

ผลของการใช้ปุ๋ยต่อผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของถั่วเขียวที่ปลูกในดินร่วนปนทราย จังหวัดชัยนาท

Effect of Using Fertilizer on Yield and Economic Return of Mung Bean in Sandy Loam Soil at Chai Nat Province

สายน้ำ อุดพวย^{1*}, นุชนาถ ดันวรรณ¹, วิลัยรัตน์ แป้นแก้ว² และสมฤทัย ดันเจริญ¹
Sainam Uduay^{1*}, Nuchanart Tanwan¹, Wilairat Pankaew² and Somrutai Tanchaen¹

Received date: 16 ธ.ค. 67 Revised date: 30 พ.ค. 68 Accepted date: 6 มิ.ย. 68

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2025.265494>

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยต่อสมบัติของดิน การดูดใช้ธาตุอาหาร ผลผลิต และเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยในการผลิตถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ปลูกในสภาพหลังเก็บเกี่ยวข้าว ในดินร่วนปนทราย จังหวัดชัยนาท วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design; RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ 4 ดำรับการทดลอง ดังนี้ ดำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเป็นดำรับควบคุม ดำรับที่ 2 พ่นปุ๋ยทางใบ ด้วยปุ๋ยเกล็ดสูตร 25-5-5 และ 15-30-15 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ และดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เก็บข้อมูลสมบัติของดิน มวลชีวภาพส่วนเหนือดิน การดูดใช้ธาตุอาหารพืช และผลผลิต ผลการศึกษา พบว่า สมบัติของดินหลังปลูก องค์ประกอบผลผลิต มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก ไม่แตกต่างกันระหว่างดำรับการทดลอง ($p>0.05$) ยกเว้นปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ($p<0.05$) การใส่ปุ๋ย อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ทำให้ความสูงต้น ($p<0.01$) และผลผลิต ($p<0.05$) สูงสุด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ในดินร่วนปนทราย ชุดดินเดิมบาง จำเป็นต้องใช้ปุ๋ย โดยอาจพ่นปุ๋ยทางใบเพียงอย่างเดียว (ปุ๋ยเกล็ดสูตร 25-5-5 และ 15-30-15) หรือ การใช้ปุ๋ยเคมี อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ หรือใช้ปุ๋ยเคมี อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และเมื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ พบว่าการพ่นปุ๋ยทางใบให้ผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุนมากที่สุด เท่ากับ 4.20

คำสำคัญ: การใช้ปุ๋ย ถั่วเขียว ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

Abstract

The research aimed to investigate how fertilizer application affects soil properties, primary nutrient uptake, yield and compare cost and return of mung bean cultivar Chainat-3 production, grown in sandy loam soil in Chai Nat province. The study used a randomized complete block design (RCBD) and included five replications. Four treatments were applied: 1. control (no fertilizer use), 2. foliar spray (Fertilizers 25-5-5 and 15-30-15 at a rate of 50 g/20 liters of water), 3. chemical fertilizer at a rate of 4.5-3-3 kg N-P₂O₅-K₂O/rai, and 4. chemical fertilizer at the rate of 4.5-3-3 kg N-P₂O₅-K₂O/rai + rhizobium biofertilizer. The collected data included measurements of soil properties, above-ground biomass, primary nutrient uptake, yield component, and yield. The results indicated that there were no significant differences among treatments regarding soil properties, yield components, dry matter, and nutrient uptake ($p>0.05$), with the except of soil organic matter. The application of chemical fertilizer at a rate of 4.5-3-3 kg N-P₂O₅-K₂O/rai + rhizobium biofertilizer, significantly increased plant height ($p<0.01$) and yield ($p<0.05$). The experimental results showed that growing the Chainat 3 variety of mung beans in the sandy loam soil of the Doem Bang soil series requires the application of fertilizers. This can be achieved through several methods: using only foliar fertilizers (specifically, 25-5-5 and 15-30-15 formulations), applying chemical fertilizers at a rate of 4.5-3-3 kg N-P₂O₅-K₂O/rai, or a combination of chemical fertilizers with rhizobium biofertilizer. An economic analysis indicated that the use of foliar fertilizers yielded the highest return on investment, which was calculated to be 4.20.

Keywords: fertilizer application, mung bean, economic return, rhizobium biofertilizer

¹ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

² ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร ชัยนาท 17150

¹ Agricultural Production Sciences Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

² Chai Nat Field Crops Research Center, Department of Agriculture, Chai Nat 17150

* Corresponding author: sainam.uduay@hotmail.co.th

คำนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) เป็นพืชในสกุล *Vigna* ที่สำคัญในระบบปลูกพืช ปีการผลิต 2566/2567 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกถั่วเขียว 663,500 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 153 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตรวม 101,825 ตัน แต่มีความต้องการใช้ในประเทศมากถึง 109,640 ตัน จังหวัดที่เป็นแหล่งปลูก ได้แก่ เพชรบูรณ์ สุโขทัย นครสวรรค์ ชัยนาท และสระบุรี (Office of Agricultural Economics, 2024) อย่างไรก็ตาม พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นในช่วงไม่กี่ปี โดยมีเป้าหมายเพื่อสนองความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยจังหวัดชัยนาทมีพื้นที่ปลูกถั่วเขียวถึง 30,748 ไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 109 กิโลกรัมต่อไร่ (Department of Agricultural Extension, 2019) เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่นิยมปลูกถั่วเขียวภายหลังจากเก็บผลผลิตข้าว (ธันวาคม-มกราคม) ซึ่งเป็นการปลูกถั่วเขียวในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากดินมีความชื้นเหลืออยู่ พันธุ์ถั่วเขียวที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์รับรองของทางราชการ (Technologychaoban, 2016) ประกอบกับประสบปัญหาด้านโรคแมลง จึงให้ผลผลิตต่ำกว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของประเทศ อย่างไรก็ตามถั่วเขียวเป็นพืชที่เพาะปลูกง่าย สามารถปรับตัวได้ในสภาพอากาศเขตร้อน อายุเก็บเกี่ยวสั้นและทนแล้งได้ดี (Du et al., 2018) เหมาะสมที่จะปลูกทดแทนการปลูกข้าวนาปรัง และการปลูกถั่วเขียวมีประโยชน์ เนื่องจากเมล็ดถั่วเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถนำมาใช้เป็นอาหาร และเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเขียวแล้ว ส่วนของต้นเมื่อไถกลบลงดิน ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Panchaban, 1984) โดย Department of Agriculture (2020) ได้รับรองพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ขึ้นมาในปี 2562 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 232 กิโลกรัมต่อไร่ มีขนาดเมล็ดใหญ่ และเหมาะสำหรับการเพาะถั่วงอก

ปัจจุบันผลผลิตถั่วเขียวในประเทศไทยยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากปัญหาด้านการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์มีปริมาณไม่เพียงพอ ปัญหาด้านการเก็บเกี่ยว เนื่องจากสุกแก่ไม่พร้อมกัน ต้นทุนการผลิตต่อไร่สูง ปัญหาเรื่องโรคและแมลง สภาพอากาศ และดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Thansettakij, 2023) โดยการจัดการธาตุอาหารพืชถือเป็นข้อจำกัดประการหนึ่งต่อการให้ผลผลิต มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต พัฒนาการ และการสร้างผลผลิตของถั่วเขียว (Asaduzzaman et al., 2008) ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ใน 1 ฤดูปลูกต้องการธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 13, 2 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Tanwan et al., 2023) ดังนั้น ปุ๋ยจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งที่มีผลต่อการผลิตพืช Sadeghipour et al. (2010) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสช่วยเพิ่มผลผลิตถั่วเขียวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 14 กิโลกรัม N ต่อไร่ และ ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 19 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ Ayub et al. (1999) กล่าวว่า ถั่วเขียวให้ผลผลิตสูงสุด โดยสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีควบคุม) ถึง 31% เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 6.4 กิโลกรัม N ต่อไร่ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้กับพืชตระกูลถั่ว เนื่องจากมีจุลินทรีย์ชนิดแบคทีเรีย (*Bradyrhizobium* sp.) สร้างปมที่ราก ซึ่งช่วยในการตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ประโยชน์ได้ โดยปกติแบคทีเรียชนิดนี้จะไม่ได้อยู่ในดินทั่วไป (Pongkao and Kaveeta, 1992) ซึ่งช่วยลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ให้พืชได้ (Favero et al., 2021) ถ้าดินมีระดับธาตุไนโตรเจนต่ำ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณเล็กน้อยจะกระตุ้นให้เกิดการสร้างปมอยู่ร่วมกับไรโซเบียมและส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว (Yin et al., 2018) ในดินทั่ว ๆ ไปในประเทศไทย มักมีเชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเขียวอยู่ แต่ถ้าดินบริเวณนั้นไม่เคยปลูกถั่วเขียวมาก่อน หรือมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ควรคลุกเชื้อไรโซเบียม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนให้มีการสร้างปมรากเพิ่มมากขึ้น (Insalud et al., 2021) อย่างไรก็ตามเกษตรกรในพื้นที่ยังขาดการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ซึ่งถ้าต้องการให้เกิดปมเร็วขึ้นควรคลุกเมล็ดก่อนปลูก ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยต่อสมบัติของดิน ผลผลิต การดูดใช้ธาตุอาหารพืชและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ปลูกในนาข้าวหลังฤดูทำนา ในดินร่วนปนทราย จังหวัดชัยนาท

วิธีการศึกษา

สถานที่ทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ แปลงทดลองและขยายพันธุ์พืชดงเกณท์หลวง อำเภอดงสิงห์ จังหวัดชัยนาท โดยปลูกถั่วเขียว พันธุ์ชัยนาท 3 ในนาข้าวหลังฤดูทำนา ระหว่างเดือนมกราคม 2567-มีนาคม 2567 พิกัดแปลงทดลอง อยู่ที่ละติจูด $15^{\circ}12'23.67''N$ ลองจิจูด $99^{\circ}54'20.96''E$ สภาพดินในพื้นที่จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินเดิมบาง (Fine, kaolinitic, isohyperthermic Aeric (Plinthic) Endoaqualfs) ตามข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินในระบบ USDA (Land Development Department, 2023)

การเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง

สุ่มเก็บดินก่อนปลูก ที่ความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร ให้ได้ตัวอย่างดินแบบรวม (composite soil samples) นำไปวิเคราะห์เนื้อดิน ปฏิกริยาดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีของ Department of Agriculture (2001) พบว่า ดินที่ใช้ทดลองมีเนื้อดินเป็นร่วนปนทราย ปฏิกริยาดิน (พีเอชของดิน)

เป็นกลาง มีค่า pH (ดิน:น้ำ 1:1) ระหว่าง 6.8–7.0 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว ค่าการนำไฟฟ้า (EC 1:5) 0.08 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร จัดอยู่ในระดับไม่เค็ม (Table 1) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในระดับต่ำ เฉลี่ย 0.78% และ 47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในระดับสูง เฉลี่ย 47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการประเมินด้วยวิธีของ Land Development Department (1980) ดินที่ใช้ในการศึกษามีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง จึงพิจารณาอัตราปุ๋ยแนะนำ คือ 4.5–3–3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ (Department of Agriculture, 2005; 2021)

Table 1 Soil analysis before planting

Parameters	Analysis value			Optimal value ^{1/}
	0-20 cm	20-50 cm	Average	
Soil pH (1:1)	6.8	7.0	6.9	5.5–7.0
Electrical conductivity (EC) (1:5) (dS/m)	0.09	0.06	0.08	non saline
Organic matter (%) (Walkley and Black)	1.09	0.47	0.78	> 1.0
Available Phosphorus (Bray II) (mg/kg)	69	24	47	> 8
Exchangeable Potassium (mg/kg) (NH ₄ OAc pH7)	37	25	31	> 40
Sand (%)	56.0	55.0	-	-
Silt (%)	25.8	25.6	-	-
Clay (%)	18.2	19.4	-	-
Texture (Hydrometer method)	Sandy loam	Sandy loam	-	Loam, Clay loam, Clay, Sandy clay loam

^{1/}Department of Agriculture (2021)

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design; RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ และ 4 ดำรับการทดลอง รายละเอียดดำรับการทดลองแสดงใน Table 2

Table 2 Treatment details of fertilizer management in comparison with the control treatment

Treatments	Symbols	Describes
1	Control	No fertilizer use
2	FAM	Foliar spray of fertilizer 25–5–5 and 15–30–15 at a rate of 50 g/20 liters
3	RDF	4.5–3–3 kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai
4	RDF + Rhizobium	4.5–3–3 kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai + rhizobium biofertilizer

วิธีการปลูกและการจัดการ

ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 6 × 10 เมตร รวมทั้งสิ้น 20 แปลง ระยะระหว่างแปลงย่อย เท่ากับ 1.5 เมตร ปลูกถั่วเขียวแบบเป็นแถวเดี่ยว จำนวน 12 แถวๆ ละ 50 หลุม ใช้ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร จำนวน 4 ต้นต่อหลุม ใช้พันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชยันนา 3 เป็นพืชทดลอง ดำเนินการปลูกถั่วเขียวในวันที่ 18 มกราคม 2567 ดำรับการทดลองที่ 2 พ่นปุ๋ยทางใบ โดยให้ปุ๋ยทางใบ 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 เมื่อต้นถั่วเขียวอายุ 22 วัน พ่นปุ๋ยเกล็ดสูตร 25–5–5 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และ ครั้งที่ 2 เมื่อต้นถั่วเขียวอายุ 43 วัน พ่นปุ๋ยเกล็ดสูตร 15–30–15 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และใส่ปุ๋ยเคมีตามดำรับการทดลองที่ 3 และ 4 โดยแบ่งใส่ปุ๋ยเคมี ดังนี้ (1) รองกันหลุมพร้อมปลูก ด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราที่กำหนดไว้ในแต่ละดำรับการทดลองพร้อมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมเต็มอัตราที่กำหนดไว้ในแต่ละดำรับการทดลอง และ (2) เมื่อต้นถั่วเขียวอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือครึ่งอัตราที่กำหนดไว้ในแต่ละดำรับการทดลอง ด้วยการโรยปุ๋ยเป็นแถบ สองข้างแถวปลูก และพรวนดินกลบ (Department of Agriculture, 2021) โดยใช้ปุ๋ยสูตร 46–0–0 ปุ๋ยสูตร 18–46–0 และปุ๋ยสูตร 0–0–60 จากนั้นเก็บเกี่ยวผลผลิต

วันที่ 25 มีนาคม 2567 ในพื้นที่ 3×6 เมตร ประเมินมวลชีวภาพของถั่วเขียว โดยสุ่มเก็บตัวอย่างพืชจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย แยกเป็น 4 ส่วน คือ ต้น ใบ เมล็ด และเปลือกฝัก นำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำหนักแห้ง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดตั้งไปใช้ ต้นถั่วเขียวที่เหลือในแต่ละแปลงย่อย ได้ตัดต้นถั่วเขียวและทิ้งเศษซากต้นและใบถั่วเขียวไว้ในแปลง

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น และผลผลิตของถั่วเขียว ได้แก่ ความยาวฝัก จำนวนฝักถั่วเขียวต่อต้น น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียวต่อฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ด รวมทั้งข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของพืช (plant nutrient uptake) ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) โดยนำตัวอย่างพืช แยกออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ลำต้น ใบ เปลือก และเมล็ด มาอบแห้งและบดให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ด้วยการย่อยตัวอย่างด้วยกรด H_2SO_4 ตามวิธี Kjeldahl method (Kjeldahl, 1883) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดทำการย่อยตัวอย่างด้วยกรด $HNO_3 : HClO_4$ อัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณโพแทสเซียม ตามวิธีของ Department of Agriculture (2001) สำหรับดินหลังการทดลองนำไปวิเคราะห์ตามวิธีของ Department of Agriculture (2001) ส่วนดัชนีการเก็บเกี่ยวคำนวณตามวิธีของ Udpuay et al. (2022) โดยดัชนีการเก็บเกี่ยวคือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักผลผลิตเมล็ดต่อน้ำหนักทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างทางสถิติ

นำข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ สมบัติของดินหลังปลูก มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน การดูดใช้ธาตุอาหารหลัก องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวแปรการทดลอง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT for dos version 3/93 (International Rice Research Institute, 2005) วิเคราะห์ความคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยวิธี value : cost ratio (VCR) ตามวิธีของ Udpuay et al. (2022)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

การใช้ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ไม่ทำให้สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกแตกต่างกัน ($p>0.05$) ยกเว้นปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก ($p<0.05$) ดำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ย อัตรา 4.5–3–3 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + ไรโซเบียม (RDF+Rhizobium) มีอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด เฉลี่ย 1.03% แต่ไม่แตกต่างกับดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยดำรับการทดลองอื่น ๆ กล่าวคือ ดำรับการทดลองที่ 2–4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม พบว่า การใส่ปุ๋ยทางดินและทางใบ ทำให้ดินมีอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น 10–49% เมื่อเทียบกับดำรับการทดลองไม่ใส่ปุ๋ย (ดำรับควบคุม) (Table 3)

นอกจากนี้ยังพบว่า ดินทั้ง 2 ระดับความลึก คือ 0–20 และ 20–50 เซนติเมตรหลังปลูกถั่วเขียว ดินมีปฏิกิริยาไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีปฏิกิริยาของดิน ระหว่าง 6.1–6.5 ค่าการนำไฟฟ้าในดิน (EC 1:5) ระหว่าง 0.02–0.03 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร จัดอยู่ในระดับไม่เค็ม อินทรีย์วัตถุในดินต่ำ (0.85%–0.86%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูง (50–53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง (25–34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (Table 3) การใช้ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ไม่ทำให้สมบัติทางเคมีของดินเปลี่ยนแปลงทั้งสองความลึก (0–20 และ 20–50 เซนติเมตร) แตกต่างกันยกเว้นปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบน

Table 3 Effect of using fertilizer on soil chemical properties after experiment of mung bean cv. Chai Nat-3

Treatments	Soil pH (1:1)		EC (1:5) (dS/m)		OM (%) (Walkley and Black)		Avail. P (mg/kg) (Bray II)		Exch. K (mg/kg) (NH ₄ OAc pH7)	
	0-20	20-50	0-20	20-50	0-20	20-50	0-20	20-50	0-20	20-50
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Control	6.2	6.5	0.03	0.02	0.69 ^b	0.80	45	56	28	25
FAM	6.0	6.4	0.03	0.03	0.76 ^{ab}	0.87	50	55	32	27
RDF	6.2	6.6	0.02	0.02	0.92 ^{ab}	0.85	47	48	41	23
RDF+Rhizobium	6.2	6.6	0.02	0.03	1.03 ^a	0.92	59	53	38	25
Mean	6.1	6.5	0.03	0.02	0.85	0.86	50	53	34	25
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6.1	8.6	29.2	23.3	20.3	15.9	25.2	26.6	23.4	28.1

Mean within a column followed by the same letter is not significantly different by DMRT ($P > 0.05$), *=0.05 and ns = non-significant

องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของถั่วเขียว

การใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ไม่ทำให้องค์ประกอบผลผลิตถั่วเขียวแตกต่างกันทางสถิติ ถั่วเขียวให้ผลผลิตฝักเฉลี่ย 10.4 เซนติเมตร จำนวนฝักถั่วเขียวต่อต้นเฉลี่ย 12.6 ฝัก จำนวนเมล็ดถั่วเขียวต่อฝักเฉลี่ย 12.1 เมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 78.4 กรัม Nursu'aidah et al. (2014) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดถั่วเขียวต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ดในถั่วเขียว ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ลักษณะเฉพาะของพันธุ์ถั่วเขียว การขาดธาตุอาหารเฉพาะในดิน หรือช่วงเวลาและวิธีการใส่ปุ๋ย (Yin et al., 2018) แต่มีผลทำให้ความสูงต้น ($p < 0.01$) และผลผลิต ($p < 0.05$) แตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ย อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ไรโซเปียม ทำให้ความสูงของต้นถั่วเขียวสูงที่สุด เฉลี่ย 76.2 เซนติเมตร และผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 205.3 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 4) อย่างไรก็ตาม พบว่า การใส่ปุ๋ย อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ไรโซเปียมให้ผลผลิตของต้นถั่วเขียวไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) แต่พบว่าค่าการทดลองให้ปุ๋ยทางดินทั้งสองค่าการทดลองให้ผลผลิตสูงกว่าค่าการทดลองที่ 2 การให้ปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ดสูตร 25-5-5 และ 15-30-15 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) และค่าการทดลองที่ 1 การไม่ใส่ปุ๋ย (ค่าควบคุม) เพิ่มขึ้น 10-22% และ 20-33% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการทดลองไม่ใส่ปุ๋ย (ค่าควบคุม) พบว่า ถั่วเขียวให้ผลผลิตลดลง เมื่อเทียบกับค่าการทดลองการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ถึง 17-24% แต่การใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ กลับให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน (Table 4) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Asaduzzaman et al. (2008) พบว่า ถั่วเขียวพันธุ์ BARI mung-5 มีการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ย หรือ ให้ปุ๋ยในระดับต่ำ หรือมีการให้ปุ๋ยที่ไม่สมดุล อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่า ค่าการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ย อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ไรโซเปียม (RDF+Rhizobium) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 205.3 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกับค่าการทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งให้ผลผลิต 189.7 และ 204.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะเห็นว่า ค่าการทดลองที่มีการใช้โรโซเปียมร่วมด้วยทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 30% เมื่อเทียบกับค่าควบคุม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ehsan et al. (2023) ซึ่งพบว่า การใส่เชื้อโรโซเปียมช่วยเพิ่มผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวถึง 12% และการศึกษาของ Hussain et al. (2011) พบว่า การใส่ปุ๋ยอย่างเหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว

ผลของการใส่ปุ๋ยต่อดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า การใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ มีผลทำให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเขียวแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยถั่วเขียว ในค่าการทดลองที่ 4 ที่ได้รับปุ๋ย อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ไรโซเปียม มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าถั่วเขียวที่ได้รับปุ๋ยอัตราอื่น ๆ โดยมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว เท่ากับ 0.205 รองลงมา คือ ค่าการทดลองที่ 3 และค่าการทดลองที่ 2 มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว เท่ากับ 0.175 และ 0.173 ตามลำดับ ส่วนค่าการทดลองไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำที่สุด คือ 0.148 (Table 4)

Table 4 Effect of using fertilizer on plant height, yield components and yield of mung bean cv. Chai Nat-3

Treatments	Plant height (cm)	Pod length (cm)	Pods/plant	Seeds/pod	1,000 seeds (g)	Yield (kg/rai)	Harvest index
Control	57.3 ^c	9.9	11.3	12.1	75.4	157.0 ^c	0.148 ^b
FAM	62.4 ^{bc}	11.5	11.8	12.0	77.8	189.7 ^{ab}	0.173 ^{ab}
RDF	68.6 ^{ab}	10.1	13.3	12.2	80.3	204.7 ^a	0.175 ^{ab}
RDF+Rhizobium	76.2 ^a	10.1	13.9	12.3	80.0	205.3 ^a	0.205 ^a
Mean	66.1	10.4	12.6	12.1	78.4	189.1	0.175
F-test	**	ns	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	8.4	18.3	12.6	3.2	4.9	12.5	14.4

Mean within a column followed by the same letter was not significantly difference by DMRT,

** significant difference at $p \leq 0.01$ level, * significant difference at $p \leq 0.05$ level, and ns was non-significant difference

มวลชีวภาพส่วนเหนือดินและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของพืช

การใช้ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ไม่ทำให้มวลชีวภาพส่วนเหนือดินและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของต้นถั่วเขียวที่ปลูกในดินร่วนปนทรายแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยถั่วเขียวมีการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ N P และ K เฉลี่ยเท่ากับ 15.20 4.10 และ 18.70 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) แสดงให้เห็นว่า ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 มีการดูดใช้ธาตุ K > N > P อย่างไรก็ตาม ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง การใช้ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ไม่ทำให้พืชมีปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก (N P K) เพิ่มขึ้น ไปจากการไม่ใส่ปุ๋ย (ค่ารับควบคุม) แต่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในส่วนของเมล็ด ($p < 0.05$) (Table 6–7) เมื่อประเมินสัดส่วนของธาตุอาหารที่ถั่วเขียวต้องการจะเห็นว่า ถั่วเขียวต้องการโพแทสเซียมและไนโตรเจนในปริมาณที่สูงกว่าฟอสฟอรัส ซึ่งโดยทั่วไปแล้วธาตุอาหารหลักมีหน้าที่ในการเพิ่มความสูงของต้น รูปแบบการสร้างปม การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเขียว โดย Meena and Varma (2016) ได้ปลูกถั่วเขียวในประเทศอินเดีย ที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย พบว่า เพื่อให้ได้ผลผลิต 83.8 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเขียวมีการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก เท่ากับ 6.94–1.01–7.56 กิโลกรัม N–P–K ต่อไร่ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Choudhary et al. (2013) พบว่า ถั่วเขียวพันธุ์ RMG-268 ที่ปลูกในประเทศอินเดีย มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน เมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 3.2–6.4–0 kg N–P₂O₅–K₂O ต่อไร่ มีการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก เท่ากับ 10.99–1.22–9.18 กิโลกรัม N–P–K ต่อไร่ ให้ผลผลิตเท่ากับ 189.4 กิโลกรัมต่อไร่

Table 5 Effect of using fertilizer on above-ground biomass and nutrient of mung bean cv. Chai Nat-3

Treatments	Above-ground biomass (kg/rai)	Nutrient uptake (kg/rai)		
		N	P	K
Control	1,007	15.20	4.20	17.60
FAM	1,101	15.40	4.20	17.20
RDF	1,188	15.00	3.80	19.60
RDF+Rhizobium	1,234	15.20	4.20	20.40
Mean	1,133	15.20	4.10	18.70
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18.0	6.3	10.9	13.8

ns was non-significant difference

ผลของการใช้ปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารและปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของถั่วเขียว พบว่า การใช้ปุ๋ยไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน และโพแทสเซียมในเมล็ด ลำต้น ใบ และเปลือกฝักแตกต่างกัน โดยมีความเฉลี่ย สำหรับไนโตรเจน 3.43% 0.97% 1.98% และ 0.69% ตามลำดับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเมล็ดสูงกว่าใบ ลำต้น และเปลือก ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียม เท่ากับ 1.30% 2.01% 1.58% และ 1.72% ตามลำดับ (Table 6) ส่วนฟอสฟอรัส พบว่า การใช้ปุ๋ยมีผลต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ด โดยได้รับการทดลองที่ 1 มีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำที่สุด เฉลี่ย 0.86%

สำหรับส่วนอื่น ๆ ของถั่วเขียว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของความเข้มข้นของฟอสฟอรัส อย่างไรก็ตามเมล็ดมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าใบ ลำต้น และเปลือก ตามลำดับ สำหรับปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของถั่วเขียวให้ผลสอดคล้องกับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในส่วนต่าง ๆ (Table 7) คือ การใช้ปุ๋ยไม่ทำให้ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารแตกต่างกัน ($p>0.05$) ยกเว้นปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนของเมล็ดแตกต่างกัน ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม) พบว่า มีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสในส่วนของเมล็ดต่ำที่สุด เฉลี่ย 2.56 กิโลกรัม P ต่อไร่ ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย มีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส อยู่ระหว่าง 2.62–2.69 กิโลกรัม P ต่อไร่ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ด เนื่องจากธาตุฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในการสร้างเมล็ดและถั่วเขียวจะต้องมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินที่เพียงพอ (Parvez et al., 2013)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ย

เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนจากการลงทุนใช้ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ สำหรับการผลิตถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ที่ปลูกในร่วนปนทราย จังหวัดชัยนาท พบว่า ตำรับการทดลอง การให้ปุ๋ยทางใบ ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติของเกษตรกรในพื้นที่ (พ่นปุ๋ยทางใบ 2 ครั้ง ด้วยปุ๋ยเกล็ดสูตร 25-5-5 และ 15-30-15) ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนสูงที่สุด ให้ VCR 4.20 (Table 8) แต่เมื่อมีการใส่ตามอัตราแนะนำ และ/หรือร่วมกับการใส่ปุ๋ยโรยเปี่ยม กลับให้ผลตอบแทนลดลง

Table 6 Effect of using fertilizer on nutrient concentration in each part of mung bean cv. Chai Nat-3

Treatments	N concentration (%)				P concentration (%)				K concentration (%)			
	Grain	Stalk	Leave	Pod shell	Grain	Stalk	Leave	Pod shell	Grain	Stalk	Leave	Pod shell
Control	3.39	0.94	1.91	0.66	0.86 ^b	0.33	0.44	0.16	1.29	1.90	1.46	1.63
FAM	3.44	0.99	2.07	0.69	0.88 ^{ab}	0.36	0.48	0.14	1.29	1.76	1.45	1.67
RDF	3.43	0.96	1.97	0.73	0.90 ^a	0.34	0.45	0.14	1.30	2.16	1.64	1.79
RDF+Rhizobium	3.46	0.99	1.97	0.70	0.90 ^a	0.37	0.44	0.13	1.32	2.24	1.79	1.79
Mean	3.43	0.97	1.98	0.69	0.89	0.35	0.45	0.14	1.30	2.01	1.58	1.72
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.8	7.6	9.6	10.2	2.6	15.1	12.8	29.1	2.9	21.7	16.5	8.0

Mean within a column followed by the same letter was not significantly difference by DMRT,

* significant difference at $p \leq 0.05$ level, and ns was non-significant difference

Table 7 Effect of using fertilizer on nutrient uptake in each part of mung bean cv. Chai Nat-3

Treatments	N uptake (kg/rai)				P uptake (kg/rai)				K uptake (kg/rai)			
	Grain	Stalk	Leave	Pod shell	Grain	Stalk	Leave	Pod shell	Grain	Stalk	Leave	Pod shell
Control	10.10	3.24	6.92	0.58	2.56 ^b	1.14	1.52	0.14	3.85	6.58	5.04	1.44
FAM	10.25	3.42	7.16	0.61	2.62 ^{ab}	1.24	1.66	0.12	3.83	6.06	5.02	1.48
RDF	10.23	3.32	6.80	0.65	2.68 ^a	1.14	1.56	0.13	3.87	7.48	5.68	1.58
RDF+Rhizobium	10.30	3.42	6.82	0.62	2.69 ^a	1.26	1.54	0.12	3.92	7.76	6.18	1.58
Mean	10.22	3.35	6.93	0.61	2.64	1.20	1.57	0.13	3.87	6.97	5.48	1.52
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.8	7.5	11.1	10.1	2.6	14.6	13.0	29.2	2.9	21.7	16.5	8.0

Mean within a column followed by the same letter was not significantly difference by DMRT,

* significant difference at $p \leq 0.05$ level, and ns was non-significant difference

Table 8 Effect of using fertilizer on economic return of mung bean cv. Chai Nat-3

Treatments	Yield (kg/rai)	Increased yield (%)	Gross benefit	Gross return	Cost on fertilizer	Increased cost	Net benefit	Net return	VCR ^{1/}
(Baht/rai)									
Control	157.0	-	5,338	-	0	-	5,338	-	-
FAM	189.7	21	6,450	1,112	265	265	6,185	847	4.20
RDF	204.7	30	6,960	1,622	397	397	6,562	1,224	4.08
RDF+Rhizobium	205.3	31	6,980	1,642	447	447	6,533	1,195	3.67

^{1/}VCR = Value to Cost Ratio; Fertilizer price on January 2024: 46-0-0 (16.5 Baht/kg), 18-46-0 (24.0 Baht/kg), 0-0-60 (17.5 Baht/kg), 25-5-5 (115 Baht/kg), 15-30-15 (150 Baht/kg), Rhizobium (250 Baht/kg) and yield price: 34 Baht/kg

Source: Office of Agricultural Economics (2024)

สรุปผลการศึกษา

การใช้ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ที่ปลูกในนาข้าวหลังฤดูทำนา ในดินร่วนปนทราย จังหวัดชัยนาท ซึ่งเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ แต่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี อัตรา 4.5-3-3 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ + ไรโซเบียม เป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิต และส่งผลให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 205.3 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ การให้ปุ๋ยทางใบให้ค่า VCR สูงที่สุด (4.20) แต่ให้ผลผลิต เฉลี่ย 189.7 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยกับถั่วเขียวในแต่ละพื้นที่ควรพิจารณาสมบัติของดิน และความต้องการธาตุอาหาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม และ สมมุติฐาน: สายน้ำ อุดพั่ว, วิไลรัตน์ แป้นแก้ว. การปฏิบัติการวิจัย การมีส่วนร่วมในการออกแบบ การทดลอง การทดสอบ เครื่องมือวัด วิธีการเก็บ ข้อมูล และ criteria: นุชนาถ ต้นวรรณ, วิไลรัตน์ แป้นแก้ว. การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล: สายน้ำ อุดพั่ว, วิไลรัตน์ แป้นแก้ว. การวิพากษ์วิจารณ์ผล การแสดง การเปรียบเทียบกับข้อสรุป หรือองค์ความรู้ หรือทฤษฎีเดิม: สายน้ำ อุดพั่ว. การมีส่วนร่วมในการเขียนต้นฉบับบทความ: สายน้ำ อุดพั่ว, สมฤทัย ต้นเจริญ.

เอกสารอ้างอิง

- Asaduzzaman, M., Karim, M. F., Ullah, M. J., & Hasanuzzaman, M. (2008). Response of mungbean (*Vigna radiata* L.) to nitrogen and irrigation management. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 3(1), 40-43.
- Ayub, M., Tanveer, A., Choudhry, M. A., Amin, M. M. Z., & Murtaza, G. (1999). Growth and yield response of mungbean (*Vigna radiata* L.) cultivars to varying levels of nitrogen. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2(4), 1378-1380.
- Choudhary, H. R., Sharma, O. P., Singh, R. K., Singh, K., Kumar, R., & Yadav, L. (2013). Influence of organic manures and chemical fertilizer on nutrient uptake, yield and profitability of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Madras Agricultural Journal*, 100(1-3), 747-750.
- Department of Agricultural Extension. (2019). **Planting in Chai Nat Province: 2018/2019**. Retrieved from: <http://production.doae.go.th/>. (in Thai).
- Department of Agriculture. (2001). **Soil and Plant Analysis Manual**. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Department of Agriculture. (2005). **Recommendations for the Use of Fertilizers based on Soil Analysis Values for Economic Field Crops**. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Department of Agriculture. (2020). **Technology of Mung Bean Production**. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Department of Agriculture. (2021). **Recommendations for the Use of Fertilizers based on Soil Analysis Values for Economic Field Crops**. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Du, M., Xie, J., Gong, B., Xu, X., Tang, W., Li, X., & Xie, M. (2018). Extraction, physicochemical characteristics and functional properties of Mung bean protein. *Food Hydrocolloids*, 76(1), 131-140.

- Ehsan, S., Qureshi, M. A., Ali, M. A., Hafeez, M. B., Ali, N., Zahra, N., & Raza, A. (2023). Improvement in quality and yield of mung bean through combined use of crop-specific rhizobium and physiological precursors. *Journal of Crop Health*, 75(6), 2931–2941.
- Favero, V. O., Carvalho, R. H., Motta, V. M., Leite, A. B. C., Coelho, M. R. R., Xavier, G. R., Rumjanek, N. G., & Urquiaga, S. (2021). *Bradyrhizobium* as the only rhizobial inhabitant of mung bean (*Vigna radiata*) nodules in tropical soils: a strategy based on microbiome for improving biological nitrogen fixation using bio-products. *Frontiers in Plant Science*, 11(1), 602645.
- Hussain, F., Malik, A. U., Haji, M. A., & Malghani, A. L. (2011). Growth and yield response of two cultivars of mungbean (*Vigna radiata* L.) to different potassium levels. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 21(3), 622–625.
- Insalud, N., Sungpalee, W., Atnaseo, C., Hermhuk, S., Thongplew, P., & Padklang, C. (2021). Responses of Chainat 72 and Chainat 84 mungbean varieties on N P K deficiency. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(Suppl. 1), 929–935. (in Thai).
- International Rice Research Institute. (2005). *IRRISTAT software 5.0 for Windows*. International Rice Research Institute.
- Kjeldahl, J. (1883). A new method for the determination of nitrogen in organic matter. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22(1), 366–382.
- Land Development Department. (1980). *Manual for Classifying Land Suitability for Economic Crops, Volume 28*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Land Development Department. (2023). *Soil Knowledge and Management*. Retrieved from: <https://iddindee.ddd.go.th/iddindee/SoilSeries/home.html>. (in Thai).
- Meena, R. S., & Varma, D. (2016). Mungbean yield and nutrient uptake performance in response of NPK and lime levels under acid soil in Vindhyan region, India. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(2), 860–863.
- Nursu'aidah, H., Motior, M. R., Nazia, A. M., & Islam, M. A. (2014). Growth and photosynthetic responses of long bean (*Vigna unguiculata*) and mung bean (*Vigna radiata*) response to fertilization. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(2), 573–578.
- Office of Agricultural Economics. (2024). *Agricultural Economic Information by Product in 2023*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Panchaban, S. (1984). Effect on mungbean yield of fertilizer as a foliar spray and soil application. *Thai Agricultural Research Journal*, 2(1), 16–19. (in Thai).
- Parvez, M. T., Paul, S. K., & Sarkar, M. A. R. (2013). Yield and yield contributing characters of mungbean as affected by variety and level of phosphorus. *Journal of Agroforestry and Environment*, 7(1), 115–118.
- Pongkao, S., & Kaveeta, R. (1992). Interaction of *rhizobium* sp. to 32 mungbean lines. *Thai Agricultural Research Journal*, 10(2), 73–80. (in Thai).
- Sadeghipour, O., Monem, R., & Tajali, A. A. (2010). Production of mungbean (*Vigna radiata* L.) as affected by nitrogen and phosphorus fertilizer application. *Journal of Applied Sciences*, 10(10), 843–847.
- Tanwan, N., Uduyay, S., Tanchaen, S., Nobuntou, W., & Pankaew, W. (2023). Effects of potash fertilizer on photosynthesis, nutrient uptake and yield of Chai Nat-3 variety grown in clay soil at Chat Nat province. In *Proceedings of the 20th Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Conference*, pp. 2025–2034. Kasetsart university. (in Thai).
- Thansettakij. (2023). *Expand Seed Production Network of Mung Bean (Chai Nat-3) to Support Food Security*. Retrieved from: <https://www.thansettakij.com/sustainable/food-security/569082>. (in Thai).
- Technologychaoban. (2016). *Mung Beans after Rice in Chai Nat Province*. Retrieved from: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_1105. (in Thai).
- Uduyay, S., Kueanoon, C., Tanwan, N., & Thuenprom, N. (2022). Effect of potash fertilizer on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in clay loam soil. *Thai Agricultural Research Journal*, 40(3), 307–320. (in Thai).
- Yin, Z., Guo, W., Xiao, H., Liang, J., Hao, X., Dong, N., Leng, T., Wang, Y., Wang, Q., & Yin, F. (2018). Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization to achieve expected yield and improve yield components of mung bean. *Plos One*, 13(10), e0206285.