



การวิจัยคุณสมบัติการผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา ของกระเจี๊ยบเขียว

Research on Characterization, Production and Development of Okra Mycorrhizal Biofertilizer

สุภาพร ธรรมสุระกุล

นิศารัตน์ ทวีนุต

มณฑิกานธิ์ สงบจิต

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซามีประโยชน์กับพืชที่สำคัญทางการเกษตรหลายชนิด ทั้งพืชไร่ พืชสวน และพืชผัก กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักส่งออก ซึ่งกรมวิชาการเกษตรมีเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพให้ได้มาตรฐานสินค้าเกษตรปลอดสารพิษตกค้าง การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมาย จึงทำการวิจัยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาของกระเจี๊ยบเขียว โดยเริ่มทำการสำรวจและรวบรวมเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาจากแปลงปลูกกระเจี๊ยบเขียวในพื้นที่ต่าง ๆ ทำการทดสอบประสิทธิภาพไมโคไรซาในพืชอาศัย และในกระเจี๊ยบเขียว แล้วทำการคัดเลือกออบัสคูลาไมโคไรซาที่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบเขียวในกระถาง โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) มี 7 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย การใส่ออบัสคูลาไมโคไรซา 4 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับไม่ใส่อะไรเลย ต่อจากนั้นศึกษาหาวัสดุและสูตรส่วนผสมเพื่อผลิตเป็น ผลิตภัณฑ์ รวมทั้งศึกษาการมีชีวิตรอดในถุงบรรจุผลิตภัณฑ์ แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซาในกระถาง หลังจากนั้นทำการทดลองผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาของกระเจี๊ยบเขียวในแปลงทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) มี 7 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ประกอบด้วย การใส่ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา สูตรใหม่ 3 สูตร เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาสูตรเดิม ได้ทำการทดสอบในแปลงทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง กรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และใส่ไมโคไรซา กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยสูตร 8-8-8 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และใส่ไมโคไรซา กรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีใส่ไมโคไรซา กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ใส่ไมโคไรซา (control) และในแปลงเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 ซ้ำ 3 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง กรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และใส่ไมโคไรซา กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ยสูตร 8-8-8 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และใส่ไมโคไรซา

จากการสำรวจและรวบรวมเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาแล้วทำการคัดเลือกพบว่า ออบัสคูลาไมโคไรซา มี 2 สายพันธุ์สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบเขียวมากกว่าไม่ใส่ออบัสคูลาไมโคไรซา การศึกษาคัดเลือกวัสดุพาหะและสูตรส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ พบว่าวัสดุและสูตรส่วนผสมวัสดุและสูตรส่วนผสมที่เหมาะสม ได้แก่ หัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วน ผสมกับทราย 1 ส่วน และหัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วน ผสมกับเพอร์ไลท์ 2 ส่วน ซึ่งสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน 9 เดือน



ณ อุณหภูมิห้องหรือประมาณ 30 องศาเซลเซียส ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของส่วนผสมผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอบัสคูลาไมโคไรซาในกระถางพบว่า ออบัสคูลาไมโคไรซาสายพันธุ์ใหม่ที่ได้ซึ่งอยู่ในวัสดุพาหะเพอร์ไลต์ 2 ส่วนนั้นสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ หลังจากนั้นได้ทดลองอบัสคูลาไมโคไรซาสายพันธุ์ใหม่ที่ได้ ในแปลงทดลองต่อไป ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในแปลงทดลองและแปลงเกษตรกรกำลังดำเนินการ ซึ่งยังไม่สามารถสรุปผลงานทดลองได้ในขณะนี้ เนื่องจากข้อมูลยังไม่ครบ แต่คาดว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีสำหรับเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวอย่างน้อย 1 ผลิตภัณฑ์

คำนำ

เนื่องจากรัฐบาลกำหนดยุทธศาสตร์การแข่งขันสินค้าเกษตร ให้ความสำคัญเรื่องคุณภาพของสินค้าเกษตรเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพทางด้านความปลอดภัยในการบริโภค ยกกระดับความสามารถของการตรวจสอบและรับรองคุณภาพทุกขั้นตอน เน้นเพิ่มประสิทธิภาพลดต้นทุนการผลิต โดยส่งเสริมให้เกษตรกรมาใช้ปุ๋ยชีวภาพมากขึ้น

ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซามีประโยชน์กับพืชที่สำคัญทางการเกษตรหลายชนิดทั้งพืชไร่ พืชสวน และพืชผัก (ออมทรัพย์ และคณะ, 2529; ออมทรัพย์ และสุภาพร, 2529; Rhodes and Gerdermann, 1987; Thamsurakul et al., 2000) โดยเชื่อนี้มาเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารพืช จึงช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี เพิ่มการมีชีวิตรอดของต้นกล้า และยังมีส่วนช่วยในการป้องกันโรคที่เกิดกับระบบรากพืช (Davis and Menge, 1980; Marx, 1970, 1972, 1973) จึงทำการคัดเลือกกรอบัสคูลาไมโคไรซามาศึกษาการผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาของกระเจี๊ยบเขียว เนื่องจากกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักส่งออก ซึ่งกรมวิชาการเกษตรมีเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพให้ได้มาตรฐานสินค้าเกษตรปลอดภัยพิชิตการค้า การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้บรรลุเป้าหมาย แต่เกษตรกรประสบปัญหาไม่สามารถจัดหาปุ๋ยชีวภาพบางชนิดมาใช้ได้ เนื่องจากมีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของพืช มีข้อจำกัดในเรื่องรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้แนวทางการผลิตปุ๋ยชีวภาพของกระเจี๊ยบเขียว เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้การวิจัยคุณสมบัติการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้มาตรฐานการผลิต กำหนดเป็นรูปแบบในการขึ้นทะเบียนและควบคุมผลิตภัณฑ์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือชุดเจาะดิน
2. ตะแกรงร่อนสปอร์ขนาด 63 – 450 ไมครอน
3. หม้อนิ่งความดันไอน้ำ
4. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
5. ออบัสคูลาไมโคไรซา
6. ดินผสมทรายอัตรา 1 : 1 หนึ่งฆ่าเชื้อ
7. ตู้ควบคุมอุณหภูมิตู้ 4 องศาเซลเซียส
8. เมล็ดข้าวโพด (*Zea mays* L.)
9. Hoagland's solution
10. เพอร์ไลต์
11. ปุ๋ยคอก
12. เมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว



13. กระจกดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว
14. ถังพลาสติกทึบ
15. น้ำย่าย้อมราก Typan Blue Lactic – Glycerol solution
16. เครื่องปั่นเหวี่ยง ที่มีความเร็วจะไม่ต่ำกว่า 2,000 รอบต่อนาที
17. ปุ๋ยเคมี : ยูเรีย (46%N) โพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K₂O) ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และ 13-13-21 กก./ไร่ของ N-P₂O₅ – K₂O

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การคัดเลือกสายพันธุ์ไมโคไรซาของกระเจียบเขียว

1.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 ใส่ไมโคไรซา DAKR 5021

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ไมโคไรซา DAKR 5022

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ไมโคไรซา DAKR 5023

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ไมโคไรซา DAKR 5024

กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใส่ไมโคไรซา (Control)

1.2 วิธีปฏิบัติการทดลอง

นำดินผสมเกลบหนึ่งฆ่าเชื้อโดยการอบไอน้ำ ใส่ลงในกระถางดินเผา หยอดเมล็ดกระเจียบเขียวที่ทำการฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วกระถางละ 1 เมล็ด ใส่สปอร์ไมโคไรซาที่คัดเลือกมากระถางละ 200 สปอร์ ในกรรมวิธีที่ใส่ไมโคไรซา รดปุ๋ย Modified Hoagland's solution วันเว้นวัน จนอายุครบ 30 วัน

การดูแลรักษา การให้น้ำและการกำจัดโรค แมลงและศัตรูพืช ทำตามความจำเป็นและคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547) จนกระทั่งอายุครบ 30 วัน

การวัดผล

- วัดความสูงของกระเจียบเขียวที่อายุ 30 วัน
- วัดน้ำหนักผลผลิต
- นับจำนวนสปอร์ในดินเมื่อหน่อไม้ฝรั่งอายุ 30 วัน
- เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากหน่อไม้ฝรั่งเมื่ออายุครบ 30 วัน

2. การคัดเลือกวัสดุพาหะและสูตรส่วนผสมของผลิตภัณฑ์

2.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 9 กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 หัวเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 1:1

กรรมวิธีที่ 2 หัวเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 1:2

กรรมวิธีที่ 3 หัวเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 1:3

กรรมวิธีที่ 4 หัวเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมพีท อัตราส่วน 1:1

กรรมวิธีที่ 5 หัวเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมพีท อัตราส่วน 1:2

กรรมวิธีที่ 6 หัวเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมพีท อัตราส่วน 1:3

กรรมวิธีที่ 7 หัวเชื้อออบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมเวอร์มิคูไลท์ อัตราส่วน 1:1



กรรมวิธีที่ 8 หัวเชื้ออาบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมเวอร์มิคูไลท์ อัตราส่วน 1:2

กรรมวิธีที่ 9 หัวเชื้ออาบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมเวอร์มิคูไลท์ อัตราส่วน 1:3

2.2 วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการเพิ่มปริมาณสปอร์ของอาบัสคูลาไมโคไรซาในพีชอาศัยเพื่อให้ได้หัวเชื้อเข้มข้น (มากกว่า 75 สปอร์ต่อกรัม) จากนั้นทำตามแผนการทดลองในข้อ 2.1 โดยแต่ละส่วนผสมนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการสร้างสปอร์และความสามารถในการเข้าอาศัยในรากพืช โดยใส่ไมโคไรซากับพืชทดสอบข้าวโพด (*Zea mays* L.) โดยปลูกเมล็ดข้าวโพดในกระถางที่ใส่ดินและทรายผสมกันในอัตรา 1:1 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อโดยอบไอน้ำ 2 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง ที่ความร้อน 80 องศาเซลเซียส ใส่ในกระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ใส่ปุ๋ย Modified Hoagland's solution ความเข้มข้นลดลงครึ่งหนึ่ง รดน้ำปุ๋ยวันเว้นวันเมื่อต้นข้าวโพดอายุ 3 เดือน สุ่มเก็บดิน 100 กรัม เพื่อนับจำนวนสปอร์ในดินและเก็บตัวอย่างราก ตรวจการเข้าอาศัยในรากพืชของอาบัสคูลาไมโคไรซา

2.3 การดูแลรักษา

การดูแลรักษา การให้น้ำและการกำจัดโรค แมลงศัตรูพืชทำตามความจำเป็นและคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จนกระทั่ง ข้าวโพดอายุ 3 เดือน

2.4 การวัดผล

- นับจำนวนสปอร์ในดิน
- ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากพืช

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี DMRT

3. ศึกษาการมีชีวิตรอดในถุงผลิตภัณฑ์

3.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลอง CRD มี 7 ซ้ำ 5 กรรมวิธีประกอบด้วย

- กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิห้อง
- กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส
- กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
- กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
- กรรมวิธีที่ 5 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

3.2 วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการนำหัวเชื้ออาบัสคูลาไมโคไรซาเข้มข้นผสมกับเพอร์ไลท์ในอัตราหัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วนผสมกับเพอร์ไลท์ 2 ส่วน ให้ได้ตามมาตรฐานกรมวิชาการเกษตร จำนวน 35 ถุง ทำการปิดผนึกถุง แยกเก็บในอุณหภูมิต่าง ๆ ตามแผนการทดลองในข้อ 3.1 เมื่อครบกำหนด 3, 6 และ 9 เดือน สุ่มตัวอย่างแต่ละถุงมาตรวจนับจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตและทำการทดสอบประสิทธิภาพในการเข้าอาศัยในรากพืชอาศัย (ข้าวโพด) เมื่อข้าวโพดอายุครบ 2 เดือน

3.3 การดูแลรักษา

การดูแลรักษา การให้น้ำ และการกำจัดโรค แมลงศัตรูพืชของพืชทดสอบทำตามความจำเป็นและคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จนกระทั่งอายุครบ 2 เดือน



3.4 การวัดผล

- นับจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตรอดในถุงผลิตภัณฑ์ที่เก็บมานาน 3 เดือน 6 เดือน และ 9 เดือน
- ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากพืช หลังจากเก็บนาน 3 เดือน 6 เดือน และ 9 เดือน

3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี DMRT

4. การทดสอบผลิตภัณฑ์ในกระถางทดลอง

4.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลอง แบบ RCD มี 7 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ประกอบด้วย

- กรรมวิธีที่ 1 ใส่ผลิตภัณฑ์สูตรเดิม *Glomus* sp. + *Acaulospora* sp.
- กรรมวิธีที่ 2 ใส่ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ *Gigaspora* sp.
- กรรมวิธีที่ 3 ใส่ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ *Glomus* sp.
- กรรมวิธีที่ 4 ใส่ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ *Acaulospora* sp.

4.2 วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการเพิ่มปริมาณสปอร์ของอาบัสคูลาไมโคไรซา สำหรับกระเจียบเขียว 3 สกุล คือ *Gigaspora* sp., *Glomus* sp. และ *Acaulospora* sp. ให้ได้ปริมาณสปอร์เข้มข้น แล้วทำการผสมกับเพอร์ไลต์ในอัตราส่วนไมโคไรซาเข้มข้น 1 ส่วนผสมกับเพอร์ไลต์ 2 ส่วน โดยผลิตภัณฑ์สูตรเดิมคือหัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วน ผสมกับทราย 1 ส่วน ใส่ไมโคไรซา *Glomus* sp. (G) + *Acaulospora* sp. (A) ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ คือ หัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วนผสมกับเพอร์ไลต์ 2 ส่วน ใส่ไมโคไรซา *Gigaspora* sp., *Glomus* sp. และใส่ไมโคไรซา *Acaulospora* sp. เพาะลงในกระถางตามกรรมวิธีข้อ 4.1 แล้วหยอดเมล็ดกระเจียบเขียวลงในกระถางที่มีดินนิ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว จำนวน 28 กระถาง

4.3 การดูแลรักษา

การดูแลรักษา ให้น้ำ ให้น้ำปุ๋ยและการกำจัดโรค แมลงศัตรูพืช กระทำอยู่ตลอดเวลาของการปลูกตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จนกระทั่งอายุครบ 180 วัน

4.4 การวัดผล

- วัดความสูงของกระเจียบเขียวที่อายุ 30 วัน และ 180 วัน
- วัดขนาดเส้นรอบวงโคนต้นกระเจียบเขียวที่อายุ 30 วัน และ 180 วัน
- วัดผลผลิต จำนวนฝัก น้ำหนักฝักสด และน้ำหนักฝักแห้ง
- นับจำนวนสปอร์ในดินเมื่อกระเจียบเขียวอายุ 180 วัน
- ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากกระเจียบเขียวที่อายุ 180 วัน

4.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี DMRT

5. การทดสอบผลิตภัณฑ์ในแปลงทดลอง

5.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 7 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ประกอบด้วย

- กรรมวิธีที่ 1 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรเดิม



กรรมวิธีที่ 2 ผลัดภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรใหม่ 1

กรรมวิธีที่ 3 ผลัดภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรใหม่ 2

กรรมวิธีที่ 4 ผลัดภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรใหม่ 3

5.2 วิธีปฏิบัติการทดลอง

- ทำการขยายเชื้ออราบัสคูลาไมโคไรซาในพีชอาศัยเป็นเวลา 4 เดือน เพื่อนำมาผสมให้ได้ผลัดภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรเดิม สูตรใหม่ 1 สูตรใหม่ 2 และสูตรใหม่ 3

- เพาะกระเจี๊ยบเขียวในถุงชำพร้อมใส่ผลัดภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาสูตรเดิม สูตรใหม่ 1 สูตรใหม่ 2 และสูตรใหม่ 3

- การเตรียมพื้นที่ปลูก เตรียมแปลงย่อยขนาด 4.0×6.0 เมตร จำนวน 28 แปลงย่อย ในทุกตำบล การทดลองใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมคอกมูลเค็ลล่าลงไปในดิน นำต้นกล้ากระเจี๊ยบเขียวที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาแล้วในถุงชำ ลงปลูกระยะ 0.5×1.0 เมตร ปลูก 4 แถวๆ ละ 12 ต้น

5.3 การดูแลรักษา

การดูแลรักษา การให้น้ำและการกำจัดโรค แมลงและศัตรูพืชของพืชทดลองทำตามความจำเป็น และคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จนกระทั่งอายุครบ 65 วัน

5.4 การวัดผล

- วัดความสูงของกระเจี๊ยบเขียวที่อายุ 45 วัน และ 65 วัน
- วัดผลผลิต น้ำหนักฝักสด และน้ำหนักฝักแห้ง
- ตรวจนับจำนวนสปอร์ในดินเมื่อกระเจี๊ยบเขียวอายุ 65 วัน
- ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากกระเจี๊ยบเขียวเมื่ออายุครบ 65 วัน

5.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี DMRT

6. การทดสอบประสิทธิภาพของผลัดภัณฑ์ในแปลงทดลอง

6.1 แผนการทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ในแปลงทดลองประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16อัตรา 10กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16อัตรา 10กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และไมโคไรซา

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-8-8อัตรา 10กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และไมโคไรซา

กรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ไมโคไรซา

กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ใส่ไมโคไรซา (control)

6.2 วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองโดยแต่ละแปลงย่อยมีขนาด 6×5.5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 4.0×3.0 เมตร ปลูกกระเจี๊ยบเขียวแบบแถวคู่ ระยะ $50 \times 50 \times 75$ เซนติเมตร การเพาะไมโคไรซาทำโดยใส่ไมโคไรซา รองก้นหลุมก่อนปลูก การใส่ปุ๋ยใส่ 2 ครั้งโดยใส่ 20 วันต่อครั้ง การดูแลรักษา การให้น้ำ และการกำจัดศัตรูพืชจะทำ อยู่ตลอดเวลาของการปลูก



6.3 การวัดผล

- วัดความสูงของกระเจี๊ยบเขียว
- น้ำหนักผลผลิต
- นับปริมาณสปอร์ในดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากกระเจี๊ยบเขียวเมื่อหยุดการเก็บเกี่ยวผลผลิต

6.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

7. การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในแปลงเกษตรกร

7.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 ซ้ำ 3 กรรมวิธี ในแปลงเกษตรกร ประกอบด้วย

- กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง
- กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และไม่โคโรซ่า
- กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 8-8-8 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และไม่โคโรซ่า

7.2 วิธีปฏิบัติการทดลองแปลงเกษตรกร

ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองโดยแต่ละแปลงย่อยมีขนาด 6 × 5.5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 4.0 × 3.0 เมตร ปลูกกระเจี๊ยบเขียวแบบแถวคู่ระยะ 50 × 50 × 75 เซนติเมตร การเพาะไม่โคโรซ่าทำโดยใส่ไม่โคโรซ่ารองกันหลุมก่อนปลูก การใส่ปุ๋ยใส่ 2 ครั้งโดยใส่ 20 วันต่อครั้ง การดูแลรักษา การให้น้ำ และการกำจัดศัตรูพืชจะทำอยู่ตลอดเวลาของการปลูก

7.3 การวัดผล

- น้ำหนักผลผลิต
- นับปริมาณสปอร์ในดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากกระเจี๊ยบเขียวเมื่อหยุดการเก็บเกี่ยวผลผลิต

7.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การคัดเลือกสายพันธุ์ไม่โคโรซ่าของกระเจี๊ยบเขียว

พบว่า อับสคูลาไม่โคโรซ่า มี 2 สายพันธุ์ สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบเขียว

2. การคัดเลือกวัสดุพาหะและสูตรส่วนผสมของผลิตภัณฑ์

พบว่าวัสดุและสูตรส่วนผสมวัสดุและสูตรส่วนผสมที่เหมาะสม ได้แก่ หัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วน ผสมกับทราย 1 ส่วน และหัวเชื้อเข้มข้น 1 ส่วน ผสมกับเพอร์ไลต์ 2 ส่วน

3. ศึกษาการมีชีวิตรอดในถุงผลิตภัณฑ์

3.1 นับจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตรอดในถุงผลิตภัณฑ์

ผลการทดลอง พบว่า จำนวนสปอร์ที่มีชีวิตรอดในถุงผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) หลังจากเก็บไว้ได้นาน 9 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



3.2 ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากพืช

ผลการทดลอง พบว่า เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากพืชมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 1) โดยกรรมวิธีที่เก็บอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะมีประสิทธิภาพในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชทดสอบดีที่สุดในหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 9 เดือน

4 การทดสอบผลิตภัณฑ์ในกระถางทดลอง

4.1 ความสูง

ผลการทดลอง พบว่า ความสูงของกระเจี๊ยบเขียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลิตภัณฑ์สูตรเดิม สูตรใหม่ และสูตรใหม่ 2 กับสูตรใหม่ 3 (ตารางที่ 2) คือ 108.7, 102.4 และ 87.3 เซนติเมตร กับ 73.1 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.2 เส้นรอบวง

ผลการทดลอง พบว่า เส้นรอบวงของกระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2)

4.3 ผลผลิต

ผลการทดลองเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นเวลา 50 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3)

5. การทดสอบผลิตภัณฑ์ในแปลงทดลอง

จากการทดลองในแปลงทดลองพบว่า ความสูงของกระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างในกรรมวิธีผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรเดิม สูตร 1 และสูตร 2 แต่ทั้ง 3 สูตรแตกต่างกับสูตร 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 4) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (ดังตารางที่ 5) แต่สูตร 1 ได้น้ำหนักผลผลิตสดมากที่สุด มากกว่าสูตร 3 ประมาณ 25.76 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักแห้งผลผลิตได้ผลทำนองเดียวกัน สูตร 1 ได้มากกว่าสูตร 3 ประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์

6. การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในแปลงทดลอง

ผลตารางที่ 6 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซามีผลผลิตสูงสุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีมากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ไม่ใส่ไมโคไรซา 51.93 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 8-8-8 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา แสดงให้เห็นว่าสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ครั้งหนึ่งของการใช้อัตราปกติ

ผลตารางที่ 7 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซามีจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซามีประสิทธิภาพดีกว่าเชื้อไมโคไรซาที่มีอยู่ในธรรมชาติ

7. การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในแปลงเกษตรกร

ตารางที่ 8 พบว่าผลผลิตเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เห็นว่าการใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซาแล้วสามารถใส่ปุ๋ยเคมีเพียงครั้งอัตราที่ใช้ปกติ ก็ได้ผลผลิตใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 9 พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซามีจำนวนสปอร์ และเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซามีประสิทธิภาพดีกว่าเชื้อไมโคไรซาที่มีอยู่ในธรรมชาติ



สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

จากผลการทดลองทำให้สามารถได้แนวทางการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากแบคทีเรียไมโคไรซาของกระเจี๊ยบเขียวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ เกษตรกรอาจนำไปใช้ประโยชน์ได้ อย่างน้อย 1 ชนิด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรผสมชนิดใหม่ สามารถเก็บได้ในอุณหภูมิห้องนานกว่า 9 เดือน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ปุ๋ยชีวภาพจากแบคทีเรียไมโคไรซาสำหรับกระเจี๊ยบเขียวนี้ สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ให้เกษตรกรได้ใช้เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง เป็นการลดต้นทุนการผลิตทำให้ได้รายได้เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ออมทรัพย์ นพอมรบดี, สุภาพร ธรรมสุระกุล, สมเพชร เจริญสุข และ เย็นใจ วสุวัต. 2529. การคัดเลือกเชื้อ วิ-เอ ไมโคไรซาที่มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง. **ผลงานวิจัย ประจำปี 2529 เล่มที่ 1.** กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

Davis. R.M. and Menge, J.A. 1980. Influence of *Glomus fasciculatus* and soil phosphorus on *Phytophthora parasitica* root rot of citrus. *Phytopath.* 70: 477-452.

Marx, D.H. 1970. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. V. Resistance of mycorrhizae to infection by vegetative mycelium of *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopath.* 60: 1472-1473.

_____. 1972. Ectomyorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. *Ann. Rev. Phytopath.* 10: 429-454.

_____. 1973. Growth of ectomyorrhizal and nonmycorrhizal shortleaf pine seedlings in soil with *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopath.* 63: 18-23.

Thamsurakul, S., O. Nopamornbodi, S. Charoensook and S. Roenrungrong. 2000. Increasing pineapple yield using VA mycorrhizal fungi. *Acta Horticulture.* 529: 199-202.



ตารางที่ 1. แสดงจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตและเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากพืช เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้
นาน 9 เดือน ที่อุณหภูมิต่างๆ

	จำนวนสปอร์ที่มีชีวิต	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในราก
อุณหภูมิ 10 ⁰ C	13.00	14.57
อุณหภูมิ 20 ⁰ C	22.57	18.00
อุณหภูมิ 30 ⁰ C	53.00	44.75
อุณหภูมิ 40 ⁰ C	16.28	32.14

ตารางที่ 2. แสดงความสูงและขนาดเส้นรอบวงโคนต้นกระเจี๊ยบเขียวอายุ 30 วัน และ 180 วัน

	ความสูง (ซ.ม.)		เส้นรอบวง(ซ.ม.)	
	30 วัน	180 วัน	30 วัน	180วัน
ผลิตภัณฑ์สูตรเดิม	42.1a	108.7a	3.05a	5.4a
ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ 1	45.7a	102.4a	3.31a	5.4a
ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ 2	42.9a	87.3ab	3.16a	5.5a
ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ 3	35.4b	73.1b	3.14a	5.5a

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3. แสดงผลผลิตเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 50 วัน

	จำนวนฝัก	น.น.ฝักสด	น.น.ฝักแห้ง(กรัม)
ผลิตภัณฑ์สูตรเดิม	15.4a	223.80a	19.35a
ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ 1	15.9a	233.07a	20.95a
ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ 2	13.7a	202.17a	18.42a
ผลิตภัณฑ์สูตรใหม่ 3	13.6a	185.40a	17.13a

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4. ความสูงเฉลี่ยของต้นกระเจี๊ยบเขียวที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซาสูตรต่างๆ เมื่ออายุ 45 วัน และ
65 วัน ในแปลงทดลอง

	ความสูงเฉลี่ย (ซ.ม.)	
กรรมวิธี	45 วัน	65 วัน
ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรเดิม	117.2 a	206.4 a
cv(%)	10.4	7.5

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 5. น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวที่ใส่ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซาสูตรต่างๆ ในแปลงทดลอง

	ผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว (กก./ไร่)	
กรรมวิธี	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสูตรเดิม	2634 a	1475 a
cv(%)	23.7	27.9

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ตารางที่ 6. ผลผลิตเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยของกระเจี๊ยบเขียว ในแปลงทดลอง

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)
1.ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16	4,530 ab	187 ab
cv(%)	15.7	10.0

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 7. จำนวนสปอร์ในดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากของอาบัสคูลาไมโคไรซ่า

กรรมวิธี	จำนวนสปอร์ต่อดิน 100	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยใน
1.ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16	11 b	2.40 c
cv(%)	40.20	42.10

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 8. ผลผลิตเฉลี่ยของกระเจี๊ยบเขียวในเกษตรกร

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)
1.ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16	5,285 a
cv(%)	

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 9. จำนวนสปอร์ในดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากของอาบัสคูลาไมโคไรซ่า

กรรมวิธี	จำนวนสปอร์ต่อดิน 100	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยใน
1.ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16	39.43 c	3.16 b
cv(%)	38.8	57.2

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %