3 ความยาวของฝักข้าวโพดก่อนปอกเปลือก

3.2.4 จำนวนฝักของข้าวโพด

3.3 คำนวณผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย

ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ย (บาท/ไร่) = มูลค่าของผลผลิต (บาท/ไร่)¹ - มูลค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)²

หมายเหตุ: ¹มูลค่าของผลผลิต = ราคาผลผลิต (บาท/กก.) X น้ำหนักผลผลิตเมล็ดที่ได้ (กก./ไร่)

²มูลค่าปุ๋ย = ราคาปุ๋ย (บาท/กก.) X น้ำหนักปุ๋ยที่ใส่ (กก./ไร่)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากผลการศึกษาในแต่ละตำรับมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 8 (Statistix 8.0 software, Analytical Software, Tallahassee, FL, USA)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ดินก่อนปลูกข้าวโพดมีปริมาณอนุภาคดินทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และเหนียว (clay) เท่ากับ 83.2

14.9 และ 1.9% ตามลำดับ และเนื้อดิน (soil texture) เป็นดินทรายปนร่วน (loamy sand) สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของดินพบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.37 ถือว่าดินเป็นกรดอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) เท่ากับ 0.02 dS/m แสดงให้เห็นว่าดินที่ศึกษานั้นไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) ในดินเท่ากับ 0.02% ไนโตรเจน (nitrogen, N) ทั้งหมดในดินเท่ากับ 0.01% ฟอสฟอรัส (phosphorus, P) ที่เป็นประโยชน์ในดินเท่ากับ 0.001% และโพแทสเซียม (potassium, K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ 0.001% จากคุณสมบัติทางเคมีของดินพบว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก (Table 1)

Table 1 Soil properties prior to sweet corn plantation

Parameter	Value
Sand (%)	83.2
Silt (%)	14.9
Clay (%)	1.9
Soil texture	Loamy sand
pH (soil:H ₂ O; 1:2.5)	5.37
Electrical conductivity (soil:H ₂ O; 1:2.5) (dS/m)	0.02
Organic matter (%)	0.02
Total nitrogen (N) in soil (%)	0.01
Available phosphorus (P) in soil (%)	0.001
Exchangeable potassium (K) in soil (%)	0.001

2. คุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด

ดํารับใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ซากจากจํารั 1,000 กก./ไร่ และปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ซากจากจํารั 500 กก./ไร่ ให้ค่า EC, ปริมาณ N ทั้งหมด, ปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ และ K ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าดํารับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) แต่ดํารับใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ซากจากจํารั 500 กก./ไร่ ให้ปริมาณ K ที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่าใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน + ซากจากจํารั 1000 กก./ไร่ ขณะที่ค่า pH

และ OM พบว่า ทุกดํารับให้ค่าไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า pH, EC, ปริมาณ N และ P หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในดํารับที่มีการใส่ปุ๋ย แต่ปริมาณ K กลับลดลง (Table 2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวโพดอาจดูดใช้ K ไปเพื่อการเจริญเติบโตหรืออาจถูกชะล้างลงไปยังดินชั้นล่าง เนื่องจากดินที่ใช้ศึกษาเป็นดินเนื้อทรายทำให้การดูดยึด K ไออน (K^+) ที่ผิวของคอลลอยด์ดินต่ำจึงอาจส่งผลให้เกิดการชะล้าง K^+ ลงสู่ดินชั้นล่าง (ปัทมา, 2547)

Table 2 Soil properties after harvesting sweet corn

Treatment	Soil pH (soil:H ₂ O; 1:2.5)	EC (soil:H ₂ O; 1:2.5)	OM (%)	Total N (%)	Available P (%)	Exchangeable K (%)
Control	6.22	0.04c	0.1	0.004c	0.07c	0.001bcd
FP	6.35	0.12b	0.2	0.011b	0.10b	0.002bc
FS	6.46	0.11b	0.2	0.009b	0.12b	0.001cd
FP+S. saman residues 500 kg/rai	6.33	0.15ab	0.2	0.011b	0.11b	0.001d
FP+S. saman residues 1000 kg/rai	6.27	0.14ab	0.3	0.016a	0.14a	0.002a
FS+S. saman residues 500 kg/rai	6.36	0.15ab	0.2	0.013ab	0.17ab	0.002b
FP+S. saman residues 1000 kg/rai	6.41	0.19a	0.3	0.016a	0.22a	0.003a
F-test	ns	**	ns	**	**	**
C.V. (%)	1.99	26.21	4.67	20.39	20.39	19.28

FP; chemical fertilizer recommendation based on the Department of Agricultural Extension's practice

FS; chemical fertilizer recommendation based on soil testing

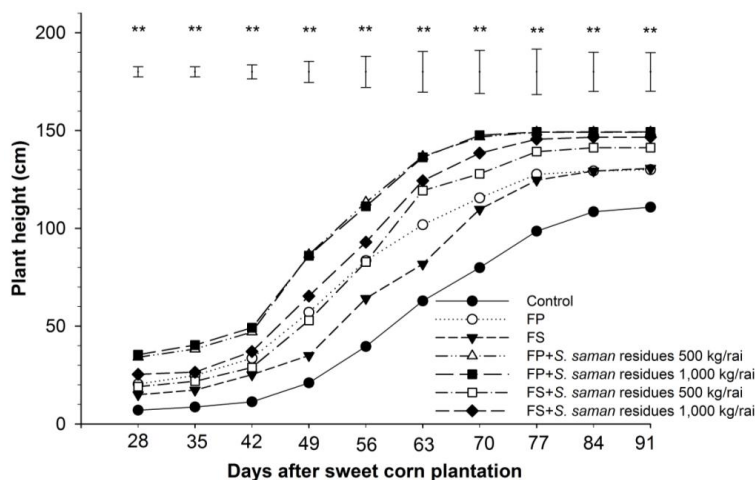
Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.05$ (*))

ns; not significantly different ($p \geq 0.05$)

3. องค์ประกอบด้านการเจริญเติบโตของข้าวโพด

การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพด พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยให้ความสูงมากกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย และความสูงของข้าวโพดเพิ่มขึ้นจากวันที่ 28-70 วันหลังปลูก จากนั้นความสูงเริ่มคงที่จากวันที่ 70-91 ในในช่วงวันที่ 28-70 วัน ตำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+ซากจามจุรี 1,000 กก./ไร่ และปุ๋ยตามคำแนะนำ+ซากจามจุรี 500 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ความสูงมากกว่าตำรับอื่นๆ ส่วน

ความสูงของข้าวโพดในวันที่ 63-91 วันหลังปลูก ตำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+ซากจามจุรี 1,000 กก./ไร่ ปุ๋ยตามคำแนะนำ+ซากจามจุรี 500 กก./ไร่ ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ซากจามจุรี 1,000 กก./ไร่ และปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ซากจามจุรี 500 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ความสูงมากกว่าตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (Figure 1)

**Figure 1** Sweet corn height as influenced by fertilizer management

FP; chemical fertilizer recommendation based on the Department of Agricultural Extension's practice

FS; chemical fertilizer recommendation based on soil testing

Vertical bars represent standard error of the difference (SED)

** represents significantly different by LSD ($p \leq 0.01$)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดโดยวัดจากผลผลิต น้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดิน พบว่า ดำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ซากจามจุรี 1,000 กก./ไร่ ปุ๋ยตามคำแนะนำ+ซากจามจุรี 500 กก./ไร่ และปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ซาก

จามจุรี 500 กก./ไร่ ให้ค่าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ปุ๋ยตามคำแนะนำ และไม่ใส่ปุ๋ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) และดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินสูงกว่าดำรับไม่ใส่ปุ๋ยถึง 25.2-122% (Table 3)

Table 3 Above ground dry matter yield of sweet corn as influenced by fertilizer management

Treatment	Above ground dry matter yield (kg/rai)
Control	254d (-)
FP	318cd (25.2%)
FS	417bc (64.2%)
FP+ <i>S. saman</i> residues 500 kg/rai	472ab (85.8%)
FP+ <i>S. saman</i> residues 1,000 kg/rai	564a (122.0%)
FS+ <i>S. saman</i> residues 500 kg/rai	470ab (85.0%)
FP+ <i>S. saman</i> residues 1,000 kg/rai	500ab (96.9%)
F-test	**
C.V. (%)	16.99

FP; chemical fertilizer recommendation based on the Department of Agricultural Extension's practice

FS; chemical fertilizer recommendation based on soil testing

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($p \leq 0.01$, **)

4. องค์ประกอบด้านผลผลิตของข้าวโพด

ความยาวของฝักและจำนวนฝักของข้าวโพด พบว่า ดำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ และปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ ให้ความยาวของฝักข้าวโพดเท่ากับ 22.25 ซม. และ 21.11 ซม. ตามลำดับ ซึ่งมีความยาวมากกว่าดำรับอื่นๆ และความยาวของฝักข้าวโพดในดำรับที่ใส่ปุ๋ยให้ความยาวมากกว่าดำรับไม่ใส่ปุ๋ยถึง 5.3-26.4% ส่วนจำนวนฝัก/ต้น และจำนวนฝักทั้งหมดของข้าวโพดในดำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ ปุ๋ยตามคำแนะนำ+จามจุรี 500 กก./ไร่ และปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ ให้ค่าไม่แตกต่าง

กัน แต่ให้จำนวนฝักสูงกว่าดำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) แต่การใส่ปุ๋ยทำให้จำนวนฝักสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยถึง 13.4-50.0% (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับสมฤทธิ์ และคณะ (2553) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ให้จำนวนฝัก/ไร่สูงสุดคือ 8,533 ฝัก/ไร่ สูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย แต่ไม่มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และวรรณลดา และคณะ (2540) ได้ศึกษาการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่า การไถกลบปุ๋ยพืชสด (อัตราของเมล็ดดินสอพองที่ใช้น้ำ 5 กก./ไร่) ให้ความยาวของฝักข้าวโพด (15.8 ซม.) ซึ่งมากกว่าใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่

Table 4 Length and number of sweet corn ears as influenced by fertilizer management

Treatment	Unhusked ear (cm)	Ear number (ear/plant)	Total ear number (ear/rai)
Control	17.2d (-)	1.0c	7,620d (-)
FP	19.7bc (12.1%)	1.2abc	8,990bcd (18.0%)
FS	18.5cd (5.3%)	1.1bc	8,640cd (13.4%)
FP+S. saman residues 500 kg/rai	20.7b (17.4%)	1.4ab	10,410ab (36.6%)
FP+S. saman residues 1,000 kg/rai	22.3a (26.4%)	1.5a	11,430a (50.0%)
FS+S. saman residues 500 kg/rai	19.9b (13.5%)	1.2abc	9,220bcd (21.0%)
FP+S. saman residues 1,000 kg/rai	21.1ab (19.9%)	1.3ab	10,160abc (33.3%)
F-test	**	**	**
C.V. (%)	3.95	10.49	10.49

FP; chemical fertilizer recommendation based on the Department of Agricultural Extension's practice

FS; chemical fertilizer recommendation based on soil testing

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($p \leq 0.01$, **)

ผลผลิตทางด้านน้ำหนักฝักของข้าวโพด พบว่าใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักและผลผลิตฝักสดก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือกของข้าวโพดสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากตำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+จามจุรี 500 กก./ไร่ ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+จามจุรี 500 กก./ไร่ และปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน แต่ให้น้ำหนักและผลผลิตสูงกว่าใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ และไม่ใส่ปุ๋ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (Table 5) ซึ่งสอดคล้องกับ ประชา และคณะ (2540) ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในข้าวโพดหวาน พบว่า การไถกลบปุ๋ยพืชสดร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตของข้าวโพดสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งปอเทืองเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีปริมาณ N ค่อนข้างสูง เมื่อปอเทืองย่อยสลายจึงให้ N ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของข้าวโพด นอกจากนี้ สมฤทธิ์ และคณะ (2553) พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 20-10-10 ของ $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ให้ผลผลิต

ของข้าวโพด 1,156.80 กก./ไร่ ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-10-10 ของ $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ร่วมกับมูลไก่ อัตรา 1,000 กก./ไร่, ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-7.5-7.5 ของ $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ร่วมกับมูลไก่ อัตรา 1,000 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 ของ $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ร่วมกับมูลไก่ อัตรา 1,000 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 1,197.70, 1,193.50 และ 1,139.50 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ให้ผลผลิตสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย และจากการศึกษานี้พบว่า ผลผลิตฝักข้าวโพดในตำรับใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Xu et al. (2014) ได้ศึกษาการปลูกข้าวโพดในมณฑลเหอหนานในประเทศจีน พบว่า การใส่ปุ๋ยตามผู้เชี่ยวชาญแนะนำในการผลิตข้าวโพดให้ผลผลิตของข้าวโพดสูงที่สุด คือ 2,000 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (1,912 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยตามแบบของเกษตรกร (1,872 กก./ไร่)

Table 5 Weight and yield of sweet corn ears as influenced by fertilizer management

Treatment	Unhusked ear weight (g/ear)	Unhusked ear yield (kg/rai)	Husked ear weight (g/ear)	Husked ear yield (kg/rai)
Control	118.17b (-)	900c (-)	59.18c (-)	451c (-)
FP	207.31ab (75.4%)	1,580b (75.6%)	135.33bc (128.7%)	1,031b (128.6%)
FS	233.13a (97.3%)	1,776ab (97.3%)	177.73ab (200.3%)	1,354ab (200.2%)
FP+ <i>S. saman</i> residues 500 kg/rai	262.67a (122.3%)	2,001ab (122.3%)	210.67ab (256.0%)	1,605a (255.9%)
FP+ <i>S. saman</i> residues 1,000 kg/rai	294.00a (148.8%)	2,240a (148.9%)	223.83a (278.2%)	1,705a (278.0%)
FS+ <i>S. saman</i> residues 500 kg/rai	245.67a (107.9%)	1,872ab (108.0%)	211.57ab (257.5%)	1,612a (257.4%)
FP+ <i>S. saman</i> residues 1,000 kg/rai	250.82a (112.3%)	1,911ab (112.3%)	212.53ab (259.1%)	1,619a (259.0%)
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	15.81	15.82	19.47	19.47

FP; chemical fertilizer recommendation based on the Department of Agricultural Extension's practice

FS; chemical fertilizer recommendation based on soil testing

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($p \leq 0.01$, **)

5. ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยในการผลิตข้าวโพดหวาน

ดำรับใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยสูงกว่าทุกดำรับ (Table 6) ซึ่งสอดคล้องกับ ทศนีย์ (2554) ได้ทำการศึกษาในการปลูกข้าวโพดพบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ยเคมีมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำได้ถึง

900 บาท/ไร่ และ Xu et al. (2014) ศึกษาการจัดการปุ๋ยในข้าวโพดในมณฑลเหอหนานในประเทศจีนพบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนเท่ากับ 18,288 บาท/ไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแนะนำในการผลิตข้าวโพด (16,881 บาท/ไร่) และใส่ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกร (16,037 บาท/ไร่)

Table 6 Economic return over fertilizer cost under fertilizer management in sweet corn production

Treatment	Fertilizer value (THB/rai)	Unhusked ear yield (kg/rai)	Yield value (THB/rai) ^{5/}	Economic return over fertilizer cost (THB/rai) ^{6/}
Control	-	900	7,416	7,416 (-)
FP ^{1/}	1,504	1,580	13,019	11,515 (55.3%)
FS ^{2/}	982	1,776	14,634	13,652 (84.1%)
FP ^{1/} + <i>S. saman</i> residues 500 kg/rai ^{3/}	4,004	2,001	16,488	12,484 (68.3%)
FP ^{1/} + <i>S. saman</i> residues 1,000 kg/rai ^{4/}	6,504	2,240	18,458	11,954 (61.2%)
FS ^{2/} + <i>S. saman</i> residues 500 kg/rai ^{3/}	3,482	1,872	15,425	11,943 (61.0%)
FP ^{2/} + <i>S. saman</i> residues 1,000 kg/rai ^{4/}	5,982	1,911	15,747	9,765 (31.7%)

FP; chemical fertilizer recommendation based on the Department of Agricultural Extension's practice

FS; chemical fertilizer recommendation based on soil testing

^{1/}Chemical fertilizer 46-0-0 = 641 THB/ 50 kg, 15-15-15 = 862.25 THB/ 50 kg (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)^{2/}Chemical fertilizer 46-0-0 = 500 THB/ 39 kg, 18-46-0 = 185.32 THB/ 9 kg, 0-0-60 = 296.33 THB/ 17 kg (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)^{3/}*S. saman* residues = 2,500 THB/ 500 kg (น่านการันต์, 2559)^{4/}*S. saman* residues = 5,000 THB/ 1,000 kg (น่านการันต์, 2559)^{5/}Ear fresh weight yield price of sweet corn = 8.24 THB/kg (ตลาดสี่มุมเมือง, 2559)^{6/}Economic return over fertilizer cost excluded labor and other costs

สรุป

ดำรับใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ+จามจุรี 1,000 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตฝักข้าวโพดก่อนและหลังปลูกเปลือก (2,240 และ 1,705 กก./ไร่ ตามลำดับ) สูงกว่าทุกดำรับ แต่เมื่อพิจารณาที่ต้นทุนการผลิตดำรับใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนหลังหักค่าปุ๋ยสูงที่สุด (13,652 บาท/ไร่) จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตข้าวโพดหวาน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และเป็นความร่วมมือทางวิชาการกับกลุ่มวิจัยการจัดการอินทรีย์วัตถุของดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. เอกสารวิชาการเล่มที่ 4. หน้า 15-22.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. ข้าวโพดหวาน. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/OSmxez>. ค้นเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2558.
- ตลาดสี่มุมเมือง. 2559. ราคาสินค้า ข้าวโพดหวานไฮบริดเบอร์ 1. แหล่งข้อมูล: <http://bit.ly/2dMbJ2T>. ค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559.
- ทะนุพงศ์ ภูสุมา ณ อยุธยา. 2557. ดินและปุ๋ย. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/HBHtkx>. ค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2558.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์. 2554. เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดเพื่อลดต้นทุน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. 2559. ปุ๋ยสั่งตัด. แหล่งข้อมูล: <http://www.ssnm.info>. ค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2559.
- นานาการ์เดนส์. 2559. ราคาจามจุรี. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/uFnVFV>. ค้นเมื่อ 28 เมษายน 2559.
- บรรณพิชัญ สัมฤทธิ์, รัฐกร สืบคำ, ชัยชนพร เกื้อหนู, สมควร คล่องช้าง, ณัฐพร ประคองเก็บ และนันทนา โพธิ์สุข. 2558. ศึกษาการให้น้ำและปุ๋ยอย่างเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดหวานในดินเหนียวชุดดินทับทวน. การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 4 ณ โรงแรมหรรษาเจ็พหาดใหญ่ สงขลา, สงขลา.
- ปัทมาวิทยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 423 หน้า.
- ปริญญาวัติ ศรีตันทิพย์, ยุทธนา เขาสุเมร และณภา ชื่นสุภา. 2550. อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยคอกที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพข้าวโพดหวาน. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/XxcScy>. ค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2558.
- ประชา นาคะประเวศ, เสี่ยงแจ้ว พริยพยนต์ และธัชมน ภัสราเยี่ยงยงค์. 2540. ผลการใส่ปุ๋ยพืชสดบางชนิดๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อข้าวโพดหวานพิเศษในชุดดินวาริน. แหล่งที่มา: <http://goo.gl/zvRbXM>. ค้นเมื่อ 9 กันยายน 2558.
- พัชรธีร์จินดาจกร. 2549. หลักและวิธีการวิเคราะห์ดินทางเคมี. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 141 หน้า.
- ราเชนทร์ ธีรพร. 2539. ข้าวโพด: การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 274 หน้า.
- วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พัทยากร ลิ้มทอง, เสี่ยงแจ้ว พริยพยนต์, ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์, ประชานาคะประเวศ และชูศรี สุขวิวัฒน์. 2540. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการปรับปรุงบำรุงดินชุดมาบบอนและการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวาน. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/MPOAbo>. ค้นเมื่อ 9 กันยายน 2558.
- ศิราณี วงศ์กระจำจ. 2557. ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดในชุดดินบ้านทอน. วารสารแก่นเกษตร. 42(ฉบับพิเศษ): 259-262.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2554-2558. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/W3ePJB>. ค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2559.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สินค้าข้าวโพดหวาน. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/Z1soH1>. ค้นเมื่อ 11 กันยายน 2558.
- สมฤทัย ต้นเจริญ, สันติ ธีวภรณ์, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, ชลวุฒิละเอียด, สาริต อารีรักษ์, สมควร คล่องช้าง, ศิริขวัญ ภูนา และอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. 2553. ผลของการใส่ปุ๋ยชีวภาพผลตกค้างของวัสดุอินทรีย์และเคมีต่อผลผลิตข้าวโพด. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.
- Kunlanit, B., P. Vityakon, A. Puttaso, G. Cadisch, and F. Rasche. 2014. Mechanisms controlling soil organic carbon composition pertaining to microbial decomposition of biochemically contrasting organic residues: Evidence from midDRIFTS peak area analysis. Soil Biol. Biochem. 76: 100-108.
- Xu, X., P. He, S. Qiu, M. F. Pampolino, S. Zhao, A. M. Johnston, and W. Zhou. 2014. Fertilizer recommendation for maize in China based on yield response and agronomic efficiency. Field Crop Res. 157: 27-34.