

ทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีต่อผลผลิตและคุณภาพมันสำปะหลัง ในกลุ่มชุดดิน 35 จังหวัดกำแพงเพชร

Testing of PGPR-3 Biological Fertilizer on Yield and Quality of Cassava in Soil Series 35, Kamphaeng Phet Province

เอกพล มนเดช^{1*} และ สุภชัย วรรณมณี²

Ekaphol Mondet^{1*} and Supachai Wanmanee²

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร กรมวิชาการเกษตร อ.เมือง จ.พิจิตร 66000

¹Pichit Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Mueang, Pichit, 66000

²ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุตรดิตถ์ กรมวิชาการเกษตร อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์ 53130

²Uttaradit Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Laplae, Uttaradit, 53130

*Corresponding author: a_akaphol@hotmail.com

Received: 7 October 2024; Accepted: 22 November 2024; Published: 1 December 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ต่อผลผลิตและคุณภาพของ
มันสำปะหลังในกลุ่มชุดดิน 35 ในแปลงเกษตรกร จำนวน 10 แปลง พื้นที่อำเภอเมือง และอำเภอขาณุวรลักษบุรี
จังหวัดกำแพงเพชร ระหว่าง เดือนเมษายน 2565-มีนาคม 2566 โดยเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีทดสอบ การ
ใช้ปุ๋ยชีวภาพ พีจีพีอาร์-ทรี จำนวน 1 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ย 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์
ดินสำหรับมันสำปะหลัง (12-3-12 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่) และกรรมวิธีเกษตรกร (การใช้ปุ๋ย 75%
ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง) พบว่า ความสูงต้น จำนวนหัวต่อต้น และปริมาณแป้ง
ในหัวมันสำปะหลัง ทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ในด้านผลผลิตกรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย
6,640 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกรที่มีผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,657
กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตแป้งกรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,929 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,695 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิตสูง
กว่าร้อยละ 4.4 และมีรายได้รวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.3 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร กรรมวิธีทดสอบมี
อัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน 3.7

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง; กลุ่มชุดดิน 35; ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate efficiency of Plant Growth Promoting Rhizobacteria No.3 (PGPR-3) on yield and quality of cassava in soil series 35. The two treatments comprising of the recommend method (PGPR-3 bio-fertilizer combined with 75% chemical

fertilizer according fertilizer requirement) and farmer practice were examined. Ten farmers' farm in Mueang District and Khanu Worakabsaburi District, Kamphaeng Phet Province were participating this research during April 2022 – March 2023. The result revealed that the productivity had statistically significant difference between recommend method (average 6,640 kilograms/rai) and farmer practice (average 5,657 kilograms/rai). In term of productivity of starch, the recommend method (average 1,929 kilograms/rai) had also statistically significant difference from farmer practice (average 1,695 kilograms/rai). However, plant height at 10 months, the number of tubers per plant and the amount of starch percentage in cassava roots were not statistically significant. The results showed that the recommend method had a 4.4 percent higher production cost but a 14.3 percent increase in total income compared to the farmer's method. Consequence, BRC ratio was equally 3.7 which was higher than farmers' methods.

Keywords: cassava; soil series 35; PGPR-3

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2566 มีมูลค่าการส่งออกมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ 125,907 ล้านบาท โดยตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน และสหพันธรัฐมาเลเซีย (Centre for Agricultural Information, 2023) จังหวัดกำแพงเพชรเป็นแหล่งผลิตมันสำปะหลังที่สำคัญในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยปี 2566 มีพื้นที่ปลูก 724,489 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.89 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ ผลผลิตรวม 2,146,896 ตัน เฉลี่ย 3,206 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ (3,303 กิโลกรัมต่อไร่) (Office of Agricultural Economics, 2023) สำหรับกลุ่มชุดดินที่ 35 มีพื้นที่ 364,119 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.67 ของพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร กลุ่มชุดดินนี้เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง คิดเป็นร้อยละ 46.4 ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ เนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในบริเวณที่มีความลาดชันสูงจะมีปัญหาเกี่ยวกับชะล้างพังทลายของหน้าดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ (Office of Soil Survey and Land Use Planning, 2009) ส่งผลให้ขาดแคลนน้ำเมื่อเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง เนื่องจากพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของจังหวัดกำแพงเพชรส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝน และมีการปลูกมันสำปะหลังพื้นที่เดิมติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยขาดการอนุรักษ์ดินและการจัดการที่ดี การใส่ปุ๋ยที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของมันสำปะหลังและการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนพืชไม่สามารถใช้ธาตุอาหารได้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง ประกอบกับปัจจัยการผลิตมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้น อาจเสี่ยงต่อภาวะขาดทุนสำหรับมันสำปะหลังมีความต้องการไนโตรเจน 10–20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ฟอสฟอรัส 6–10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียม 8–12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนปลูก (Agricultural Production Research and Development Division, 2021a)

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทต่อคุณภาพของดินและเป็นประโยชน์ต่อพืช คือ “พีจีพีอาร์” ด้วยลักษณะของพีจีพีอาร์ที่พบอาศัยอยู่ทั้งบริเวณในระบบรากพืชและเขตอหิพลรากพืช สามารถแบ่งพีจีพีอาร์เป็น 2 ชนิด คือ พีจีพีอาร์ที่อาศัยอยู่ภายในเซลล์รากพืช (intracellular PGPR) และพีจีพีอาร์ที่อาศัยอยู่ภายนอกเซลล์รากพืช (extracellular PGPR) พีจีพีอาร์ทั้ง 2 ชนิด มีบทบาทในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหลายด้าน ได้แก่ การสร้างราก การเพิ่มจำนวนขนราก การแตกแขนงของขนราก การงอกของเมล็ด การเจริญของต้นกล้า การเกิดและการทำหน้าที่ของปมราก การเพิ่มพื้นที่ใบ จำนวนใบ จำนวนหัว การผลิตชีวมวล การผลิตฮอร์โมนพืช การเพิ่มสารอาหาร และการดูดน้ำ เป็นต้น (Dharmanitivedya, 2021) การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยช่วยเพิ่มปริมาณรากได้น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดน้ำและปุ๋ย ทำให้ต้นพืชแข็งแรง ต้านทานโรค นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มผลผลิตพืชได้น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชได้น้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ประกอบด้วย แบคทีเรีย 2 ชนิด ได้แก่ *Azospirillum brasilense* และ *Gluconacetobacter diazotrophicus* มีปริมาณจุลินทรีย์รับรองไม่น้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อปุ๋ยชีวภาพ 1 กรัม ใช้สำหรับอ้อยและมันสำปะหลัง (Agricultural Production Research and Development Division, 2021b) สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรีและปุ๋ยเคมีเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในกลุ่มชุดดิน 35 จังหวัดกำแพงเพชร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การคัดเลือกพื้นที่และคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดสอบ

ดำเนินการทดสอบในแปลงเกษตรกร จำนวน 10 แปลง ในพื้นที่ อำเภอเมือง และ อำเภอขามเฒ่าลักษ์บุรี จังหวัดกำแพงเพชร ระหว่าง เมษายน 2565 – มีนาคม 2566 โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0–20 เซนติเมตรจากผิวดิน ส่งวิเคราะห์ คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองในแปลงทดสอบจำนวน 10 แปลง พบว่า ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย จำนวน 6 แปลง ดินร่วนปนดินเหนียวและทราย จำนวน 3 แปลง และทรายปนดินร่วน จำนวน 2 แปลง มีค่า pH 4.8–7.1 อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง (ระดับวิกฤติ < 4.6 และ > 7.8) (Agricultural Production Research and Development Division, 2021a) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.20–0.60% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.4–13.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 13.0–63.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 1) นำผลวิเคราะห์ดินในแต่ละแปลงเปรียบเทียบกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง ประเมินการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง มีความต้องการไนโตรเจน 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ฟอสฟอรัส 4 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียม 8–16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

Table 1 Soil properties in testing of PGPR– 3 biological fertilizer and chemical fertilizer on yield and quality of cassava in soil series 35, Kamphaeng Phet Province 2022–2023.

Farmer No.	Soil property				Texture
	pH	OM ^{1/} (%)	Avail.P ^{2/} (mg/Kg)	Exch.K ^{3/} (mg/Kg)	
1	4.8	0.54	5.4	13.0	Sandy loam
2	5.0	0.50	8.8	63.0	Sandy loam
3	6.4	0.57	11.0	54.0	Sandy loam
4	5.2	0.34	5.4	26.0	Sandy loam
5	5.1	0.35	12.0	54.0	Sandy clay loam
6	6.9	0.42	11.0	21.0	Sandy clay loam
7	4.9	0.60	12.0	16.0	Sandy loam
8	7.1	0.40	7.1	21.0	Sandy clay loam
9	5.2	0.25	11.0	15.0	Loamy sand
10	5.1	0.20	13.0	13.0	Loamy sand

^{1/}OM = Organic matter, ^{2/} Avail. P = Available phosphorus, ^{3/} Exch. K = Exchangeable potassium.

2. แบบและวิธีการทดลอง

ทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิสิกซ์อาร์-ทรีและปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตและคุณภาพมันสำปะหลังมันสำปะหลังในกลุ่มชุดดิน 35 ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีทดสอบ: การใช้ปุ๋ยชีวภาพ ฟิสิกซ์อาร์-ทรี จำนวน 1 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ย 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง (12–3–12 กิโลกรัม N–P₂O₅–K₂O ต่อไร่)

กรรมวิธีเกษตรกร: การใช้ปุ๋ย 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง (12–3–12 กิโลกรัม N–P₂O₅–K₂O ต่อไร่)

3. การเตรียมแปลงปลูกและดูแลรักษา

ดำเนินการทดสอบในแปลงเกษตรกร จำนวน 10 แปลง แบ่งเป็นกรรมวิธีทดสอบแปลงละ 1 ไร่ และกรรมวิธีเกษตรกรแปลงละ 1 ไร่ ปลูกมันสำปะหลัง โดยใช้ระยะห่างระหว่างแถว 130 เซนติเมตร ระหว่างต้น 60 เซนติเมตร (2,050 ต้นต่อไร่) แบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยโพแทสเซียมออกเป็น 2 ครั้ง ที่ อายุ 1 เดือน และ 2 เดือน สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัส ให้ใส่ครั้งเดียวเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน และดินมีความชื้นเหมาะสม โดยใส่สองข้างต้นมันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย กำจัดวัชพืชทุกระยะการเจริญเติบโต ดูแลรักษาดันมันสำปะหลังให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 10 เดือนหลังปลูก สุ่มเก็บข้อมูลกรรมวิธีละ 4 จุด ๆ ละ 18 ตารางเมตร

4. การบันทึกข้อมูล (Field and Renewable Energy Crops Research Institute, 2015)

1. ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงยอดสูงสุด สุ่มนับจำนวน 10 ต้นต่อพันธุ์ ที่อายุ 10 เดือน
2. ข้อมูลผลผลิต จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว สุ่มเก็บข้อมูลกรรมวิธีละ 4 จุด ๆ ละ 18 ตารางเมตร
3. บันทึกน้ำหนักรวมทั้งต้นและน้ำหนักหัวต่อต้นเพื่อหาดัชนีการเก็บเกี่ยว
ดัชนีการเก็บเกี่ยว = น้ำหนักหัวสด/น้ำหนักทั้งต้น (สุมนับจำนวน 10 ต้น)
4. จำนวนหัวต่อต้น นับหัวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2 เซนติเมตร สุ่มจำนวน 10 ต้นต่อ 1 จุด
5. เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) โดยใช้เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง (Reimann scale)
6. น้ำหนักหัวสด ซึ่งรวมทั้งแปลงในเนื้อที่เก็บเกี่ยวแล้วคำนวณเป็นกิโลกรัมต่อไร่
7. ผลผลิตแป้งต่อไร่ (น้ำหนักหัวสดต่อไร่ $\times$ % แป้ง)/100

5. การวิเคราะห์สถิติและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลมาวิเคราะห์และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Paired T-tested ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

2. คำนวณต้นทุน รายได้รวม และอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost ratio) ของทั้ง 10 แปลง

อัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost ratio) = รายได้/ต้นทุนการผลิต

BCR น้อยกว่า 1 รายได้น้อยกว่ารายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นขาดทุนไม่ควรทำการผลิต

BCR เท่ากับ 1 รายได้เท่ากับรายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นไม่มีกำไรและไม่ขาดทุน มีความเสี่ยงในการผลิตไม่ควรทำการผลิต

BCR มากกว่า 1 รายได้มากกว่ารายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นมีกำไร มีความเสี่ยงน้อย สามารถทำการผลิตได้ (Kaenla *et al.*, 2010)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความสูงต้นที่อายุเก็บเกี่ยว (หลังปลูก 10 เดือน) พบว่า ความสูงของมันสำปะหลังทั้งสองกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีทดสอบมีความสูงเฉลี่ย 222 เซนติเมตร และกรรมวิธีเกษตรกรมีความสูงเฉลี่ย 228 เซนติเมตร ด้านจำนวนหัวต่อต้น พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีจำนวนหัวต่อต้น 10.0 หัว ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีเกษตรกรซึ่งมีจำนวนหัวต่อต้น 9.8 หัว (Table 2) สอดคล้องกับ Wongsuwan and Chawkongjuck (2023) ทำการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า จำนวนหัวต่อต้นมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธีทดสอบ (การใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีโออาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน) มีจำนวนหัวเฉลี่ย 9.08 หัวต่อต้น และวิธีเกษตรกรมีจำนวนหัวเฉลี่ย 8.08 หัวต่อต้น ด้านดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นสัดส่วนระหว่างผลผลิตหัวต่อผลผลิตมวลชีวภาพทั้งต้นของมันสำปะหลัง พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.66 สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรซึ่งค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว 0.61 ดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นสัดส่วนระหว่างผลผลิต

หัวต่อผลผลิตมวลชีวภาพทั้งต้นของมันสำปะหลัง (Bunseng, 2020) บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการเปลี่ยนไปเป็นผลผลิต โดยดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมไม่ควรต่ำกว่า 0.6 (Oliveira *et al.*, 2017)

Table 2 Height of cassava, roots and harvest index of testing of PGPR-3 biological fertilizer on yield and yield components of cassava in soil series 35, Kamphaeng Phet Province 2022–2023.

Farmers No.	Plant height at 10 months (cm)		Roots (root/plant)		Harvest index	
	Test	Farmers	Test	Farmers	Test	Farmers
1	184	211	7.5	7.5	0.77	0.62
2	236	248	9.8	7.0	0.67	0.54
3	248	280	9.7	8.5	0.63	0.55
4	300	300	10.9	12.0	0.57	0.52
5	300	300	11.0	11.4	0.59	0.50
6	184	211	7.5	7.5	0.77	0.62
7	174	181	11.8	11.7	0.64	0.71
8	184	152	10.1	10.1	0.64	0.73
9	189	172	8.1	8.7	0.69	0.70
10	224	224	13.5	13.8	0.67	0.65
Average	222	228	10.0	9.8	0.66	0.61
P-value	0.20		0.32		0.04	
t-test	ns		ns		*	

ns = Non Significant *: significant different $P < 0.05$

เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 10 เดือน พบว่า กรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 6,640 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกรที่มีผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,657 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3) เพิ่มขึ้นร้อยละ 17.4 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร สอดคล้องกับ Wongsuwan *et al.* (2021) การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิสิกซ์-ทรี ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิสิกซ์-ทรี ร้อยละ 13.89

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยในแปลงที่ 3 พบว่า กรรมวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 7,267 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่ากรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,473 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3) เนื่องจากกรรมวิธีเกษตรกรต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดีกว่ากรรมวิธีทดสอบ (Table 2) การเตรียมแปลงตามแนวยาวของความลาดเอียงส่งผลให้เกิดการชะล้างหน้าดินเนื่องจากสภาพแปลงเป็นดินร่วนปนทราย ในแปลงที่ 8 ผลวิเคราะห์ดิน พบว่า มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ 0.4% และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.1 (Table 1) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

ของมันสำปะหลัง โดยสภาพพื้นที่และสมบัติของดินที่เหมาะสมต่อการผลิตมันสำปะหลัง ควรเป็นที่ดอน เนื้อดิน ทราย ระบายน้ำได้ดี ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.65–2.0% ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.0–6.5 ในพื้นที่ที่มีการปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องควรปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 500-1,000 กิโลกรัม/ไร่ (Agricultural Production Research and Development Division, 2021a)

ปริมาณแบ่งในหัวสดของมันสำปะหลังพบว่าทั้งสองกรรมวิธีมีปริมาณแบ่งไม่แตกต่างกัน โดยกรรมวิธีทดสอบมีปริมาณแบ่ง 29.8% และกรรมวิธีเกษตรกรมีปริมาณแบ่ง 30.0% (Table 3) สอดคล้องกับรายงานของ Amawan (2012) การใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ไม่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์

เมื่อคำนวณผลผลิตแบ่งต่อไร่ พบว่า กรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตแบ่งเฉลี่ย 1,929 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแบ่งเฉลี่ย 1,695 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3) กรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตแบ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.1 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร

Table 3 Fresh root yield, starch content and starch yield of testing of PGPR-3 biological fertilizer on yield and yield components of cassava in soil series 35, Kamphaeng Phet Province 2022–2023.

Farmers No.	Fresh root yield (Kg/rai)		Starch (%)		Starch yield (Kg/rai)	
	Test	Farmers	Test	Farmers	Test	Farmers
1	6,507	4,547	30.2	30.2	1,969	1,374
2	6,200	5,540	27.3	28.1	1,690	1,561
3	5,473	7,267	25.0	26.5	1,377	1,925
4	7,433	7,000	30.4	31.9	2,256	2,233
5	6,983	5,983	29.8	31.3	2,074	1,870
6	6,507	4,547	30.2	30.2	1,969	1,374
7	6,133	4,800	31.2	30.4	1,914	1,457
8	5,333	5,333	30.9	31.9	1,648	1,701
9	6,547	4,867	31.1	28.9	2,036	1,415
10	7,487	6,690	31.5	30.5	2,358	2,040
Average	6,460	5,657	29.8	30.0	1,929	1,695
P-value	0.02		0.3		0.037	
t-test	*		ns		*	

ns = Non Significant *: significant different $P < 0.05$

ต้นทุนการผลิตของมันสำปะหลังกรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 5,990 บาทต่อไร่ แบ่งเป็น ค่าเตรียมแปลง 590 บาทต่อไร่ ค่าท่อนพันธุ์ 400 บาทต่อไร่ ค่าจ้างตัดท่อนพันธุ์และปลูก 500 บาทต่อไร่ ค่าปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพฟิสิฟอรัส-ทรี 1,300 บาทต่อไร่ ค่าจ้างใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืช 865 บาทต่อไร่ ค่าเก็บเกี่ยวและขนส่ง 2,335 บาทต่อไร่ ขณะที่กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 5,737 บาทต่อไร่ แบ่งเป็น ค่าเตรียมแปลง 590 บาทต่อไร่ ค่าท่อนพันธุ์ 400 บาทต่อไร่ ค่าจ้างตัดท่อนพันธุ์และปลูก 500 บาทต่อไร่ ค่าปุ๋ยเคมี 1,200 บาทต่อไร่ ค่าจ้างใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืช 865 บาทต่อไร่ ค่าเก็บเกี่ยวและขนส่ง 2,182 บาทต่อไร่ โดยกรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นมาจากค่าปุ๋ยชีวภาพฟิสิฟอรัส-ทรี ค่าเก็บเกี่ยวและค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตหัวสดสูงกรรมวิธีเกษตรกร ในด้านรายได้รวม พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีรายได้รวมเฉลี่ย 22,346 บาทต่อไร่ สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีรายได้รวมเฉลี่ย 19,546 บาทต่อไร่ กรรมวิธีทดสอบมีรายได้รวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.3 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร เมื่อคำนวณอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost ratio) พบว่ากรรมวิธีทดสอบมีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน 3.7 สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน 3.4 (Table 4) อย่างไรก็ตามทั้งสองกรรมวิธีมีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (Benefit Cost ratio) สูงกว่า 1 แสดงว่าการผลิตดังกล่าวมีรายได้มากกว่ารายจ่าย กิจกรรมที่ดำเนินการนั้นมีกำไร มีความเสี่ยงน้อย สามารถทำการผลิตได้ (Kaenla *et al.*, 2010)

Table 4 Production cost, gross income and benefit cost ratio of testing of PGPR-3 biological fertilizer on yield and yield components of cassava in soil series 35, Kamphaeng Phet Province 2022–2023.

Farmers No.	Production cost (baht/rai)		gross income (baht/rai)		Benefit Cost ratio	
	Test	Farmers	Test	Farmers	Test	Farmers
1	6,005	5,387	22,773	15,913	3.8	3.0
2	5,908	5,700	20,770	18,836	3.5	3.3
3	5,679	6,244	17,788	23,980	3.1	3.8
4	6,297	6,160	26,017	24,500	4.1	4.0
5	6,155	5,840	24,093	20,643	3.9	3.5
6	6,005	5,387	22,773	15,913	3.8	3.0
7	5,887	5,467	21,467	16,800	3.6	3.1
8	5,635	5,635	18,667	18,667	3.3	3.3
9	6,017	5,488	22,913	16,790	3.8	3.1
10	6,313	6,062	26,203	23,415	4.2	3.9
Average	5,990	5,737	22,346	19,546	3.7	3.4

Note: Price of cassava with 30% starch content was 3,500 baht/ton and reduced by 50 baht/ton when the starch in cassava roots decreases every 1%.

สรุป

การใช้อยู๋ชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ละลายน้ำสะอาดอัตราส่วน 1 : 20 แช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง 30 นาที แล้วนำไปปลูก ร่วมกับคำแนะนำการใช้อยู๋ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังในอัตรา 12-3-12 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งมันสำปะหลังได้ร้อยละ 17.4 และ 12.1 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร แต่ไม่มีผลต่อความสูงต้น จำนวนหัวต่อต้น และปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนเพิ่มขึ้นจากการใช้อยู๋ชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี 100 บาทต่อไร่ และผลผลิตหัวสดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นร้อยละ 4.4 แต่กรรมวิธีทดสอบมีรายได้รวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.3 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร และมีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน 3.7 สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สนับสนุนมูลฐาน (fundamental fund) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทศ.) และขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยและพัฒนา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร เกษตรกร ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Amawan, S. 2012. Effect of PGPR Biofertilizer on Production Efficiency of Cassava. (master's thesis). Bangkok. National Institute of Development Administration. (in Thai)
- Agricultural Production Research and Development Division. 2021a. Recommendations for using fertilizers based on soil analysis values for economic field crops. Department of Agriculture. Bangkok. 100 p. (in Thai)
- Agricultural Production Research and Development Division. 2021b. Biological fertilizer guide. Department of Agriculture. Bangkok. 100 p. (in Thai)
- Bunseng, O. 2020. Thai cassava biology, production and utilization. Kasetsart University Book Center. Bangkok. 425 p. (in Thai)
- Centre for Agricultural Information. 2023. Thailand foreign agricultural trade statistics 2023. Office of Agricultural Economics. Bangkok. 94 p. (in Thai)
- Dharmanitivedya, S. 2021. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Principles and Utilization. *Naresuan Agriculture Journal*, 18(1), 1-21. (in Thai)

- Field and Renewable Energy Crops Research Institute. 2015. Cassava data recording manual. Department of Agriculture. Bangkok. 47 p. (in Thai)
- Kaenla, N., S. Chinsathit, J. Meephuet, S. Surat, K. Chanthapiriyapoon and U. RaksaBrahmin. 2010. Development on technology and production system in Mangosteen. In Academic Conference of the Agricultural Research and Development Office Regions 1, 2, and 6, year 2010, Rimkok Resort Hotel, Mueang District, Chiang Rai Province. 29–31 March 2010. 202 – 211. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. 2023 . Agricultural statistics of Thailand 2022. Office of Agricultural Economics. Bangkok. 192 p. (in Thai)
- Office of Soil Survey and Land Use Planning. 2009. Soil survey report for agriculture in Kamphaeng Phet Province. Department of Land Development. Bangkok. 45 p. (in Thai)
- Oliveira, N. T. D., S. C. P. Uchôa, J. M. A. Alves, J. D. A. A. D. Albuquerque, and G. S. Rodrigues. 2017. Effect of harvest time and nitrogen doses on cassava root yield and quality. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 41.
- Wongsuwan, N., P. Khaengkhan and N. Sinsiri. 2021. Effect of biofertilizer (PGPR–3) organic and chemical fertilizers on growth yield and quality of Rayong 9 and Kasetsart 50 cassava varieties on Korat soil series. *Prawarun Agriculture Journal*, 18(2), 103– 111. doi: 10.14456/paj.2021.27 (in Thai)
- Wongsuwan, N and S. Chawkongjuck. 2023 . Integrated fertilizer management for yield improvement and cost cutting of cassava production in Kalasin Province. *Prawarun Agriculture Journal*, 20(2), 42–49. doi: 10.14456/paj.2023.26 (in Thai)