



บทความวิจัย

ผลของปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพในการผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 ในชุดดินโคราช

นิมิตร วงศ์สุวรรณ* พีระยศ แข็งขัน และ นริศ ลินศิริ

*ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 1 พฤศจิกายน 2564

แก้ไข: 12 พฤศจิกายน 2564

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 ธันวาคม 2564

ตีพิมพ์ออนไลน์: 24 ธันวาคม 2564

คำสำคัญ

ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ – ทรี

ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยเคมี

มันสำปะหลัง

ชุดดินโคราช

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับการผลิตมันสำปะหลังในชุดดินโคราช วางแผนการทดลองแบบ Split split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก (Main plot) คือ ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ปัจจัยรอง (Sub plot) คือ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 และปัจจัยย่อย (Sub sub plot) เป็นปุ๋ย 6 ตำรับ ผลการศึกษพบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.89 เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีผลผลิตหัวมันสดมากกว่าพันธุ์ระยอง 9 ร้อยละ 18.06 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ตำรับปุ๋ยมีผลทำให้ผลผลิตหัวมันสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบ 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N - P_2O_5 - K_2O$ ให้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุด 6,794 กิโลกรัมต่อไร่ และพบอิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรีกับตำรับปุ๋ยต่อผลผลิตหัวมันสด โดยการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบ 500 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมี 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N - P_2O_5 - K_2O$ ให้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุด 7,470 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการศึกษานี้การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ในชุดดินโคราชช่วยลดปุ๋ยเคมีได้ร้อยละ 50 ของอัตราแนะนำ

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ สามารถทำรายได้จากการส่งออกไปยังประเทศต่างๆ ทั่วโลก คิดเป็นมูลค่าไม่น้อยกว่า 40,000 ล้านบาทต่อปี จากการสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลังปี 2560/2561 ของสมาคมที่เกี่ยวข้องกับการค้ามันสำปะหลังร่วมกับหน่วยงานราชการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลัง 50 จังหวัดทั่วประเทศ พบว่ามีพื้นที่เก็บเกี่ยว 8.07 ล้านไร่ ลดลงจากปีที่แล้ว 9.39% และมีผลผลิตรวม 28.57 ล้านตัน ลดลง 7.66% จากปีก่อนที่มีผลผลิต 30.93 ล้านตัน และมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นจาก 3.47 ตันต่อไร่ เป็น 3.54 ตันต่อไร่ (Prachachat Business, 2017) ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของประเทศจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เกษตรกรยังขาดทุนเนื่องจากราคามันสำปะหลัง

สำปะหลังตกต่ำ ต้นทุนการผลิตสูง ในปัจจุบันการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่พึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อให้ได้ผลผลิตเพียงพอความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นทั้งในและต่างประเทศ จึงทำให้เกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการของพืชและใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อเร่งการเจริญเติบโต (Department of Agriculture, 2012) ซึ่งการใช้ปุ๋ยในลักษณะดังกล่าวนี้ นอกจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงแล้วยังก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรมในระยะยาว อาทิ ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น โครงสร้างของดินเสื่อมสภาพ ซึ่งแนวทางที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว จำเป็นต้องให้เกษตรกรเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นเพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลง ด้วยวิธีการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานเพื่อปรับปรุงดินให้ดี มีธาตุอาหารเพียงพอ เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับ

* Corresponding author

E-mail address: nimit2524@hotmail.com (N. Wongsuwan)

Online print: 24 December 2021 Copyright © 2021. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.27>

ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสม หรือตามค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ในดินของแปลงนั้น (Duangpatra et al., 1999) ในมันสำปะหลัง ความต้องการปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม สัดส่วนของธาตุอาหารเท่ากับ 2 : 1 : 2 (Howeler & Cadavid, 1983) ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้แกดินมีผลช่วยให้ลดความหนาแน่นรวมของดิน ทำให้ดินเกิดเม็ดดิน และเพิ่มความจุในการอุ้มน้ำแต่ต้องใช้เป็นจำนวนมาก (Im-emkamol & Krutkun, 1977) และปัจจุบันมีการพัฒนาปุ๋ยชีวภาพฟิสิกส์ที่ให้กับมันสำปะหลัง โดยปุ๋ยชนิดนี้ประกอบด้วยแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนละลายธาตุอาหารพืชที่ถูกตรึงอยู่ในดินและสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชคล้าย ไอเอเอ (IAA) จึงสามารถช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวราก ทำให้เพิ่มการดูดน้ำและปุ๋ย การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยแบบผสมผสาน (การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี) ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อการผลิตมันสำปะหลังในสภาพดินชุดโคราช เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมกับดินชุดโคราชและขยายผลเทคโนโลยีดังกล่าวไปสู่เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจต่อไป

วิธีการวิจัย

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split split plot design จัด Main plot แบบ Randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยหลัก (Main plot) ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี คือ ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิสิกส์-ทรี และใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิสิกส์-ทรี อัตรา 1 กิโลกรัมต่อไร่ ปัจจัยรอง (Sub plot) ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี คือ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และปัจจัยย่อย (Sub sub plot) ประกอบด้วยปุ๋ย 6 ตำรับ ได้แก่ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย ตำรับที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ตำรับที่ 3 ปุ๋ยเคมีอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ตำรับที่ 4 ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ตำรับที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O และ ตำรับที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O

การดำเนินการทดลอง

ทำการทดลองในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2562 ในชุดดินโคราชของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ ตำบลยางตลาด อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยไถเตรียมดินด้วยผาล 3 จำนวน 1 ครั้ง ตากดินไว้ 14 วัน ไถพรวนด้วยผาล 7 จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 อายุ 10 – 12 เดือน โดยตัดให้มีความยาว 25 เซนติเมตร นำไปแช่ด้วยปุ๋ยชีวภาพฟิสิกส์-ทรี

ที่ละลายกับน้ำสะอาดอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตรต่อ 1 ไร่ ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิสิกส์-ทรี แช่ด้วยน้ำสะอาด โดยแช่เป็นเวลา 30 นาที เท่ากันทั้งสองกรรมวิธี หลังจากนั้นจึงนำไปปลูก ด้วยวิธีปักท่อนพันธุ์บนสันร่องให้ตรง 90 องศา ลึกลงไปในดิน 1 ใน 3 ของความยาวท่อนพันธุ์ โดยใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร แปลงย่อยละ 6 แถวๆ ละ 10 ต้น การใส่ปุ๋ยใส่ตามกรรมวิธีของปัจจัยที่ 3 โดยปุ๋ยอินทรีย์ใส่รองพื้นก่อนปลูก ส่วนปุ๋ยเคมีใส่เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือนหลังปลูก ดูแลรักษาสำรวจโรคและแมลงศัตรูมันสำปะหลังถ้าพบการเข้าทำลายให้ป้องกันกำจัดตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยพืชไร่ และเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังเมื่ออายุได้ 12 เดือน (Field Crops Research Institute, 2011)

การบันทึกข้อมูล

1. คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง ด้วยการเก็บตัวอย่างดินรวม (Composite Sample) ที่ระดับ 0–20 เซนติเมตร นำมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Wet Oxidation (Walkley & Black, 1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ Spectrophotometer และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สกัดดินด้วย 1 N Ammonium Acetate, pH 7 และ วัดด้วย Flame Spectrophotometer

2. การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่อายุ 9 เดือน บันทึกข้อมูลดังนี้ 1) ความสูง สุ่มวัดความสูงโดยวัดจากโคนต้นถึงยอดมันสำปะหลังจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยความสูงของต้น 2) พื้นที่ใบ วัดด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (Handheld laser leaf Area Meter (CI 203)) โดยวัดใบที่ 4, 5 และ 6 นับจากยอดของแต่ละต้น จำนวน 4 ต้นต่อแปลงย่อย นำค่าที่วัดได้ไปหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปคูณกับจำนวนใบเฉลี่ยที่คงเหลืออยู่บนต้น และ 3) การสะสมน้ำหนักแห้ง สุ่มตัวอย่างมันสำปะหลังจำนวน 4 ต้นต่อแปลงย่อย ชั่งน้ำหนักใบสด ต้นสด เหง้าสด และหัวมันสด จากนั้นสุ่มตัวอย่างใบสด ต้นสด เหง้าสด และหัวมันสดอย่างละ 250 กรัม นำไปสับให้ละเอียด แล้วนำไปอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำมาชั่งแล้วบันทึกน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำไปคำนวณหาน้ำหนักแห้งต่อต้นจากน้ำหนักสดที่ชั่งได้ (Jutunka, 2008)

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอายุ 12 เดือน บันทึกข้อมูลดังนี้ 1) ผลผลิตหัวมันสด เก็บเกี่ยวในแปลงย่อยขนาดพื้นที่ 16 ตารางเมตร จำนวน 16 ต้น เว้นแถวริม โดยชุดเอาหัวมันสำปะหลังแยกออกจากต้น นำผลผลิตหัวมันสดที่ได้ไปชั่งหาน้ำหนักรวมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวแล้วนำไปคำนวณหาผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และ 2) เปอร์เซ็นต์แป้ง สุ่มเก็บหัวมันสำปะหลังจากแปลงย่อยของแต่ละกรรมวิธีมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 5 กิโลกรัม นำมาวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง

โดยใช้เครื่องวัด Reman Scale แล้วนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์แป้ง (Bainbridge et al., 1996)

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ นำข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีด้วยวิธี DMRT

5. วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยวิธีหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method: NPV) (Piputsitee, 1997)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง พบว่า มีปฏิกิริยาเป็นกรดอ่อน มีค่า pH 6.62 ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.49 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ 26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าวิกฤตซึ่งต้องมีอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 6 และ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Sittibusaya, 1996) เมื่อนำค่าวิเคราะห์ดินดังกล่าวมาหาปริมาณความต้องการปุ๋ยของมันสำปะหลังตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่าอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าวิกฤตแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าวิกฤตแนะนำให้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าวิกฤตแนะนำให้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ (Department of Agriculture, 2021)

ผลของปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังในดินชุดโคราช พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังแตกต่างกัน เนื่องจากช่วงระยะที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังยังได้รับน้ำฝนทำให้มีการสร้างใบและลำต้น แต่มีผลให้ค่าเฉลี่ยความสูง พื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง และผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี โดยการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี มีผลให้มันสำปะหลังมีผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ย 5,946 กิโลกรัมต่อไร่มากกว่าไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ที่ให้ผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ย 5,221 กิโลกรัมต่อไร่ หรือผลผลิตมากกว่าร้อยละ 13.89 (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษากการใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ในการปลูกมันสำปะหลังในดินทราย พบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี มีผลให้มันสำปะหลังมีผลผลิตหัวมันสดแตกต่างกับกรรมวิธีไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้น 16.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความสูง น้ำหนักใบ และเหง้าของมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Amawan, 2012) แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพ

ฟิซีฟิอาร์-ทรี ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ (Plant Growth Promoting Rhizobacteria or PGPR) เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจน ช่วยละลายฟอสเฟต และผลิตฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

ผลของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 มีค่าเฉลี่ยความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบและผลผลิตหัวมันสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีพื้นที่ใบมากกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ส่วนผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ยต่อไร่ 6,046 กิโลกรัมมากกว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่มีผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ย 5,121 กิโลกรัมต่อไร่ หรือผลผลิตหัวมันสดมากกว่าร้อยละ 18.06 (Table 1) จากข้อมูลดังกล่าวถึงแม้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 จะมีพื้นที่ใบต่อต้นมากกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 แต่มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ยมากกว่าเนื่องจากมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีฐานพันธุ์กรรมกว้าง ทำให้สามารถปรับตัวได้ดีกับหลายสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะในดินทรายหรือดินทรายปนร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษากการใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ต่าง ๆ ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวมันสดและหัวมันแห้งมากกว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ระยอง 9 และระยอง 5 ตามลำดับ (Masari et al., 2007)

ผลของตำรับปุ๋ย พบว่า การใส่ตำรับปุ๋ยที่ต่างกันไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่มีผลทำให้ความสูง พื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง และผลผลิตหัวมันสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 5 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่กลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N - P_2O_5 - K_2O$ มีผลให้ผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ยมากที่สุด 6,794 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกันกับปุ๋ยตำรับที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่กลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N - P_2O_5 - K_2O$ (Table 1) ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลทดลองที่พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N - P_2O_5 - K_2O$ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่กลบ 1 ตันต่อไร่ในดินทรายปนร่วนและดินทราย ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด (Amonpon et al., 2014) และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N - P_2O_5 - K_2O$ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 ตันต่อไร่ในชุดดินโคราช ทำให้มันสำปะหลังเจริญเติบโต

และผลผลิตให้ 5 – 7 ตันต่อไร่มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหรือใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (Klongchang et al., 2014) แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารหลักที่มันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ได้ทันที ส่วนปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบเมื่อเกิดการย่อยสลายจะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ซึ่งมันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว อีกทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบยังช่วยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ทำให้ธาตุอาหารในดินถูกดูดซับเอาไว้ไม่ให้เกิดการสูญเสียไปกับการชะล้าง นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ มูลไก่เกลบยังทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้น มีความร่วนซุย สามารถระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้น และยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งส่วนใหญ่ต้องการพลังงานและธาตุอาหารจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ จึงเป็นการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังอีกด้วย

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย พบว่า ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี กับพันธุ์มันสำปะหลัง ที่มีผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังกับตำรับปุ๋ย ไม่มีผลให้ค่าเฉลี่ยความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่มีผลให้พื้นที่ใบของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) อิทธิพลร่วมระหว่างปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี กับตำรับปุ๋ย ไม่มีผลให้ค่าเฉลี่ยความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกัน แต่มีผลให้พื้นที่ใบ และผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ยต่อไร่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยตำรับที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 2 เพียงอย่างเดียวร้อยละ 5.79 การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยตำรับที่ 3 ปุ๋ยเคมีอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 เพียงอย่างเดียวร้อยละ 11.42 การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ – ทรี ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 4 เพียงอย่างเดียวร้อยละ 14.80 การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 5 เพียงอย่างเดียวร้อยละ 20.32 และการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบ 500 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่

ของ N – P₂O₅ – K₂O ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 6 เพียงอย่างเดียวร้อยละ 25.80 เมื่อพิจารณาจะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เป็นวิธีการที่ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว โดยการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีอัตรา 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถช่วยลดอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้ร้อยละ 50 ของคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร (Table 1, 2) เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ประกอบด้วยแบคทีเรีย 2 ชนิด ได้แก่ อะซิโสปิริลลัม บราซิลเลน (*Azospirillum brasilense*) และ กลูคอนอะซิโตแบคเตอร์ ไดอะโซโทรฟิคัส (*Gluconacetobacter diazotrophicus*) ซึ่งแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้มีคุณสมบัติที่สามารถตรึงไนโตรเจน ช่วยละลายฟอสเฟต และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมธาตุอาหาร ทำให้สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีในมันสำปะหลังได้น้อย 25 เปอร์เซ็นต์ (Department of Agriculture, 2016) ส่วนปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบถูกย่อยสลายจะปลดปล่อยธาตุอาหารหลักที่สำคัญ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมให้กับมันสำปะหลัง เมื่อมีการใส่ต่อเนื่องในอัตรา 500 – 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ จะส่งผลให้ดินที่ระดับความลึก 0 – 30 ซม. มีไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 1,000 – 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด (Klongtham et al., 2020) นอกจากนี้มูลไก่เกลบจะช่วยลดความหนาแน่นรวมของดิน เพิ่มความพรุนรวมของดิน อัตราการซาบซึมน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Amanullah et al., 2010) เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ธาตุอาหารรองที่จำเป็น (Agbede et al., 2008) และยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง จากคุณสมบัติดังกล่าวเมื่อนำปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์มาใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะส่งผลให้สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมี เพิ่มผลผลิตได้และอิทธิพลร่วมระหว่าง 3 ปัจจัย คือ การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับพันธุ์มันสำปะหลัง และตำรับปุ๋ย มีผลทำให้พื้นที่ใบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ทำให้ความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลังแตกต่างกัน (Table 1) โดยมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยตำรับที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่

ของ N – P₂O₅ – K₂O ให้ผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ยสูงที่สุด

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ย โดยวิเคราะห์หามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method: NPV) จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสดและคำนวณรายได้ต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่ แกลบอัดรา 500 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัม

ต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ในมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ทำให้มีกำไรสุทธิสูงสุด 8,861 บาท ซึ่งเมื่อพิจารณาจะพบอีกว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ร่วมกับตำรับปุ๋ยต่าง ๆ ในมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลกำไรสุทธิต่อไร่มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์-ทรี ในทุกตำรับ ยกเว้นตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (Table 3)

Table 1 Effect of PGPR – 3 – BF, Cassava and fertilizer formula toward growth and yield of cassava on Korat soil, series

Treatment	Height (cm.)	LAI (cm ² /plant)	Dry weight (g./plant)	Starch (%)	Yield (kg./rai)
A. PGPR bio-fertilizer					
A1=Non PGPR – 3	175.80 ^b	162.84 ^b	4,017 ^b	20.91	5,221 ^b
A2=PGPR – 3	183.00 ^a	213.23 ^a	4,579 ^a	21.67	5,946 ^a
F-test	**	**	**	ns	**
CV (%)	6.67	4.68	34.21	10.61	9.41
B. Cassava Varieties					
B1=Rayong 9	180.34	193.11 ^a	4,271	21.11	5,121 ^b
B2=Kasetsart 50	178.46	182.96 ^b	4,325	21.47	6,046 ^a
F-test	ns	*	ns	ns	**
CV (%)	7.49	29.28	22.25	8.14	19.21
C. Fertilizer					
C1=Control	166.53 ^c	132.76 ^d	3,756 ^d	21.52	4,490 ^c
C2=Organic fertilizer 500 kg./rai	177.83 ^b	152.14 ^c	3,868 ^{cd}	21.54	5,050 ^b
C3= N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 16 – 8 – 16 kg./rai	180.03 ^b	187.76 ^b	4,393 ^{bc}	20.88	5,259 ^b
C4= N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 8 – 4 – 8 kg./rai	169.20 ^c	174.49 ^b	3,867 ^{cd}	21.03	5,203 ^b
C5=Organic fertilizer 500 kg./rai+ N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 16 – 8 – 16 kg./rai	192.83 ^a	245.14 ^a	5,114 ^a	21.50	6,794 ^a
C6=Organic fertilizer 500 kg./rai+ N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 8 – 4 – 8 kg./rai	189.97 ^a	235.93 ^a	4,790 ^{ab}	21.27	6,704 ^a
F-test	**	**	**	ns	**
CV (%)	5.29	19.97	19.23	8.33	14.37
D. Interaction					
F-test Ax B	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6.43	8.99	26.87	16.75	7.39
F-test A x C	ns	**	ns	ns	**
CV (%)	4.78	12.17	17.75	8.39	12.24
F-test B x C	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	5.21	20.16	19.68	11.93	8.60
F-test A x B x C	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	5.21	20.16	19.68	11.93	8.60

*= Significantly different at $p < 0.05$ by DMRT, ** = Significantly different at $p < 0.01$ by DMRT,

ns =Non Significantly different at $p < 0.05$ by DMRT, LAI: Leaf Area Index

Table 2 Effect of the interaction between PGPR – 3 – BF and fertilizer formula toward Growth and Yield of cassava on Korat soil, series

Treatment	Height (cm.)	LAI (cm ² /plant)	Dry weight (g./plant)	Starch (%)	Yield (kg./rai)
PGPR – 3 + Fertilizer					
Non PGPR – 3 + Control	158.87	121.64 ^s	3,830	21.40	4,490 ^f

Treatment	Height	LAI	Dry weight	Starch	Yield
	(cm.)	(cm ² /plant)	(g./plant)	(%)	(kg./rai)
Non PGPR – 3 + Organic fertilizer 500 kg./rai	179.33	140.57 ^{fg}	3,756	21.45	4,908 ^{ef}
Non PGPR – 3 + N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 16 – 8 – 16 kg./rai	178.17	175.07 ^{cd}	3,962	20.27	4,975 ^{def}
Non PGPR – 3 + N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 8 – 4 – 8 kg./rai	164.83	148.68 ^{ef}	3,498	20.78	4,845 ^{ef}
Non PGPR – 3 + Organic fertilizer 500 kg./rai					
+ N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 16 – 8 – 16 kg./rai	187.32	201.02 ^b	4,417	20.62	6,167 ^b
Non PGPR – 3 + Organic fertilizer 500 kg./rai					
+ N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 8 – 4 – 8 kg./rai	186.27	190.08 ^{bc}	4,640	20.95	5,938 ^{bc}
PGPR – 3 + Control	174.20	143.88 ^{ef}	3,684	21.63	4,489 ^f
PGPR – 3 + Organic fertilizer 500 kg./rai	176.33	150.33 ^{de}	3,982	21.63	5,192 ^{de}
PGPR – 3 + N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 16 – 8 – 16 kg./rai	181.88	200.45 ^b	4,824	21.48	5,543 ^{cd}
PGPR – 3 + N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 8 – 4 – 8 kg./rai	173.57	200.30 ^b	4,237	21.28	5,562 ^{cd}
PGPR – 3 + Organic fertilizer 500 kg./rai					
+ N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 16 – 8 – 16 kg./rai	198.33	289.27 ^a	5,812	22.38	7,420 ^a
PGPR – 3 + Organic fertilizer 500 kg./rai					
+ N – P ₂ O ₅ – K ₂ O 8 – 4 – 8 kg./rai	193.67	281.78 ^a	4,940	21.58	7,470 ^a
F-test	ns	**	ns	ns	**
CV (%)	4.78	12.17	17.75	8.39	12.24

Significantly different at $p < 0.05$ by DMRT, ** = Significantly different at $p < 0.01$ by DMRT,

ns =Non Significantly different at $p < 0.05$ by DMRT, LAI: Leaf Area Index

Table 3 Beneficially Economic for PGPR – 3 – BF implementing with Cassava varieties and fertilizer formula on Korat Soil Series

Treatment	Yield	Fertilizer	Total cost ²	In come ³	Net profit
	(kg./rai)	cost ¹ (bath/rai)	(bath/rai)	(bath/rai)	(bath/rai)
PGPR – 3 (A) + Varieties (B) + Fertilizer (C)					
A1B1C1	4,173	0	4,704	9,181	4,477
A1B1C2	4,423	1,000	5,954	9,731	3,777
A1B1C3	4,427	886	5,842	9,739	3,897
A1B1C4	4,377	443	5,369	9,629	4,260
A1B1C5	5,921	1,886	7,839	13,026	5,188
A1B1C6	5,613	1,443	7,211	12,349	5,138
A1B2C1	4,807	0	5,084	10,575	5,491
A1B2C2	5,393	1,000	6,536	11,865	5,329
A1B2C3	5,522	886	6,499	12,148	5,649
A1B2C4	5,313	443	5,931	11,689	5,758
A1B2C5	6,413	1,886	8,134	14,109	5,975
A1B2C6	6,263	1,443	7,601	13,779	6,178

Treatment	Yield	Fertilizer	Total cost ²	In come ³	Net profit
	(kg./rai)	(bath/rai)	(bath/rai)	(bath/rai)	(bath/rai)
A2B1C1	4,155	80	4,773	9,141	4,368
A2B1C2	4,670	1,080	6,182	10,274	4,092
A2B1C3	4,962	966	6,243	10,916	4,673
A2B1C4	4,967	523	5,803	10,927	5,124
A2B1C5	6,810	1,966	8,452	14,982	6,530
A2B1C6	6,949	1,523	8,092	15,288	7,195
A2B2C1	4,823	80	5,174	10,611	5,437
A2B2C2	5,715	1,080	6,809	12,573	5,764
A2B2C3	6,123	966	6,940	13,471	6,531
A2B2C4	6,157	523	6,517	13,545	7,028
A2B2C5	8,030	1,966	9,184	17,666	8,482
A2B2C6	7,990	1,523	8,717	17,578	8,861

Significantly different at $p < 0.05$ by DMRT, ** = Significantly different at $p < 0.01$ by DMRT,

ns = Non Significantly different at $p < 0.05$ by DMRT A1=Non PGPR3, A2=PGPR3, B1=Rayong 9, B2=Kasetsart 50, C1= Control, C2= Organic fertilizer 500 kg./rai, C3= N – P₂O₅ – K₂O 16 – 8 – 16 kg./rai, C4= N – P₂O₅ – K₂O 8 – 4 – 8 kg./rai, C5= Organic fertilizer 500 kg./rai+ N – P₂O₅ – K₂O 16 – 8 – 16 kg./rai, C6= Organic fertilizer 500 kg./rai+ N – P₂O₅ – K₂O 8 – 4 – 8 kg./rai

¹ Price of chemical fertilizer; formula 46-0-0 = 10 baht/kg., formula 18-46-0=15 baht/kg., formula 0-0-60=13 baht/kg., chicken manure = 2 baht/kg. and PGPR – 3 = 40 baht/bag. (2 bags/rai)

² Total cost is calculated from plot preparation cost 750 baht/rai, cassava stem cost 500 baht/rai, cassava stem preparation cost 150 baht/rai, labor cost for planting 200 baht/rai, labor cost organic fertilizer application 100 baht/rai, labor cost for chemical fertilizer application 100 baht/rai, cost of weeding 2 times 600 baht/rai and the cost of harvesting and transportation 600 baht/ton.

³ Income is calculated from the yield multiplied with the price of cassava per kilogram 2.20 baht. (price at October, 2019)

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาในชุดดินโคราชมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ระยะ 9 ร้อยละ 18.06 การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีอาร์-ทรี ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีอาร์-ทรี ร้อยละ 13.89 มันสำปะหลังที่ใส่ปุ๋ยดำรับที่ 5 มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16 – 8 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ให้ผลผลิตสูงสุด 6,794 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกันกับปุ๋ยดำรับที่ 6 ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ที่ให้ผลผลิต 6,704 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ จะช่วยลดปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ได้ร้อยละ 50 ของคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร ดังนั้น การปลูกมันสำปะหลังในชุดดินโคราช ด้วยวิธีการใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีอาร์-ทรี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยเคมีอัตรา 8 – 4 – 8 กิโลกรัมต่อไร่ของ N – P₂O₅ – K₂O ในมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตและผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด

References

Agbede, T.M., Ojeniyi, S.O., & Adeyemo A.J. (2008). Effect of Poultry Manure on Soil Physical & Chemical Properties, Growth &

Grain Yield of Sorghum in Southwest, Nigeria. *American–Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 2(1), 72–77.

Amawan, S. (2012). *Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Quality & Quantity Increasing of Cassava Yield*. (Master's thesis). (pp. 33–46). Environmental Management, School of Social & Environmental Development, National Institute of Development Administration. (in Thai)

Amanullah, M. M., Sekar, S., & Muthukrishnan, P. (2010). Prospects & potential of poultry manure. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(4), 172–182.

Amonpon, W., Thippayarugs, S., Paisanchaoen, K., Luanmanee, S., Phengkhem, S., & Boontung, R. (2014). *Research & Development on Cassava Cultural Practice Management 2011 & 2012*, (Use of fertilizers Integrated on yield & quality of Cassava in the loamy sand & sand Soil). (pp. 273–280). Bangkok, Thailand: Department of Agriculture. Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)

Bainbridge, Z., Tomlins, K., Wellings, K., & Westby, A. (1996). *Methods for assessing quality characteristics of non–grain starch staples. (Part 2 Field Methods)*. Chantham, UK: Natural Resources Institute.

- Department of Agriculture. (2012). *PGPR bio-fertilizer*. [Brochure]. Bangkok, Thailand: Soil Science Research Group, Agricultural Production Sciences Research & Development Office, Department of Agriculture. Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)
- Department of Agriculture. (2016). *PGPR 3 bio-fertilizer*. [Academic paper]. Bangkok, Thailand: Science Research Group, Agricultural Production Sciences Research & Development Division, Department of Agriculture. Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)
- Department of Agriculture. (2021). *Recommendations for the Application of Chemical Fertilizer Based on Soil Analysis in Economic Field Crops*. (pp. 45–46). Bangkok, Thailand: Agricultural Production Sciences Research & Development Division, Department of Agriculture. Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)
- Duangpatra, P., Vichukit, V., Rojanaridpiched, C., Poolsanguan, P., Jiamjumnanya, J., Sarobol, E., & Lertmongkol, V. (1999). *Soil & Cassava Fertilizer Academic publication of Projects to Mitigate Social Impacts due to Economic Crises (2nd Issue)*. (pp. 1–6). Bangkok, Thailand: Department of Agronomy. Faculty of Agriculture, Kasetsart University. (in Thai)
- Field Crops Research Institute. (2011). *Cassava production technology*. (pp. 12–20). Bangkok: Department of Agriculture. Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)
- Howeler, R.H., & Cadavid, L.F. (1983). Accumulation & Distribution of Dry Matter & Nutrients During a 12–Month Growth Cycle of Cassava. *Field Crops Research*, 7, 123–139.
- Im-emkamol, J., & Krutkun, T. (1977). Soil Aggregation of the kampaeng Saen Soil Series. *The Kasetsart Journal*, 10(1), 42–50.
- Jutunka, S. (2008). *Cassava specimen collection of bio-dry cumulative for stem, leaf, rhizome, & tuber, Manual of soil data research record & water of plant product (2nd edition)*. [Participatory work shop for soil & water management of planting Research (2nd training)]. (pp. 37–38). Bangkok, Thailand: Department of Agriculture. Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)
- Klongchang, S., Paisanchaoen, K., bumrung, S., Amonpon, W., & Soommart, A., (2014). *Research & Development on Cassava Cultural Practice Management 2011 & 2012*. (cassava Long–Term Fertility Trials in 3 Soils Series). (pp. 311–326). Bangkok, Thailand: Department of Agriculture. Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)
- Klongtham, R., Anusontpornperm, S., Thanachit, S., & Kheoruenromne, I. (2020). Cumulative Effect of Chicken Manure, Cassava Starch Manufacturing Wastes & Chemical Fertilizer on Cassava Grown in Yasothon Soil Series. *Khon Kaen Agriculture Journal*. 48(6), 1292–1303.
- Masari, A., Thanomsub, W., Phoomthaisong, J., & Phruetthitthep, C. (2007). Yields & Starch Qualities of 4 Cassava Varieties on Roiet Soil Series in Uthaitani Province. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 35(Suppl.), 57–63.
- Piputsitee, C. (1997). *Economics of project analysis. (3rd ed.)*. Bangkok, Thailand: Department of Economics. Faculty of Economics. (pp. 99–101). Kasetsart University. (in Thai)
- Prachachat Business. (2017). *Domestic Economy*. Accessed April 7, 2020. Retrieved from <http://www.prachachat.net/economy/news-40287>. (in Thai)
- Sittibusaya, C., (1996). *Guidelines for System Development of Advice on the use of Fertilizers for Field Crops*. Department of Agriculture. (pp. 47). Bangkok, Thailand: Ministry of Agriculture & Cooperatives. (in Thai)
- Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter & a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science*, 37, 29–38.

Research article

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

Nimit Wongsuwan*, Phirayot Khaengkhan and Naris Sinsiri

**Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 1 November 2021

Revised: 12 November 2021

Accepted: 5 December 2021

Online published: 24 December 2021

Keyword

PGPR – 3 Bio – Fertilizer

Organic Fertilizers

Chemical Fertilizers

Cassava

Korat soil series

ABSTRACT

This research objective is aimed at technological development appropriated fertilizer management for cassava cultivation in Korat soil series (Kt). A split-split plot design was carried out with 3 replications. Main – plot consists of non-applied PGPR – 3 bio – fertilizer (PGPR – 3 – BF) cassava cultivars: Rayong – 9 and Kasetsart – 50 assigned as sub – plot. The sub – sub plot comprises of 6 fertilizer formulas (FR). Results found that PGPR – 3 – BF application treatment increased the tuber yield by 13.89% in comparison with non – PGPR – 3 – BF application treatment were statistically significant ($p < 0.01$). The cassava cultivars Rayong 9 and Kasetsart 50 exhibited significant difference ($p < 0.01$) in the tuber yield. Kasetsart 50 produced the higher tuber yield (18.06%) than Rayong 9. Fertilizer formulas gave a significant difference ($p < 0.01$) in tuber yield. In addition, the organic fertilizers (OF) mixed with chicken manure and husk (OF–mix–CH) at 500 kg/rai with chemical fertilizer (CF) grade 16 – 8 – 16 kg/rai of N – P₂O₅ – K₂O gave the highest tuber yield 6,794 kg/rai. There were combination factors effects between PGPR – 3 – BF and FR, in the present study fertilizer application of PGPR – 3 – BF with OF–mix–CH at 500 kg/rai with CF grade 8 – 4 – 8 kg/rai of N – P₂O₅ – K₂O gave tuber yield as 7,470 kg/rai. This study indicates that fertilizing of PGPR – 3 – BF with organic fertilizers (OF) combined with chicken manure and husk (OF – mix – CH) at 500 kg/rai can be reduced chemical fertilizer (CF) by 50% of the recommendation in Korat soil series.

*Corresponding author

E-mail address: nimit2524@hotmail.com (N. Wongsuwan)

Online print: 24 December 2021 Copyright © 2021. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2021.27>