

ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนเหนียว
Effect of Potash Fertilizer on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.)
in Clay Loam Soil

สายน้ำ อุดพัย^{1/} ชัยชนพร เกื้อหนุน^{1/} นุชนาฏ ตันวรรณ^{1/} ณิชกานต์ เลื่อนพรม^{1/}
Sainam Uduay^{1/} Chattanaporn Kueanoon^{1/} Nuchanart Tanwan^{1/} Nichakarn Thuenprom^{1/}

Received 19 Jun. 2021/Revised 21 Jul. 2021/Accepted 25 Jul. 2022

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the effect of potash fertilizer rates on growth and yield of two maize varieties in clay loam soils. The field experiment was conducted for two consecutive years (2017 to 2018) under rain-fed condition at farmer's field in Phetchabun Province. The objective of this study was to evaluate the growth and yield responses of two hybrid maize varieties to different potash fertilizer rates in clay loam soils. A factorial experiment with four replications consisting of two hybrid maize varieties, namely Nakhon Sawan 3 (NS 3) and Pacific 339 (PAC 339), and six levels of potash fertilizers (0, 5, 10, 15, 20 and 25 kg K₂O/rai) was conducted. In all treatments, nitrogen and phosphate fertilizers were applied in accordance with soil analysis results at the rates of 15 kg N/rai and 5 kg P₂O₅/rai, respectively. Results showed that the interaction effect of variety and potash fertilizer was not significant on growth, yield and yield components of maize. However, the application of six levels of potash fertilizers resulted in statistically difference on shelling percentage and grain yield. Fresh weight, shelling percentage, grain yield and harvest index of Pacific 339 were higher than those of Nakhon Sawan 3, while the potassium fertilizer rate of 5 kg K₂O/rai were optimum for both maize cultivars and the economic return. Therefore, growing of Pacific 339 hybrid maize and fertilizing at the recommendation rate of 15-5-5 kg N-P₂O₅-K₂O/rai was a suitable practice for maize production in clay loam soils at Phetchabun Province.

Keywords: maize, potash fertilizer, clay loam soil

^{1/} กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา ภาควิชาการเกษตร 50 ถ. พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Soil Science Research Group, Department of Agriculture, 50 Phaholyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900.

*Corresponding author: sainam.uduay@gmail.com

บทคัดย่อ

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่ข้าวโพดต้องการในปริมาณมากและมีความสำคัญต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สองพันธุ์ในพื้นที่ดินร่วนเหนียว ดำเนินการทดลองที่ไร่นาเกษตรกรในพื้นที่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ในฤดูฝนปี พ.ศ. 2560-2561 วางแผนการทดลองแบบ factorials in RCB มี 12 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์นครสวรรค์ 3 (NS 3) และ 2) พันธุ์แปซิฟิก 339 (PAC 339) ปัจจัยที่ 2 คือ ระดับของปุ๋ยโพแทสเซียม 6 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 กก. K_2O /ไร่ โดยทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสเฟตตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 15 กก. N /ไร่ และ 5 กก. P_2O_5 /ไร่ ตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่า พันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต แต่ปุ๋ยโพแทสเซียมทั้ง 6 ระดับทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดและผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด ผลผลิตและดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์แปซิฟิก 339 สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมของข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ และผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ ดังนั้น การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์แปซิฟิก 339 และใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในอัตรา 15-5-5 กก. N-P $_2$ O $_5$ -K $_2$ O/ไร่ เป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนเหนียว จ. เพชรบูรณ์

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ปุ๋ยโพแทสเซียม, ดินร่วนเหนียว

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญต่อวงการอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ มีพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศ 7 ล้านไร่ ให้ผลผลิต รวม 4.5 ล้านตัน เฉลี่ยต่อไร่ 684 กก./ไร่ พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ (4.7 ล้านไร่) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จ.เพชรบูรณ์ มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุดในประเทศถึง 838,724 ไร่ ผลผลิตรวม 579,333 ตัน ผลผลิต/ไร่ 731 กก. (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) การจัดการดินและปุ๋ยและการเลือกใช้สายพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ จากการสำรวจดินปลูกข้าวโพดใน จ.เพชรบูรณ์ พบว่า เป็นดินร่วนเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552) จากการใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนความจำเป็นหรือน้อยเกินไป ตลอดจนการเพาะปลูกพืชอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดินและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินบางตัวลดต่ำลง นอกจากนี้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบันไม่เฉพาะเจาะจงกับสายพันธุ์และสภาพพื้นที่ปลูกที่มีชนิดของดินที่แตกต่างกัน จึงให้ธาตุอาหารที่ไม่สอดคล้องกับระดับธาตุอาหารที่พืชต้องการ การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 ตัน มีความต้องการธาตุอาหาร 18-4-17 กก. N-P-K/ไร่ เทียบเท่าปุ๋ยเคมี 18-9-20 กก. N-P $_2$ O $_5$ -K $_2$ O/ไร่ (สมฤทัยและคณะ, 2561) ซึ่งปุ๋ยโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ช่วยในการขนย้ายแป้งและโปรตีนไปยังแหล่งเก็บข้าวโพดจะเริ่มดูดใช้โพแทสเซียมในปริมาณมากตั้งแต่เริ่มงอกจนถึงช่วง 3-6 สัปดาห์ แล้วเริ่มลดลง ช่วงออกไหมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะสะสมโพแทสเซียมถึง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่ดูดใช้ทั้งหมด และหยุดดูดใช้หลังออกไหม 10-15 วัน (Amon, 2518) การได้รับโพแทสเซียมอย่างพอเพียงมีผลกับความแข็งแรงของผนังเซลล์ ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานโรค และความ

สามารถของพืชที่รักษาความแข็งแรงของลำต้น ทำให้สามารถยืนต้นได้จนถึงอายุเก็บเกี่ยว (วีรวัฒน์, 2558; Wen-juan *et al.*, 2010) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนปนดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทา เข้ม ชุดดินวังสะพุง มีการดุดใช้โพแทสเซียม 14.6 กก./ไร่ (กอบเกียรติ และคณะ, 2551) การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มศักยภาพของดินในการผลิตและผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของพืชเป็นเรื่องที่จำเป็น จึงศึกษาการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ดินร่วนเหนียว เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่เหมาะสมในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพที่มีความเฉพาะเจาะจงกับสภาพพื้นที่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ไร่นาเกษตร ต.ปากช่อง อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2561 พิกัด 47Q 742216^E 1847611^N เป็นพื้นที่ตัวแทนดินร่วนเหนียว กลุ่มดินที่ 15 ชุดดินหล่มสัก (Fine-silty, mixed, superactive, nonacid, isohyperthermic Fluvaquentic Endoaquepts) ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 ซม. นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์คุณสมบัติทั้งทางเคมีและกายภาพ และอินทรีย์วัตถุ หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองจะทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกด้วย

การศึกษาระดับปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด

วางแผนการทดลองแบบ factorials in RCB มี 12 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ พันธุ์นครสวรรค์ 3 (NS 3) และพันธุ์แปซิฟิก 339 (PAC 339) ปัจจัยที่ 2 คือ ระดับของปุ๋ยโพแทสเซียม 6 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 กก. K₂O/ไร่ หรือที่ระดับ 0 0.5 1.0 1.5

2.0 และ 2.5 เท่าของ K ตามค่าวิเคราะห์ดิน ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสเฟตตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 15 กก. N/ไร่ และ 5 กก. P₂O₅/ไร่ ใช้ขนาดแปลงย่อย 4.5x5.0 ม. ระยะปลูก 0.75x0.20 ม. ปีที่ 1 ปลูกข้าวโพดวันที่ 20 พ.ค. 2560 ปีที่ 2 ปลูกข้าวโพดวันที่ 15 พ.ค. 2561 จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราปุ๋ยจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของ กรมวิชาการเกษตร (2553) แบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง คือ ใส่ครั้งแรกพร้อมปลูก รองกันหลุมด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราพร้อมกับปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมอัตราครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือครึ่งอัตราเมื่อข้าวโพดอายุได้ 30 วัน โรยสองข้างของแถวปลูกแล้วพรวนดินกลบพร้อมพูนโคน ใช้ปุ๋ยยูเรีย (46% N) ทริปปิเลชเชอร์ฟอสเฟต (46% P₂O₅) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K₂O) เป็นแม่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทสเซียมตามลำดับ กำจัดวัชพืชและหมั่นตรวจดูศัตรูข้าวโพดและโรคต่าง ๆ เก็บเกี่ยวผลผลิตในปีแรก วันที่ 13 ก.ย. พ.ศ. 2560 ปีที่ 2 วันที่ 12 ก.ย. พ.ศ. 2561 ที่อายุประมาณ 110 - 120 วันหลังปลูก ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 4x3 ม. บันทึกข้อมูลความสูงของต้นที่อายุ 60 วันหลังปลูก น้ำหนักต้นสด น้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักฝักสด ผลผลิตที่ความชื้น 15% สุ่มกะเทาะเมล็ดจากฝัก 10 ฝัก แล้ววัดความชื้นของเมล็ดด้วยเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าวโพด คำนวณเปอร์เซ็นต์กะเทาะ คำนวณประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม (agronomic K use efficiency; AKUE) (Fageria *et al.*, 2010) และคำนวณดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index, HI) (Michigan State University Extension, 2013) ดังนี้

เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (% Shelling)

$$= 100 \times \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักฝัก}}$$

Agronomic K Use Efficiency (AKUE) (kg/kg K₂O)

$$= \frac{\text{ผลผลิต (ใส่ปุ๋ย)} - \text{ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ย)}}{\text{ปริมาณปุ๋ยที่ใส่}}$$

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI)

$$= \frac{\text{น้ำหนักผลผลิตเมล็ด}}{\text{น้ำหนักทั้งหมด}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT for dos version 3/93 ตามแผนการทดลองแบบ factorial in RCB และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ขึ้นไป และวิเคราะห์ความคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยวิธี value to cost ratio (VCR) คือ อัตราส่วนระหว่างรายได้จากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (gross return) จากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย ค่าวิกฤติของ VCR อยู่ที่ 2.0 ซึ่งหมายความว่า ถ้าค่า VCR มีค่ามากกว่า 2.0 แสดงว่าการใช้ปุ๋ยให้ผลตอบแทนคุ้มค่าและจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่ามากยิ่งขึ้นตามค่า VCR ที่สูงขึ้น พร้อมกับการพิจารณาถึงผลตอบแทนสุทธิ (net return)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียว มีความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกลาง (pH 6.6) ค่าการนำไฟฟ้า (EC 1:5) 0.05 เดซิซีเมน/เมตร (Table 1) อยู่ในระดับไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง 1.62% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง 17 มก./กก. ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง 479 มก./กก. ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงมาก 3,612 มก./กก. ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ 51 มก./กก. (กรมวิชาการเกษตร, 2553) อย่างไรก็ตาม ปริมาณโพแทสเซียมที่เหมาะสมในดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หรือ ระดับ K critical มีค่า 45 มก./กก. (Yost and Attanandana, 2006) ตามผลการวิเคราะห์ดิน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ควรใส่ปุ๋ย 15-5-10 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่

Table 1 Chemical and physical properties of initial soil before planting maize

pH	EC (1:5) (dS/m)	OM (%) (Walkley and Black)	Avail. P (mg/kg) (Bray II)	Extr. K (mg/kg) (NH ₄ OAc pH7)	Extr. Ca (mg/kg) (NH ₄ OAc pH7)	Extr. Mg (mg/kg) (NH ₄ OAc pH7)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture (Hydrometer method)
6.6	0.05	1.6	17	51	3,612	479	22.8	41.5	35.7	Clay Loam

การเจริญเติบโตของข้าวโพด

ความสูง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก การใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ ให้ความสูงต้นข้าวโพดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อยู่ในช่วง 102-105 ซม.) และไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับระดับปุ๋ยโพแทช แต่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339 มีแนวโน้มความสูง (109 ซม.) มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (98 ซม.) ที่อายุ 60 วันหลังปลูก ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูง (217 ซม.) มากกว่าข้าวโพดพันธุ์แปซิฟิก 339 (186 ซม.) แต่การจัดการปุ๋ยโพแทชไม่ทำให้ความสูง

ต้นข้าวโพดแตกต่างกันและไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction) ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับระดับปุ๋ยโพแทช และเป็นทิศทางเดียวกันกับระยะเก็บเกี่ยวด้วย (Table 2) ข้าวโพดพันธุ์แปซิฟิก 339 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่าข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 ในระยะแรกแต่หลังจากนั้น ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่า อาจเนื่องมาจากพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความทนแล้งและต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง (ศุภชัยวิชัย พิษไธรรสารวรรค์, 2560) สอดคล้องกับ ประภัสสร และชูชาติ (2561) ที่รายงานว่าการใส่ปุ๋ยโพแทช

อัตรา 7.5-30 กก. K_2O /ไร่ ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด แต่ให้ความสูงในช่วงแรกของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบแตกต่างกันระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักต้นสด ทั้งสองฤดูปลูก พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งสองพันธุ์มีน้ำหนักฝักสดและน้ำหนักต้นสดแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) โดยพันธุ์แปซิฟิก 339 ให้น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 2,170 และ 2,328 กก./ไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ให้น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 1,858 และ 2,037 กก./ไร่ ตามลำดับ การจัดการปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ ไม่ทำให้น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักต้นสดแตกต่างกันในข้าวโพดทั้งสองพันธุ์

น้ำหนักแห้งต่อช่อ การใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งต่อช่อเฉลี่ยแตกต่างกันและไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับระดับปุ๋ยโพแทช น้ำหนักแห้งต่อช่อเฉลี่ยทั้งสองฤดูปลูก พันธุ์

แปซิฟิก 339 มีแนวโน้มสูง (1,639.0 กก./ไร่) กว่าข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,299.4 กก./ไร่) (Table 2) แสดงให้เห็นว่า การจัดการปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลให้ความสูง น้ำหนักฝักสด น้ำหนักต้นสด และน้ำหนักแห้งต่อช่อของข้าวโพดทั้งสองสายพันธุ์แตกต่างจากกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช แม้ว่าดินที่ปลูกนั้นมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำ อาจเนื่องมาจากดินมีปริมาณแมกนีเซียมและแคลเซียมสูงมาก (Table 2) ทำให้การดูดใช้โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงเนื่องจากเป็นปฏิปักษ์ซึ่งกันและกัน (Kovačević and Vukadinović, 1992) หรือโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ละลายได้ง่าย เกิดการชะละลายลงสู่ชั้นดินลึก ทำให้พืชไม่สามารถดูดใช้ประโยชน์ได้ (Mendes *et al.*, 2016) ในอีกทางหนึ่งอาจเป็นไปได้ว่า การปลูกข้าวโพดในดินร่วนเหนียวทำให้โพแทสเซียมถูกดูดยึดไว้จึงละลายเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำลง (Kubo *et al.*, 2018)

Table 2 Plant height, ear fresh weight, stalk fresh weight and stalk dry weight of maize production under potash fertilizer rates in clay loam soil during 2017-2018

Factors	Plant Height (cm)			Ear fresh wt. (kg/rai)	Stalk fresh wt. (kg/rai)	Stalk dry wt. (kg/rai)
	30 DAP ^{2/}	60 DAP ^{2/}	Harvesting			
Varieties (V)						
Nakhon Sawan 3	98 b	217 a	222 a	1,858 b	2,037 b	1,299.4
Pacific 339	109 a	186 b	188 b	2,170 a	2,328 a	1,639.0
F-test (V)	**	**	**	**	**	<1
Potash fertilizer ^{1/} (F)						
0 kg K ₂ O/rai	102	200	204	2,017	2,153	1,429.5
5 kg K ₂ O/rai	105	202	209	1,929	2,185	1,535.0
10 kg K ₂ O/rai	103	201	205	2,039	2,156	1,519.7
15 kg K ₂ O/rai	102	202	204	2,037	2,137	1,454.8
20 kg K ₂ O/rai	103	198	200	2,000	2,227	1,412.5
25 kg K ₂ O/rai	104	204	209	2,071	2,236	1,463.6
F-test (F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test (V x F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.3	3.0	4.3	14.0	12.7	10.1

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ns = not significant, * = significant at $p < 0.05$, ** = significant at $p < 0.01$

^{1/}Nitrogen and phosphate fertilizer were applied at 15 kg N/rai and 5 kg P_2O_5 /rai, respectively

^{2/}Day after planting

การให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดข้าวโพด พันธุ์แปซิฟิก 339 ให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะ 86.4% สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเพียง 81.1% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) การใส่ปุ๋ยโพแทชให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะให้ค่าสูงสุด เฉลี่ย 84.8% เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทช อัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ แต่ไม่ต่างกับการใส่ปุ๋ยโพแทช อัตรา 15, 20 และ 25 กก. K_2O /ไร่ ซึ่งค่าเฉลี่ย 84.2 83.8 และ 83.8% ตามลำดับ

ผลผลิต พันธุ์แปซิฟิก 339 ให้ผลผลิตที่ความชื้น 15% เฉลี่ย 1,639 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,299 กก./ไร่ (Table 3) การใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราต่างๆ มีผลต่อผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ปุ๋ยโพแทชอย่างเด่นชัด ที่อัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด 1,535 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตราที่เพิ่มมากขึ้นมีแนวโน้มให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราต่ำ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,413-1,520 กก./ไร่

แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยโพแทชทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะในข้าวโพดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย และเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลผลิตเมล็ด เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่ช่วยในการสร้างเมล็ด (สันติ และดิสรพันธ์, 2549) การใส่ปุ๋ยโพแทช อัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ เพียงพอต่อความต้องการของข้าวโพด การใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมในดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ในระดับค่า K critical ที่เหมาะสมของดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย คือ 45 มก./กก. (Yost and Attanandana, 2006) และของดินเขตร้อนอยู่ในช่วง 0.11-0.45 ซีโมล/กก. (หรือ 42.9-175.5 มก./กก.) (Munson, 1982) โดยทั่วไป

ปริมาณความต้องการธาตุอาหารโพแทสเซียมเพื่อให้ได้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 ตัน/ไร่ คิดเป็น 20 กก. K_2O /ไร่ ขณะที่โพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินมีปริมาณ 51 มก./กก. เทียบเท่าเนื้อปุ๋ยโพแทช 19.09 กก. K_2O /ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับความต้องการธาตุอาหารโพแทสเซียมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นข้าวโพดจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ ศุภกาญจน์และคณะ (2558) ที่ศึกษาในข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 ชุดดินวังสะพุง ตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชค่อนข้างต่ำให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตรา 3 กก. K_2O /ไร่ ด้านความแตกต่างระหว่างพันธุ์สอดคล้องกับภฤชติยาและคณะ (2560) รายงานว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339 ให้ผลผลิตเฉลี่ย (925 กก./ไร่) สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (849 กก./ไร่)

ดัชนีการเก็บเกี่ยว พันธุ์ให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์แปซิฟิก 339 มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์แปซิฟิก 339 ให้น้ำหนักผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 แล้วยังให้น้ำหนักต้นสดและน้ำหนักฝักสดสูงกว่าอีกด้วย จึงทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339 มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่า การใส่ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นในอัตราต่างๆ ไม่ได้ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นต่างกันอย่างชัดเจน จึงส่งผลให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 0.34–0.36 (Table 4) แต่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ และให้ผลผลิตสูงอย่างชัดเจนในข้าวโพดพันธุ์แปซิฟิก 339

พืชดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมแบบ diffusion ดังนั้น ปริมาณความชื้นในดินจึงมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร (Oliveira et al., 2010) ฤดูปลูกที่ 1 มีปริมาณน้ำฝนสะสมตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว 599 มม. ซึ่งเพียงพอ ขณะที่ฤดูปลูกที่ 2 มีปริมาณน้ำฝนสะสม 464.8 มม. โดยในช่วงเดือน

แรกของการปลูกมีปริมาณน้ำฝนสะสม 76.2 มม. ต่ำกว่าฤดูปลูกที่ 1 ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสะสม 126.1 มม. จึงส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ในฤดูปลูกที่ 2 ต่ำกว่าฤดูปลูกที่ 1 ซึ่งปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้องการใช้ใน 1 ฤดูปลูก อยู่ในช่วง 500-800 มม. (FAO, 2021) ขณะที่ ศุภกาญจน์ (2559) รายงานว่า ข้าวโพด

เลี้ยงสัตว์มีความต้องการน้ำ 749 มม./ฤดูปลูก ซึ่ง Chuanyan and Zhongren (2007) รายงานปริมาณการระเหยน้ำแยกตามระยะของข้าวโพด คือ มีความต้องการในช่วงพัฒนาทางลำต้น 3.67 มม./วัน และสูงสุดในระยะกลางฤดูปลูก (mid-season stage) 5.39 มม./วัน และระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต (the last crop growth stage) จะลดต่ำลง (3.33 มม./วัน)

Table 3 Shelling, grain yield and harvest index of maize production under potash fertilizer rates in clay loam soil during 2017 - 2018

Factors	Shelling (%)	Grain Yield ^{1/} (kg/rai)	Harvest index
Varieties (V)			
Nakhon Sawan 3	81.1 b	1,299 b	0.34 b
Pacific 339	86.4 a	1,639 a	0.36 a
F-test (V)	**	**	*
Potash fertilizer ^{2/} (F)			
0 kg K ₂ O/rai	82.6 c	1,430 c	0.35
5 kg K ₂ O/rai	84.8 a	1,535 a	0.36
10 kg K ₂ O/rai	83.2 bc	1,520 ab	0.35
15 kg K ₂ O/rai	84.2 ab	1,455 bc	0.35
20 kg K ₂ O/rai	83.8 abc	1,413 c	0.34
25 kg K ₂ O/rai	83.8 abc	1,464 abc	0.35
F-test (F)	*	**	ns
F-test (V x F)	ns	ns	ns
CV (%)	1.7	5.8	7.5

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ns = not significant, * = significant at p<0.05, ** = significant at p<0.01

^{1/}Grain yield at 15% moisture content

^{2/}Nitrogen and phosphate fertilizer were applied at 15 kg N/rai and 5 kg P₂O₅/rai, respectively

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทชต่อการสร้างผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ มีประสิทธิภาพการใช้โพแทชเชื่อมโยงในการสร้างผลผลิตสูงสุด เมื่อใช้ปุ๋ยโพแทช อัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ โดยพันธุ์แปซิฟิก 339 มีประสิทธิภาพการใช้โพแทชเชื่อมโยงในการสร้างผลผลิตได้ดีกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เท่ากับ 21.20 กก./กก. K_2O ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 3 มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทชในการสร้างผลผลิตเท่ากับ 11.9 กก./กก. K_2O และประสิทธิภาพ การใช้ปุ๋ยโพแทช (AKUE) ลดลงตามอัตราการใช้ปุ๋ยโพแทชที่เพิ่มขึ้น สำหรับพันธุ์นครสวรรค์ 3 เท่ากับ 11.9 1.15 2.77 1.13 และ -0.22 กก./กก. K_2O พันธุ์แปซิฟิก 339 เท่ากับ 21.20 4.45 1.00 -1.43 และ 3.38 กก./กก. K_2O ซึ่งสอดคล้องกับ Niu *et al.*

(2011) ที่พบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและอัตราการใช้ปุ๋ยโพแทช (Table 4) แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพจะต้องใส่ในอัตราที่เพียงพอเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูง หากใส่ในอัตราที่น้อยกว่านั้น ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่สูงเท่าที่ควร แต่หากใส่ในอัตราที่มากเกินไปนอกจากจะไม่ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่กลับส่งผลให้ผลผลิตลดลง การศึกษาของ Liao *et al.* (2013) รายงานว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทช สิ่งสำคัญคือ ต้องลดการสูญเสียธาตุอาหารโพแทชเชื่อมโยงจากการใส่ปุ๋ยโพแทชที่มากเกินไปเป็นสูลิ่งแวดล้อม นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองแล้ว ยังทำให้แรงการเป็นกรดของดินและดินแน่นมากขึ้น

Table 4 Agronomic K Use Efficiency (AKUE) of maize production under potash fertilizer rates in clay loam soil during 2017-2018

Potash fertilizer ^{1/} (kg K_2O /rai)	Nakhon Sawan 3		Pacific 339	
	Grain yield (kg/rai)	AKUE ^{2/} (kg grain/kg K_2O)	Grain yield (kg/rai)	AKUE (kg grain/kg K_2O)
0	1,294	-	1,719	-
5	1,354	11.9	1,871	21.20
10	1,306	1.15	1,770	4.45
15	1,336	2.77	1,784	1.00
20	1,317	1.13	1,715	-1.43
25	1,289	-0.22	1,854	3.38

^{1/} Nitrogen and phosphate fertilizer were applied at 15 kg N/rai and 5 kg P_2O_5 /rai, respectively

^{2/} AKUE (kg/kg K_2O) : Agronomic K Use Efficiency

การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งพันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์แปซิฟิก 339 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียว มีรูปแบบการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ แตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตราที่มากกว่า 5 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตมีแนวโน้มลดลง ซึ่งดินในการศึกษานี้ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทชจึงไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่ง Murrell, (2018) รายงานว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่ได้แสดงถึงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดที่พืชจะสามารถนำไปใช้ได้ ดินที่มีความ

อุดมสมบูรณ์มีทั้งปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ในปีแรกพืชดูดโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไปใช้ประโยชน์ เมื่อดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้จะถูกปลดปล่อยออกมาแทนที่ เพื่อรักษาสมดุลของโพแทสเซียมดิน อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราเดียวกัน แสดงว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339 มีประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Figure 1)

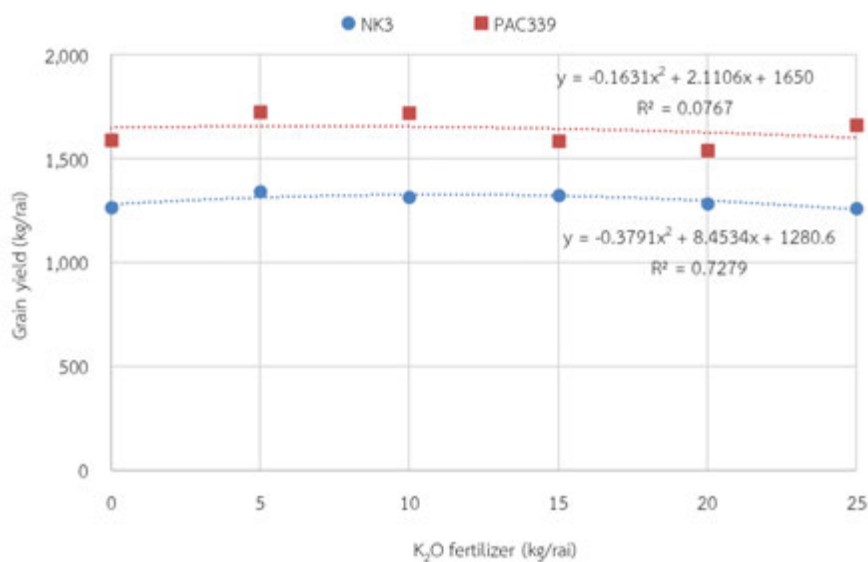


Figure 1 Fertilizer response curve of maize on yield to potash fertilizer rate

คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูก

ดินหลังปลูกข้าวโพด มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกลาง (pH 6.7-7.2) อินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ระหว่าง 1.87-2.28% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ระหว่าง 17-30 มก./กก. และโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ระหว่าง 92-140 มก./กก. จะเห็นได้ว่า ดินชั้นบนมีอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่สกัดได้สูงกว่าดินชั้นล่าง เนื่องจาก

มีการใส่ปุ๋ยเคมีที่ชั้นดินบน ส่วนดินชั้นล่างพบปริมาณธาตุอาหารลดลง (Table 5) เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่สกัดได้สะสมในดินในปริมาณสูง อาจเนื่องจากการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชทำให้มีการสะสมของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินหลังปลูก Li *et al.* (2020) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยโพแทชสามารถเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน 72.9% สอดคล้องกับ Zhao *et al.* (2014)

รายงานว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมหรือเศษซากพืชลงไป
ในดิน ช่วยเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์
ในดิน จึงทำให้พืชสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้ดี
และเพิ่มผลผลิตได้

ดินที่ใช้ในการทดลองมีค่าความเป็น
กรด-ด่าง หรือ pH 6.6 และมีปริมาณแคลเซียม
ที่สกัดได้สูงมาก อาจส่งผลให้เกิดการสะสมของปุ๋ย
ฟอสเฟตในดินในรูป Ca-P จึงทำให้ปริมาณ
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงกว่าดินก่อน

ปลูก สอดคล้องกับ Kim *et al.* (2001) Rosolem
and Merlin (2014) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต
ในดินร่วนทราย ทั้งในรูปทริปปิเลซูเปอร์ฟอสเฟต
(TSP) หวานบนผิวดิน อัตรา 12.8 กก./ไร่ และ
ปุ๋ยในรูปทริปปิเลฟอสเฟต (triple phosphate)
ในร่องปลูก (seed furrow) อัตรา 4.8 และ
9.6 กก./ไร่ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดินชั้นบนเพิ่มมากขึ้น

Table 5 Soil analysis after two years of maize planting under potash fertilizer rates in clay loam soil during 2017-2018

Factors	Soil pH (1:1)		OM (%) (Walkley and Black)		Avail. P (mg/kg) (Bray II)		Extr. K (mg/kg) (NH ₄ OAc pH7)	
	0-20	20-50	0-20	20-50	0-20	20-50	0-20	20-50
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Varieties (V)								
Nakhon Sawan 3	6.71	6.95	2.00 b	2.00	24 b	19	123	97
Pacific 339	6.74	7.07	2.21 a	2.02	30 a	19	123	95
F-test (V)	ns	*	*	ns	**	ns	ns	ns
Potash fertilizer ^{1/} (F)								
0 kg K ₂ O/rai	6.76	7.04	2.26	1.97	25	17	115	94
5 kg K ₂ O/rai	6.73	7.05	2.00	2.14	29	18	117	93
10 kg K ₂ O/rai	6.65	7.15	1.96	2.18	29	22	118	96
15 kg K ₂ O/rai	6.74	6.91	2.09	1.98	26	18	115	106
20 kg K ₂ O/rai	6.75	7.12	2.28	1.93	26	18	132	94
25 kg K ₂ O/rai	6.70	7.12	2.04	1.87	29	19	140	92
F-test (F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test (V x F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.6	2.0	12.6	21.3	22.5	30.2	24.3	15.2

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ns = not significant, *= significant at p<0.05, **= significant at p<0.01

^{1/}Nitrogen and phosphate fertilizer were applied at 15 kg N/rai and 5 kg P₂O₅/rai, respectively

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การใส่ปุ๋ยโพแทชอัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน โดย VCR ในพันธุ์แปซิฟิก 339 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีค่า 5.53 และ 3.06 ตามลำดับ เมื่อลงทุนใช้ปุ๋ยโพแทช 1 บาท จะได้รับผลตอบแทน 5.53 และ 3.06 บาท ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 10 กก. K_2O /ไร่ ให้ VCR ในพันธุ์แปซิฟิก 339 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีค่า 2.67 และ 1.00 ตามลำดับ ซึ่งการใส่ปุ๋ยโพแทช

อัตราสูงกว่าการใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน (Table 6) ดังนั้นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนเหนียว ชุดดินหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ แนะนำให้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยโพแทชอัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

Table 6 Value to cost ratio (VCR) of maize production under potash fertilizer rates in clay loam soil during 2017-2018

Varieties	Potash fertilizer (kg K_2O /rai)	Grain yield (kg/rai)	Increase yield (kg/rai)	Gross benefit	Gross return	Cost on fertilizer	Expenditure on fertilizer	Net benefit	Net return	VCR
(Baht/rai)										
Nakhon Sawan 3	0	1,267	-	9,025	-	674	-	8,351	-	-
	5	1,342	75	9,560	535	849	175	8,711	360	3.06
	10	1,316	49	9,377	351	1,024	350	8,353	1	1.00
	15	1,324	57	9,434	408	1,199	525	8,235	-117	0.78
	20	1,284	17	9,145	120	1,374	700	7,771	-580	0.17
	25	1,264	-3	9,007	-18	1,199	525	7,809	-543	-0.03
Pacific 339	0	1,592		11,345	-	674	-	10,671	-	-
	5	1,728	136	12,313	968	849	175	11,465	793	5.53
	10	1,723	134	12,279	933	1,024	350	11,255	583	2.67
	15	1,586	-7	11,297	-48	1,199	525	10,098	-573	-0.09
	20	1,542	-51	10,983	-362	1,374	700	9,609	-1,062	-0.52
	25	1,663	71	11,879	504	1,199	525	10,650	-21	0.96

Price of maize grain at 14.5% moisture content: 7 Baht/kg in 2017-2018, Price of fertilizer: Urea (46-0-0) 12 Baht/kg, Triple superphosphate (0-46-0) 26 Baht/kg, Potassium chloride (0-0-60) 21 Baht/kg

สรุปผลการทดลอง

การใส่ปุ๋ยโพแทชในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนเหนียว ชุดดินหล่มสัก ที่มีระดับโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน 51 มก./กก. มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ และอัตราปุ๋ยโพแทชต่อการให้ผลผลิต น้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด และดัชนีการเก็บเกี่ยว แต่พันธุ์ไม่มี

ปฏิสัมพันธ์กับอัตราปุ๋ยโพแทช ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชสูงสุด และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด เมื่อใช้ปุ๋ยโพแทชในอัตรา 5 กก. K_2O /ไร่ โดยข้าวโพดพันธุ์แปซิฟิก 339 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,728 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,342 กก./ไร่

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 และได้อำนวยความสะดวกช่วยเหลือดำเนินการเก็บข้อมูลการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 122 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2564. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 102 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2552. รายงานสำรวจดินเพื่อการเกษตร จังหวัดเพชรบูรณ์ มาตรการส่วน 1:25,000. สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 44 หน้า.
- กฤษฎา บัวทอง จุฑามาต ร่มแก้ว สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ และเอ็จ สโรบล. 2560. ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ปลูกผสมที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในสภาพหลังนาจังหวัดพิษณุโลก. หน้า 227-234. ใน: *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 5*. วันที่ 31 ม.ค.-3 ก.พ. 2560. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, อัจฉรา นันทกิจ สมปอง หมิ่นแจ้ง และไพโรจน์ พันธุ์ฤกษ์. 2551. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพกับการผลิตข้าวโพดสายพันธุ์นครสวรรค์ 2 ในชุดดินวังสะพุง. *วิชาการเกษตร* 1(1):82-90.
- บริษัท แปซิฟิคเมล็ดพันธุ์ จำกัด. ม.ป.ป. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. แหล่งข้อมูล: <http://www.advantaseedsth.com/th/products/detail/pacic-339/> สืบค้น: 16 มีนาคม 2564.

ประภัสสร เจริญไทย และชูชาติ สันทรทรัพย์. 2561. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อคุณภาพและผลผลิตข้าวโพดหวานที่ปลูกในพื้นที่อำเภองาว จังหวัดลำปาง. *วารสารเกษตร*. 34(1): 29-40.

วีรวัฒน์ นิลรัตนคุณ. 2558. การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ. กรมวิชาการเกษตร. พิษณุโลก: พรพรหมการพิมพ์. 98 หน้า.

ศุภกานจน์ ล้วนมณี. 2559. ปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่. ใน *จดหมายข่าวศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์*. แหล่งข้อมูล : <http://nsfrcr-news.blogspot.com> สืบค้น: 9 พฤศจิกายน 2564.

ศุภกานจน์ ล้วนมณี สมควร คล่องช้าง สมฤทัย ดันเจริญ ชัยชนพร เกื้อหนุน ณัฐพงศ์ ศรีสมบัติ นงลักษณ์ บันล้าย รัชดา ปรัชเจริญนิษฐ์ สุปรานี มั่นหมาย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ สาธิต อารีรักษ์ ดารวรงค์เทียน ปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา อนุสรณ์เทียนศิริฤกษ์ ภาวนา ลิกขนานนท์ และอธิปัตย์ คลังบุญครอง. 2558. ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ต่าง ๆ. ใน: *รายงานโครงการวิจัย:เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมในสภาพแห้งแล้ง*. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 167 หน้า.

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. 2560. พันธุ์นครสวรรค์ 3 จากต้นน้ำสู่ปลายทาง. ใน: *การประชุมวิชาการสถาบันวิจัย พืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560*. วันที่ 29 – 30 สิงหาคม พ.ศ. 2560. ณ โรงแรม ระยองรีสอร์ทระยอง. แหล่งข้อมูล: http://nsfrcr-news.blogspot.com/2017/08/3__29.html สืบค้น: 19 มิถุนายน 2564.

สมฤทัย ดันเจริญ ศุภกานจน์ ล้วนมณี สมควร คล่องช้าง ชัยชนพร เกื้อหนุน รมิดา ชันตรีกรม และปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา. 2561. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. หน้า 105-119. ใน: *เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตพืชเศรษฐกิจและการจัดการธาตุอาหารพืชในการผลิตพืชอินทรีย์*. วันที่ 6 – 8 มีนาคม พ.ศ. 2561. ณ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- สันติ อีรากรณ์ และดิศพนธ์ ธรรมาภิรมย์. 2549. การใช้ปุ๋ยกับข้าวโพด. ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร “การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับพืชเศรษฐกิจ” วันที่ 23-24 พฤษภาคม 2549. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. 2563. สถานการณ์การผลิตพืชจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2563. กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. แหล่งข้อมูล : <https://www.phetchabun.doae.go.th/wp-content/uploads/2020/10/สถานการณ์การผลิตปี63-4.pdf> สืบค้น: 29 มิถุนายน 2565.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ข้อมูลการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์: สถิติการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2563. แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/view/1/ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/TH-TH> สืบค้น: 10 พฤศจิกายน 2564.
- Arnon, I. 1975. *Mineral Nutrition of Maize*. International Potash Institute. P.O. Box, CH-3048. Bern-Worblaufen/Switzerland. 452 p.
- Bergamaschi, H., B. Radin, L.M.G. Rosa, J.I. Bergonci, R.S. Aragons, A.O. Santos, S. Frana and M. Langensiepen. 2001. Estimating maize water requirements using agrometrological data. Available at: <https://www.researchgate.net>. Accessed: October 4, 2021.
- Bouyoucos, G.J. 1936. Directions for Making Mechanical Analysis of Soils by the Hydrometer Method. *Soil Sci.* 42(3): 225-230.
- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59(1): 39-45.
- Chuanyan, Z. and N. Zhongren. 2007. Estimating water needs of maize (*Zea mays* L.) using the dual crop coefficient method in the arid region of northwestern China. *Afr. J. Agric. Res.* 2(7): 325-333.
- Davis, L.E. 1943. Measurements of pH with the glass electrode as affected by soil moisture. *Soil Sci.* 56(6): 405-422.
- Fageria, N.K., A.B. dos Santos and M.F. de Moraes. 2010. Yield, Potassium Uptake, and Use Efficiency in Upland Rice Genotypes. *Communication in Soil Science and Plant Analysis.* 41(22): 2676-2684.
- FAO. 2021. Soil and water requirement. Available at: <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/maize/en/> Accessed: October 4, 2021.
- Kim P.J., D.Y. Chung and D. Malo. 2001. Characteristics of phosphorus accumulation in soils under organic and conventional farming in plastic Im houses in Korea. *Soil Sci. Plant Nutri.* 47(2): 281-289.
- Kovacevic, V. and V. Vukadinovic. 1992. The potassium requirements of maize and soya bean on a high K-xing soil. *South Africa Journal Plant Soil.* 9(1): 10-13.
- Kubo, K., T. Hirayama, S. Fujimura, T. Eguchia, N. Niheic, S. Hamamoto, M. Takeuchi, T. Saito, T. Ota and T. Shinano. 2018. Potassium behavior and clay mineral composition in the soil with low effectiveness of potassium application. *Soil Sci. Plant nutri.* 64(2): 265-271.
- Li, X., Y. Li, T. Wu, C. Qu, P. Ning, J. Shi and X. Tian. 2020. Potassium fertilization combined with crop straw incorporation alters soil potassium fractions and availability in northwest China: An incubation study. Available at: PLoS ONE 15(7): e0236634.
- Liao, Y.L., S.X. Zheng, J. Nie, J. Xie, Y.H. Lu and X.B. Qin. 2013. Long-term effect of fertilizer and rice straw on mineral composition and potassium adsorption in a reddish paddy soil. *J. Integr. Agric.* 12 (4): 694-710.

- Mendes, W. D. C., J.A. Jnior, P.C.R. da Cunha, A.R. da Silva, A.W.P. Evangelista and D. Casaroli. 2016. Potassium leaching in different soils as a function of irrigation depths. *Revista Brasileira de Engenharia Agrcola e Ambiental*. 20 (11): 972-977.
- Michigan State University Extension. 2013. January 28. Harvest index: A predictor of corn stover yield. Available at: https://www.canr.msu.edu/news/harvest_index_a_predictor_of_corn_stover_yield Accessed: June 19, 2021.
- Munson, R.D. 1982. Potassium, calcium and magnesium of the tropics and subtropics. IFDC tech. bull. T-23, Muscle Shoals, AL.
- Murrell. 2018. The concept of “Minimal” exchangeable potassium. Plant nutrition today. The international plant nutrition institute (IPNI). Available: <http://www.ipni.net/pnt>, Accessed October 10, 2018.
- Niu, J., W. Zhang, X. Chen, C. Li, F. Zhang and L. Jiang. 2011. Potassium fertilization on maize under different production practices in the north china plain. *Agron. J.* 103 (3): 822-829.
- Oliveira, E.M.M., H.A. Ruiz, V.H.V. Alvarez, P.A. Ferreira, F.O. Costa and I.C.C. Almeida. 2010. Nutrient supply by mass flow and diffusion to maize plant to response to soil aggregates size and water potential. *R. Bras. Ci. Solo.* (34)2: 317-327.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In: C.A. Black, ed. *Methods of Soil Analysis*. Part II. Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.
- Richard, L.A. 1945. *Diagnostic and Improvement of Saline Alkaline Soils*. U.S. Salinity Laboratory, U.S. Dept. Agr. Hbk. 60.
- Rosolem, C.A. and A. Merlin. 2014. Soil Phosphate availability and soybean response to phosphorus starter fertilizer. *R. Bras. Ci. Solo.* 38: 1487-1495.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
- Wen-juan LI, Ping HE and JIN Ji-yun. 2010. Effect of Potassium on Ultrastructure of Maize Stalk Pith and Young Root and Their Relation to Stalk Rot Resistance. *Agric. Sci. China*. 9(10): 1467-1474
- Xu X., X. Du, F. Wang, J. Sha, Q. Chen, G. Tian, Z. Zhu, S. Ge and Y. Jiang. 2020. Effects of Potassium Levels on Plant Growth, Accumulation and Distribution of Carbon, and Nitrate Metabolism in Apple Dwarf Rootstock Seedling. *Front. Plant Sci.* 11:904.
- Yost, R., and T. Attanandana. 2006. Predicting and testing site-specific potassium fertilization of maize in soil of the tropical- and example from Thailand. *Soil Sci.* 171(12): 968-980.
- Zhao, S., P. Hea, S. Qiua, L. Jia, M. Liud, J. Jina and A.M. Johnston. 2014. Long-term effects of potassium fertilization and straw return on soil potassium levels and crop yields in north-central China. *Field Crops Res.* 169: 116-122.