PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index

บทความวิจัย

อิทธิพลของการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเลย

กมลทิพย์ สังข์แก้ว[1*] ลาวัณย์ จันทร์อัมพร[1] ปริยพัชร ทองมั่น[2] สุพัตรา ชาวกงจักร[3]

[1]*ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย ประเทศไทย 42000*

[2]*ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอำนาจเจริญ อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ ประเทศไทย 37000*

[3]*ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ประเทศไทย 46120*

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 18 สิงหาคม 2567

แก้ไข: 29 กันยายน 2567

ตอบรับการตีพิมพ์: 1 พฤศจิกายน 2567

ตีพิมพ์ออนไลน์: 11 พฤศจิกายน 2567

คำสำคัญ

พืชไร่เศรษฐกิจ

ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน

ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ในพื้นที่อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย มี 2 กรรมวิธี คือ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน และการใช้ปุ๋ยตามที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่เดิม โดยมี 10 พื้นที่ ทำการทดลอง 2 ครั้ง ใน พ.ศ. 2565 และ 2566 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กรรมวิธีทดสอบสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) คิดเป็นร้อยละ 17 โดยวิธีทดสอบทำให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 17 ทำให้มีผลตอบแทนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 และมีสัดส่วนผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายการลงทุน (BCR) เฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกร นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตได้ร้อยละ 11 ดังนั้น เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชนี้ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้กับเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเลยได้

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเลย โดยในปี 2564 มีพื้นที่ปลูก 367,125 ไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 664 กิโลกรัม/ไร่ (Office of Agricultural Economics, 2022) เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพไร่ที่อาศัยน้ำฝน โดยเริ่มปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม และเก็บเกี่ยวในช่วงตุลาคมถึงธันวาคม แต่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่กลับประสบปัญหาผลผลิตมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชหลักมานานหลายปีติดต่อกัน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ดินลดลง ประกอบกับความแปรปรวนของสภาพอากาศ และมีการจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเกิดการแพร่ระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวโพด สร้างความเสียหายต่อผลผลิตข้าวโพดอย่างมาก ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดลดลง ในขณะที่ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เพราะปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย สารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชมีราคาแพง ทำให้ผลตอบแทนลดลง เกษตรกรจึงเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นทดแทน เช่น อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น จึงทำให้พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลง ดังนั้น หากมีการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานอย่างเหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยในปัจจุบันมีงานวิจัยและคำแนะนำเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีและเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี โดยนำเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจของ Department of Agriculture (2021a) มาประยุกต์ใช้ในพื้นที่จังหวัดเลย เพื่อเป็นการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และใส่ปุ๋ยให้ตรงตามความต้องการปริมาณธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ร่วมกับการคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนปลูกด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ (Planting Growth Promoting Rhizobacteria หรือ PGPR) ซึ่งเป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืช ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

*Corresponding author

E-mail address: sungkaew.nok@gmail.com (K. Sungkaew)

Online print: 11 November 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2024.47

เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกจากนี้ยังสามารถสร้างฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน (auxins) เพื่อกระตุ้นการเกิดรากของพืชได้ โดยผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ของกรมวิชาการเกษตรมี 3 สูตร คือ ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ใช้สำหรับข้าวโพด ข้าวฟ่าง พืชผักและสมุนไพร ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทู ใช้สำหรับข้าว และปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ใช้สำหรับอ้อย และมันสำปะหลัง (Department of Agriculture, 2021b) จากข้อมูลดังกล่าวจึงนำปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วันมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 สามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มในการช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้อย่างน้อยร้อยละ 50 (Prongjunthuek et al., 2016) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tharanukul et al. (2021) ที่ทดสอบเทคโนโลยีการลดต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยลดปุ๋ยยูเรียลงร้อยละ 25 ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้สุทธิให้เกษตรกรได้ร้อยละ 13.16 และ 35.65 ตามลำดับ รวมทั้งยังสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลงได้ร้อยละ 14.34 นอกจากการจัดการปุ๋ย การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก็สำคัญเช่นเดียวกัน โดยก่อนปลูกไถเตรียมดินด้วยผานสาม 1 ครั้ง ตากดินไว้ 7-10 วัน เพื่อทำลายวัชพืชและกำจัดดักแด้ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่อยู่ในดิน เมื่อพร้อมปลูกจึงไถด้วยผานเจ็ด 1 ครั้ง เพื่อปรับระดับดินให้สม่ำเสมอแล้วจึงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Department of Agriculture, 2020) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจึงจำเป็นต้องทดสอบในแปลงเกษตรกรแต่ละสภาพแวดล้อม เพื่อยืนยันว่าสามารถเพิ่มผลผลิตได้จริง โดยนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัญหา และปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่จังหวัดเลย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกับเกษตรกร โดยเปรียบเทียบการจัดการปุ๋ย 2 วิธี คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน อัตรา 500 กรัม/เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3.50 กิโลกรัม (เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3.50 กิโลกรัม/ไร่) และการใช้ปุ๋ยตามที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่เดิม

วิธีปฏิบัติการวิจัย

1. คัดเลือกพื้นที่วิจัยที่อำเภอภูกระดึง ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญของจังหวัดเลย

2. ประชุมชี้แจง และวางแผนการดำเนินงานร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ตำบลผานกเค้า อำเภอภูกระดึง จำนวน 10 ราย รายละ 2 ไร่ รวมพื้นที่ 20 ไร่

3. แบ่งพื้นที่แปลงทดสอบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ออกเป็น 2 พื้นที่ ๆ ละ 1 ไร่ จากนั้นเก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร จำนวนอย่างน้อย 15 จุดต่อแปลง นำตัวอย่างดินไปรวมกันแล้วสุ่มดิน 1 กิโลกรัม เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

4. ดำเนินการจัดทำแปลงทดสอบตามกรรมวิธี โดยกรรมวิธีทดสอบ ไถเตรียมดินด้วยผานสาม 1 ครั้ง ตากดินไว้ 7-10 วัน เพื่อทำลายวัชพืชและกำจัดดักแด้ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่อยู่ในดิน เมื่อพร้อมที่จะปลูกจึงไถด้วยผานเจ็ด 1 ครั้ง เพื่อปรับระดับดินให้สม่ำเสมอแล้วจึงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการคลุกเมล็ดข้าวโพดด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน อัตรา 500 กรัม/3.5 กิโลกรัมของข้าวโพด (เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3.5 กิโลกรัม/ไร่) โดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ปลูกในช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม-สิงหาคม) โดยใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (Table 1) แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นพร้อมปลูก และครั้งที่ 2 ใส่เมื่อข้าวโพดอายุ 25-30 วัน โดยหว่านให้ทั่วแปลง ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรปฏิบัติเช่นเดียวกับกรรมวิธีทดสอบยกเว้นการใส่ปุ๋ย โดยเกษตรกรใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 รองพื้นพร้อมปลูกด้วยสูตร 16-20-0 หรือ 14-9-21 อัตรา 17-25 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 ใส่เมื่อข้าวโพดอายุ 25-30 วัน ด้วยสูตร 46-0-0 อัตรา 17-50 กิโลกรัมต่อไร่

5. เมื่อพบการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในระยะแรก พ่นกำจัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 4-7 วัน 2-3 ครั้ง ในกรณีที่พบการระบาดมากใช้สารอีมาเมกตินเบนโซเอท 5 %WG อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นสาร 1-2 ครั้งห่างกัน 7 วัน และหยุดพ่นเมื่อข้าวโพดอายุ 40 วัน

การบันทึกข้อมูล

คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร จำนวนอย่างน้อย 15 จุดต่อแปลง นำตัวอย่างดินไปรวมกันแล้วสุ่มจำนวน 1 กิโลกรัม นำไปวิเคราะห์ pH วัดโดย pH meter (Mettler Toledo รุ่น SevenMulti) ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 ตามวิธีของ Peech (1965) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic mater) วิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley & Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และวัดการเกิดสีตามวิธี Molybdenum blue โดยใช้ Spectrophotometer (Agilent Technologies รุ่น Cary 8454 USA) (Bray & Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc ที่ pH 7 แล้ววัดด้วย Atomic absorption Spectrophotometer (Perkin Elmer รุ่น AAnalyst 400 USA) (Schollenberger & Simon, 1945) และวัดเนื้อดินด้วยวิธี Hydrometer method

การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ดำเนินการบันทึกข้อมูลความสูงต้น โดยวัดจากระดับผิวดินถึงข้อใบธง ก่อนเก็บเกี่ยว

ที่อายุ 120 วันหลังปลูก

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ 120 วัน โดยสุ่มเก็บผลผลิตข้าวโพดจำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีพื้นที่ 12 ตารางเมตร กระจายทั่วแปลง โดยบันทึกข้อมูลจำนวนต้น น้ำหนักฝักร้อยละการกะเทาะ จากนั้นนำไปคำนวณหาน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้นร้อยละ 15 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ T-test independent เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

สูตรการคำนวณ ร้อยละการกะเทาะ = (น้ำหนักเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว/น้ำหนักฝักขณะเก็บเกี่ยว) x 100

ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ต้นทุน รายได้ รายได้สุทธิ ต้นทุนต่อหน่วย และวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายการลงทุน (Benefit Cost Ratio : BCR) คือ รายได้ต่อต้นทุนผันแปร (BCR > 1 คุ้มค่าการลงทุน , BCR = 1 เท่าทุน, BCR < 1 ไม่คุ้มค่าทุน ขาดทุน)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam) มี pH อยู่ระหว่าง 5.20-6.43 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.01-4.34 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ระหว่าง 6-67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าอยู่ระหว่าง 36-185 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Soil properties and fertilizer requirements tailored by specific soil analysis in Loei Province during 2022-2023.

Crop Year	Farmer no.	Soil properties				Texture	Fertilizer grade of N-P_2O_5-K_2O[4/] (kg/rai)
		pH	OM[1/] (%)	Avail. P[2/] (mg/kg)	Exch.K[3/] (mg/kg)		
2022	1	5.20	2.02	9	120	Silty clay loam	10-10-10
	2	5.79	1.93	16	51	Silty clay loam	10-2.5-15
	3	5.46	1.57	9	177	Silty clay loam	10-10-5
	4	5.84	1.13	7	55	Silty clay	10-10-15
	5	6.09	1.63	10	90	Loamy sand	10-5-10
	6	6.09	1.22	8	91	Silty clay loam	10-10-10
	7	6.14	1.14	6	36	Silty clay loam	10-10-15
	8	6.30	1.72	6	70	Silty clay loam	10-10-10
	9	5.82	1.01	11	49	Loamy sand	10-5-15
	10	5.59	1.31	10	136	Loamy sand	10-5-5
2023	1	6.43	1.41	8	115	Sandy clay	10-10-5
	2	5.69	1.62	7	127	Silty clay loam	10-10-5
	3	5.82	1.66	8	123	Silty clay loam	10-10-5
	4	5.68	1.59	11	105	Silty clay loam	10-5-5
	5	5.63	1.69	8	149	Silty clay loam	10-10-5
	6	5.61	2.07	13	185	Sandy clay loam	10-5-5
	7	5.71	1.14	12	72	Loamy sand	10-5-10
	8	6.03	2.81	67	128	Sandy clay loam	5-2.5-5
	9	6.00	2.09	23	163	Silty clay loam	10-2.5-5
	10	6.28	4.34	28	136	Silty clay	5-2.5-5

[1] OM = Organic matter, [2] Avail. P = Available phosphorus, [3] Exch. K = Exchangeable potassium., [4] Recommended fertilizer rates based on soil analysis.

ซึ่งระดับวิกฤติของ pH ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ ต่ำกว่า 5.50 และสูงกว่า 7.30 ปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Department of Agriculture, 2021a) นำผลวิเคราะห์ทางเคมีของดินที่ได้ไปหาปริมาณความต้องการปุ๋ยของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจของกรมวิชาการเกษตร โดยใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจของกรมวิชาการเกษตร ร่วมกับการคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนปลูกด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามท้องตลาด โดยมีปริมาณไนโตรเจน 11-26.20 กิโลกรัมNต่อไร่ มีปริมาณฟอสฟอรัส 1.5-6 กิโลกรัมP_2O_5 ต่อไร่ และปริมาณโพแทสเซียม 0-36 กิโลกรัมK_2Oต่อไร่ (Table 2) จากข้อมูลการใส่ปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของวิธีเกษตรกร เมื่อนำมาเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ดิน จะเห็นได้ว่าไม่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดิน และความต้องการธาตุอาหารของ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่เกินความต้องการ แต่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจากการศึกษาของ Department of Agriculture (2021a) พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตตลอดฤดูปลูก แต่มีความต้องการในระยะการเจริญเติบโตเริ่มแรกมากกว่าระยะอื่น ๆ โดยฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของราก อย่างไรก็ตามในระยะที่ข้าวโพดออกดอกฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในการช่วยเสริมสร้างความสมบูรณ์ให้กับต้นและเมล็ด และการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสจากดินของรากข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งรากเจริญเติบโตเต็มที่ ฉะนั้นจึงแนะนำให้ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตทั้งหมดตั้งแต่เริ่มปลูก ส่วนโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสร้างความเจริญเติบโต ความแข็งแรงของลำต้นและการสร้างเมล็ด แต่สภาพดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยโดยทั่วไปมีโพแทสเซียมสูง จึงมักไม่พบปัญหาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด

Table 2 Fertilizer application rate of the test method and the farmers' conventional method in farmer fields at Loei Province during 2022-2023

Crop Year	Farmer no.	Rate of N-P_2O_5-K_2O (kg/rai)		Bio-fertilizer	
		Test	Farmer	Test	Farmer
2022	1	10-10-10	15.5-5-0	PGPR-1	0
	2	10-2.5-15	15.5-5-0	PGPR-1	0
	3	10-10-5	18.6-6-0	PGPR-1	0
	4	10-10-15	15.5-5-0	PGPR-1	0
	5	10-5-10	15.5-5-0	PGPR-1	0
	6	10-10-10	15.5-5-0	PGPR-1	0
	7	10-10-15	18.6-6-0	PGPR-1	0
	8	10-10-10	18.6-6-0	PGPR-1	0
	9	10-5-15	15.5-5-0	PGPR-1	0
	10	10-5-5	18.6-6-0	PGPR-1	0
2023	1	10-10-5	11-4-0	PGPR-1	0
	2	10-10-5	15.5-5-0	PGPR-1	0
	3	10-10-5	15.5-5-0	PGPR-1	0
	4	10-5-5	14.7-4-0	PGPR-1	0
	5	10-10-5	14.7-4-0	PGPR-1	0
	6	10-5-5	14.7-4-0	PGPR-1	0
	7	10-5-10	14.7-4-0	PGPR-1	0
	8	5-2.5-5	10.2-1.5-3.6	PGPR-1	0
	9	10-2.5-5	26.2-4-0	PGPR-1	0
	10	5-2.5-5	21.6-4-0	PGPR-1	0

Table 3 Plant height yield and yield components of maize in Loei Province during 2022-2023

Crop Year	Farmer no.	Plant population (plant/rai)		Plant height (cm)		Ear weight (kg/rai)		Shelling (%)		Grain weight[1/] (kg/rai)	
		Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
2022	1	11,644	12,711	185	172	1,124	1,052	82.50	83.60	836	789
	2	11,378	11,378	192	185	1,451	1,024	87	81.50	1,158	758
	3	12,800	12,800	221	173	1,312	1,109	83.70	85	989	847
	4	11,200	11,556	233	230	1,707	1,365	81.90	81	1,220	961
	5	10,667	10,667	239	249	1,287	1,195	87.10	88.30	997	932
	6	10,667	11,911	196	197	1,294	725	91.90	91.50	1,131	639
	7	10,844	11,556	197	231	1,593	1,536	80	81.30	1,115	1,081
	8	14,222	13,333	195	202	1,707	1,564	81.80	86.70	1,222	1,189
	9	11,022	11,022	200	231	1,451	1,323	80	80	984	912
	10	13,333	14,222	176	208	1,223	1,166	86.50	83.10	986	909
Average		11,778	12,116	203	208	1,415	1,206	84.20	84.20	1,064	902
t-test		Ns		ns		**		ns		**	

Table 3 Plant height yield and yield components of maize in Loei Province during 2022-2023 (Continue)

Crop Year	Farmer no.	Plant population (plant/rai)		Plant height (cm)		Ear weight (kg/rai)		Shelling (%)		Grain weight[1/] (kg/rai)	
		Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
2023	1	10,533	9,867	214	186	1,340	1,173	83.90	83.70	1,017	880
	2	10,400	8,667	205	194	1,343	980	81.70	80.80	958	699
	3	10,133	8,800	215	208	1,289	893	83	84.40	960	688
	4	8,667	8,933	185	183	1,347	1,147	80.50	81.50	953	834
	5	8,400	9,600	206	217	1,393	1,380	81.80	82.30	1,010	1,006
	6	8,400	8,133	198	201	1,244	1,220	81.60	81.70	900	884
	7	8,400	8,800	205	195	1,213	1,113	83.20	83.70	904	824
	8	8,133	9,467	224	196	1,340	920	81.80	84.70	939	724
	9	8,133	8,400	222	197	1,413	1,283	80.60	81.20	1,012	916
	10	8,400	7,333	214	160	1,277	1,197	81.10	80	912	847
Average		8,960	8,800	209	194	1,320	1,131	81.9	82.4	957	830
t-test		Ns		*		**		ns		**	

การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะเก็บเกี่ยวของแปลงเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพ.ศ. 2565 พบว่า กรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน พ.ศ. 2566 พบว่าทั้ง 2 กรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีทดสอบมีความสูงต้นเฉลี่ย 209 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 194 เซนติเมตร (Table 3) จากข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ส่งผลให้การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงกว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร ซึ่งสอดคล้องกับ Lapo et al. (2021) ที่ศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานในอำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราร้อยละ 50 ตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง ทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูง ความยาวราก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าวโพดหวานเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ประกอบไปด้วยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืช มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกจากนี้ยังสามารถสร้างฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน (auxins) เพื่อกระตุ้นการเกิดราก ทำให้ระบบรากพืชแข็งแรง เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดน้ำและปุ๋ย ส่งผลให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างน้อยร้อยละ 10 และลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชได้อย่างน้อยร้อยละ 25 ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (Department of Agriculture, 2021b)

ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ในพ.ศ. 2565 กรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตฝักและผลผลิตเมล็ดที่ความชื้นร้อยละ 15 สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร โดยมีผลผลิตฝักเฉลี่ย 1,415 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้นร้อยละ 15 เฉลี่ย 1,064 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีผลผลิตฝักเฉลี่ย 1,206 กิโลกรัมต่อไร่ และมีผลผลิตเมล็ดที่ความชื้นร้อยละ 15 เฉลี่ย 902 กิโลกรัมต่อไร่ และในพ.ศ. 2566 พบว่ากรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตฝักและผลผลิตเมล็ดที่ความชื้นร้อยละ 15 สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรเช่นกัน โดยมีผลผลิตฝักเฉลี่ย 1,320 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้นร้อยละ 15 เฉลี่ย 957 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีผลผลิตฝักเฉลี่ย 1,131 กิโลกรัมต่อไร่ และมีผลผลิตเมล็ดที่ความชื้นร้อยละ 15 เฉลี่ย 830 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3 & Figure 1) จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับการคลุกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนปลูกด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ทำให้มีผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร ซึ่งจากรายงานของ Meena et al. (2013) พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพหรือการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ เป็นวิธีการที่ทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตดีกว่าการใช้ปุ๋ยชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับรายงานของ Prongjunthuek et al. (2016) ที่ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มในการช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้อย่างน้อยร้อยละ 50 และเมื่อนำไปทดสอบกับข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 ส่งผลให้มีน้ำหนักฝักสดรวมเปลือกและน้ำหนักฝักสดปอกเปลือกสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ทำให้ผลผลิตข้าวโพดมีความหวานได้มาตรฐาน (Prongjunthuek et al., 2021) และสอดคล้องกับ Tharanukul et al. (2021) พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยลดปุ๋ยยูเรียลงร้อยละ 25 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้สุทธิให้เกษตรกรได้ร้อยละ 13.16 และ 35.65 ตามลำดับ รวมทั้งยังลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลงได้ร้อยละ 14.34

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

ในพ.ศ. 2565 พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนเฉลี่ย 4,232 บาทต่อไร่ ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตเฉลี่ย 4.10 บาทต่อกิโลกรัม รายได้เฉลี่ย 12,766 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนเฉลี่ย 8,442 บาทต่อไร่ สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนเฉลี่ย 2.95 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนเฉลี่ย 4,131 บาทต่อไร่ ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเฉลี่ย 4.68 บาทต่อกิโลกรัม รายได้เฉลี่ย 10,820 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนเฉลี่ย 6,690 บาทต่อไร่ สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนเฉลี่ย 2.60 แม้ว่ากรรมวิธีทดสอบจะมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร แต่เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยพบว่ากรรมวิธีทดสอบสามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยได้ร้อยละ 12 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของรายได้ผลตอบแทน และค่า BCR พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีค่ามากกว่ากรรมวิธีเกษตรกรร้อยละ 18 26 และ 13 ตามลำดับ ส่วนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพ.ศ. 2566 พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนเฉลี่ย 3,874 บาทต่อไร่ ต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตเฉลี่ย 4.06 บาทต่อกิโลกรัม รายได้เฉลี่ย 9,565 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนเฉลี่ย 5,691 บาทต่อไร่ สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนเฉลี่ย 2.48 ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนเฉลี่ย 3,716 บาทต่อไร่ ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเฉลี่ย 4.51 บาทต่อกิโลกรัม รายได้เฉลี่ย 8,302 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนเฉลี่ย 4,586 บาทต่อไร่ สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนเฉลี่ย 2.24 แม้ว่าทั้ง 2 กรรมวิธีมีต้นทุนการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยพบว่า กรรมวิธีทดสอบสามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยได้ร้อยละ 10 (Table 4) จากการปลูกทดสอบทั้ง 2 ปี จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีทดสอบส่งผลให้มีรายได้ ผลตอบแทน และสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร และสามารถลดต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตได้



Figure 1 Yield of maize of the test method compare with the farmers' conventional method in Loei Province in 2023.

Table 4 Effects of fertilizer management technology on economic benefits in maize production at Loei Province during 2022-2023.

Crop Year	Farmer no.	Income[1/] (baht/rai)		Total cost[2/] (baht/rai)		Cost per unit (baht/kg)		Net income (baht/rai)		BCR (income/ cost)	
		Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
2022	1	10,032	9,468	4,297	3,894	5.14	4.94	5,735	5,574	2.33	2.43
	2	13,896	9,096	4,255	3,884	3.67	5.12	9,641	5,212	3.27	2.34
	3	11,868	10,164	4,083	4,203	4.13	4.96	7,785	5,961	2.91	2.42
	4	14,640	11,532	4,745	4,341	3.89	4.52	9,895	7,191	3.09	2.66
	5	11,964	11,184	4,107	4,283	4.12	4.60	7,857	6,901	2.91	2.61
	6	13,572	7,668	4,326	3,782	3.82	5.92	9,246	3,886	3.14	2.03
	7	13,380	12,972	4,706	4,350	4.22	4.02	8,674	8,622	2.84	2.98
	8	14,664	14,268	4,497	4,359	3.68	3.67	10,167	9,909	3.26	3.27
	9	11,808	10,944	4,411	3,987	4.48	4.37	7,397	6,957	2.68	2.74
	10	11,832	10,908	3,806	4,223	3.86	4.65	8,026	6,685	3.11	2.58
Average		12766	10820	4323	4131	4.10	4.68	8442	6690	2.95	2.60
t-test		**		*		*		**		*	

Table 4 Effects of fertilizer management technology on economic benefits in maize production at Loei Province during 2022-2023. (Continue)

Crop Year	Farmer no.	Income[1/] (baht/rai)		Total cost[2/] (baht/rai)		Cost per unit (baht/kg)		Net income (baht/rai)		BCR (income/ cost)	
		Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
2023	1	10,170	8,800	4,116	3,332	4.05	3.79	6,054	5,468	2.47	2.64
	2	9,580	6,990	3,901	3,519	4.07	5.03	5,679	3,471	2.46	1.99
	3	9,600	6,880	3,930	3,536	4.09	5.14	5,670	3,344	2.44	1.95
	4	9,530	8,340	3,543	3,489	3.72	4.18	5,987	4,851	2.69	2.39
	5	10,100	10,060	4,146	3,737	4.1	3.71	5,954	6,323	2.44	2.69
	6	9,000	8,840	3,915	4,172	4.35	4.72	5,085	4,668	2.3	2.12
	7	9,040	8,240	4,172	3,760	4.62	4.56	4,868	4,480	2.17	2.19
	8	9,390	7,240	3,398	3,359	3.62	4.64	5,992	3,881	2.76	2.16
	9	10,120	9,160	3,806	4,153	3.76	4.53	6,314	5,007	2.66	2.21
	10	9,120	8,470	3,815	4,100	4.18	4.84	5,305	4,370	2.39	2.07
Average		9,565	8,302	3,874	3,716	4.06	4.51	5,691	4,586	2.48	2.24
t-test		**		ns		*		**		*	

ns: non significant, *: significant different at P < 0.05, **: significant different at P < 0.01.

[1] Income was calculated from the yield multiplied with the price of maize per kilogram 12 baht (price at December, 2022) and 10 baht (price at December, 2023).

[2] Price of chemical fertilizers, chemicals and biological fertilizers in 20222/2023; formula 46-0-0 = 31/17 baht/kg, formula 18-46-0 = 40/23 baht/kg, formula 0-0-60 = 36/20 baht/kg, formula 16-20-0 = 27/18 baht/kg, formula 14-9-21 = 27 baht/kg, emamectin benzoate = 380 baht/kg and PGPR-1 = 60 baht/bag (1 bag/rai). Total cost is calculated from cost plot preparation and planting 1,100 baht/rai, seeds cost = 1,950/1,850 baht/10 kg (3.5 kg/rai), labor cost for chemical fertilizer application 100 bath/50 kg, weed control cost 350 บาท/200 liter and harvesting cost 12 baht/sack (35kg/sack).

สรุปผลการวิจัย

การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วันในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ปลูกในสภาพแปลงเกษตรกรจังหวัดเลย สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้เฉลี่ยร้อยละ 17 ผลตอบแทนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 มีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นร้อยละ 12 เมื่อเทียบกับวิธีของเกษตรกรที่ปฏิบัติอยู่เดิม นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนต่อหน่วยผลผลิตได้ร้อยละ 11 จากผลงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นคำแนะนำสำหรับการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรในแต่ละพื้นที่นำไปปรับใช้ด้วยการใส่ปุ๋ยให้ตรงตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และเหมาะสมกับสภาพของดิน เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ในการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเกษตรกรที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ในการทดสอบเทคโนโลยีฯ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science, 59*(1), 39-45. doi: 10.1097/00010694-194501000-00006

Department of Agriculture. (2020). *The technology for producing maize*. Bangkok, Thailand: Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

Department of Agriculture. (2021a). *Recommendations for the use of fertilizers for economic crops*. Bangkok, Thailand: Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

Department of Agriculture. (2021b). *Bio-fertilizer*. Bangkok, Thailand: Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

Lapo, Y., Singkham, J., & Viriyasuthee, W. (2021). Effect of PGPR-1 and chemical fertilizers on growth and yield of sweet corn in Kut rang district Mahasarakham province. *Proceedings of the 11th STOU National research conference* (pp. 1823-1836). Nonthaburi, Thailand: Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)

Meena, M. D., Tiwari, D. D., Chaudhari, S. K., Biswas, D. R., Narjary, B., Meena, A. L., Meena, B. L., & Meena R. B. (2013). Effect of biofertilizer and nutrient levels on yield and nutrient uptake by maize (*Zea may* L.).

Annals of Agriculture and Biological Research, *18*(2), 176-181.

Office of Agricultural Economics. (2022). *Information on maize production*. Accessed February 18, 2024. Retrieved from https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/maize%20province%2064. pdf. (in Thai)

Peech, M. (1965). Soil pH by glass electrode pH meter. In C. A. Black, D. D. Evans, R. L. White, L. E. Ensminger, F. E. Clark., & R. C. Dinsuer (Eds.), *Method of soil analysis part 2: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling* (pp. 914-925). Madison, United States: American Society of Agronomy Inc.

Prongjunthuek, K., Meunchang, P., Punlai, N., & Yen-uam, W. (2021). *Study on effectiveness of PGPR biofertilizer on growth and yield of sweet corn variety hi-brix 3*. Accessed October 7, 2024. Retrieved from https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2951. (in Thai)

Prongjunthuek, K., Meunchang, P., Thongra-a, P., Kuernun, C., Luanmanee, S., & Yen-uam, W. (2016). *Study on effectiveness of plant growth promoting rhizobacteria for increasing of quality and quantity of maize yield*. Accessed August 1, 2024. Retrieved from https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/04/313.3การศึกษาการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.pdf. (in Thai)

Schollenberger, C. J., & Simon, R. H. (1945). Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil-ammonium acetate method. *Soil Science, 59*(1), 13-24. doi: 10.1097/00010694-194501000-00004

Tharanukul, P., Surat, S., Khaephimai, C., Khongrit, N., Mungjomklang, S., & Israngkul Na Ayudhya, P. (2021). *Testing technologies to cost reduction maize production by biofertilizer (PGPR-1) of nakhon ratchasima province*. Accessed August 1, 2024. https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2023/07/331.3.pdf. (in Thai)

Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38. doi: 10.1097/00010694-193401000-00003

Research article

Effect of integrated fertilizer management on the yield of maize in Loei Province

Kamontip Sungkaew[1*] Lawan Chanamporn[1] Pariyaphat Thongman[2]

and Supatra Chawkongjuck[3]

[1]*Loei Agricultural Research and Development Center, Mueang District, Loei Province, Thailand 42000*
[2]*Amnat Charoen Agricultural Research and Development Center, Mueang District, Amnat Charoen Province, Thailand 37000*
[3]*Kalasin Agricultural Research and Development Center, Yang Talat District, Kalasin Province, Thailand 46120*

ARTICLE INFO

Article history
Received: 18 August 2024
Revised: 29 September 2024
Accepted: 1 November 2024
Online published: 11 November 2024

Keyword
Economic crops
PGPR-1 bio-fertilizer
Chemical fertilizer based on soil analysis
Silty clay loam

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of integrated fertilizer application on maize yield. Participatory action research (PAR) was conducted in Phu Kradueng District, Loei Province. There were 2 treatments: the use of fertilizer based on soil analysis combined with PGPR-1 bio-fertilizer and the farmers' conventional method. The experiment was conducted in 10 areas over two trials in 2022 and 2023. The results showed that maize yield in the test method was significantly higher than in the farmers' conventional method ($p < 0.01$). The test method could increase maize yield by 17 %, which translates into a substantial rise in net income and benefit-cost ratio for local farmers by 25 % and 12 % respectively compared to the farmer's method. Additionally, the test method reduced the cost per unit of yield by 11 %. Therefore, the nutrient management technology provides an effective option for increasing maize yield for farmers in Loei Province.

[*]Corresponding author
E–mail address: sungkaew.nok@gmail.com (K. Sungkaew)
Online print: 11 November 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2024.47