จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ดินปาล์มน้ำมัน เพื่อการผลิตพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์

Antagonistic Microbe on Palm Soil for Producing of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Yeast and Fungal (PGPR) Mixed Microbe

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์*

Sukhan Rattanaloeadnusorn*

Received: 30 August 2018, Revised: 10 June 2019, Accepted: 15 October 2019

บทคัดย่อ

การแยกและจำแนกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บนตัวอย่างดินหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ขนาดประมาณ 1,500 คู่เบสของยีน 16S rRNA โดยการใช้โปรแกรม BLASTN เปรียบเทียบกับข้อมูลใน GenBank ของ NCBI ที่มีความมั่นใจมากกว่า 99-100 เปอร์เซ็นต์ และการตรวจสอบลักษณะสัณฐานและทดสอบทางชีวเคมี บริเวณอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย พบจุลินทรีย์ จำนวน 14 สายพันธุ์ คือ แอกติโนมัยซิส 1 สายพันธุ์ได้แก่ *Streptomyces themodiastatics* รา 7 สายพันธุ์ ได้แก่ *Micrombacterium paraoxydons*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus fumgatus*, *Aspergillus tamari*, *Penicillium pennosus*, *Rhizomucor pusilus* และ *Trichoderma asperelium* แบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ได้แก่ *Bacillus velezensis*, *Lactobacillus pentosus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus flexus* และ *Bacillus licheniformis* ยีสต์ 1 สายพันธุ์ ได้แก่ *Sacharomyces cerevisiac* เมื่อนำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์นี้ไปผลิตเป็นนวัตกรรมชีวภาพพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน (PGPR, plant growth promoting rhizobacteria-yeast and fungal) ตามวิธีของสุกาญจน์ (2560) และนำนวัตกรรมชีวภาพนี้ไปหว่านใต้ต้นปาล์มน้ำมันน้ำหนัก 1 กิโลกรัมต้นปาล์มอายุ 3 ปี และ 2 กิโลกรัมต้นปาล์มอายุ 5 ปีต่อครั้งจำนวน 3 ครั้งต่อปี ปรากฏว่าการเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนของปาล์มอายุ 3 และ 5 ปี เท่ากับ 128.57±1.0 เปอร์เซ็นต์และ 123.23±1.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงว่าจุลินทรีย์ในนวัตกรรมชีวภาพนี้ช่วยเร่งย่อยสลายอินทรียสารให้เป็นสารอาหารในรูปสารประกอบโมเลกุลเล็กและค่อยๆ ปลดปล่อยให้แก่พืช สำหรับเร่งการเจริญเติบโตและเร่งการออกทะลายและเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มต่อไร่ต่อปี ดังนั้น เกษตรกรชาวสวนปาล์ม

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 หมู่ที่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12110

Biology Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangula University of Technology Thanyaburi, 39 Moo 1, Klong 6, Khlong Luang, Pathum Thani 12110, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): sukhanratt@hotmail.co.th, sukhan@mail.rmutt.ac.th

ควรหันมานำนวัตกรรมชีวภาพพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มต่อไร่ต่อปี

คำสำคัญ: พีจีพีอาร์, จุลินทรีย์ปฏิปักษ์, 16S rRNA, ทะลายปาล์ม

ABSTRACT

Isolation of microorganisms on soil samples after using PGPR analysis of the 1,500-bp nucleotide sequence of the 16S rRNA gene by using the BLASTN program was compared with NCBI's GenBank data with a confidence level more than 99-100 percent. Morphogical characteristics and biochemical characterization taking place at Nong Suea District, Pathum Thani Province, Thailand found 14 isolates of microorganisms: actinomyces is *Streptomyces themodiastatics*, Fungal 7 isolates: *Aspergillus terreus*, *Aspergillus fumgatus*, *Aspergillus tamari*, *Penicillium pennosus*, *Rhizomucor pusilus* and *Trichoderma asperelium* Bacteria 5 isolates: *Bacillus velezensis*, *Lactobacillus pentosus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus flexus* and *Bacillus lichenifermis*: 1 isolates of yeast: *Sacharomyces cerevisiac*. The PGPR according to the method of Rattanaloeadnusorn (2517), and after the innovative PGPR sowing to sow under palm oil weight of 1 and 2 kg per 3 times per year. For 3 and 5 years old palm trees, it was found that the percentage increasing of palm kernel weight gain after using PGPR was 128.57±1.0% and 123.23±1.0% respectively. Results showed that the microorganisms in the bioproducts accelerated the digestion of nutrients into small molecule compounds and slowly released nutrients to plant roots. Palm oil farmers should turn to the innovative PGPR accelerating the growth, weight increase palm kernel, and weight gain per acre per year.

Key words: PGPR, antagonistic microbe, 16S rRNA, palm kernel

บทนำ

ในอดีตเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีอย่างกว้างขวาง แต่ไม่มีการใช้สารส่งเสริมการเจริญเติบโตและป้องกันพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ช่วยในการเร่งการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ส่งผลทำให้ดินและน้ำมีสารเคมีและโลหะหนัก สารอินทรีย์ในรูปที่ไม่เหมาะสมตกค้างในดินสูงมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้รากพืชไม่สามารถดูดและนำไปใช้เร่งการเติบโตและเพิ่มผลผลิตได้ (Ahemad and Malik, 2011) เกษตรกรได้ผลผลิตต่ำและพบว่าความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ดินลดน้อยลง (Ahmad *et al*., 2008; Figueiredo *et al*., 2008; สุกาญจน์ และคณะ, 2561) แต่เมื่อเกษตรกรหันมาทำการเกษตรอินทรีย์ร่วมกับสารชีวภาพนาโนผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ THAN2 หรือสารส่งเสริมการเจริญเติบโตและป้องกันพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ (PGPR: plant growth promoting rhizobacteriayeast and fungal) มาตรฐาน Q และ IFOAM ม.ก.ท ดังภาพที่ 1 พบว่าการเจริญเติบโต การเพิ่มผลผลิต การลดต้นทุนค่าปุ๋ย การเพิ่มรายได้ การปรับสภาพดินและน้ำการลด

สารพิษตกค้างในดิน เพิ่มจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ช่วยสนับสนุนการย่อยสลายอินทรียสารให้เป็นสารอาหารในรูปสารประกอบโมเลกุลเล็กและค่อยปลดปล่อยให้แก่พืชและสัตว์ (Figueiredo *et al*., 2008) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rattanaloeadnusorn (2017); Lavakush *et al*. (2014); Ahmad *et al*. (2008); Figueiredo *et al*. (2008) ดังนั้นนักวิจัยจึงดำเนินการคัดแยกจุลินทรีย์รา ยีสต์ แบคทีเรีย แอกติโนมัยซิส บนตัวอย่างดินปลูกปาล์มหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนบริเวณอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทยการตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาและทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี เพื่อผลิตนวัตกรรมชีวภาพพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนจากสายพันธุ์จุลินทรีย์ปฏิปักษ์เหล่านี้ตามวิธีของ Rattanaloeadnusorn (2017) สำหรับนำไปหว่านใต้ต้นปาล์มน้ำมันน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัมต่อครั้งจำนวน 3 ครั้งต่อปี ต้นปาล์มอายุ 3 และ 5 ปี และศึกษาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มต่อไร่ต่อปี หลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรชาวสวนปาล์มหันมาใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมี สำหรับช่วยเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มต่อไร่ต่อปี

ภาพที่ 1 สารพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน (PGPR, plant growth promoting rhizobacteria- yeast and fungal) มาตรฐาน IFOAM สำหรับหว่านใต้ต้นปาล์มน้ำมัน เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์

- พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน
- น้ำ
- หัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน ภายใต้เครื่องหมายการค้า THAN
- ทางปาล์มแห้งบดป่น
- เตาเผาแบบไร้ออกซิเจน
- น้ำตาลทรายแดง
- สารอินทรีย์ตัวจับ
- สารตัวเติมอินทรีย์
- สารอาหารเสริมอินทรีย์พืช THAN
- สารสกัดชีวภาพ THAN
- ถังหมักแบบใช้ออกซิเจน
- ดินภูเขาไฟ

2. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ *Randomized* complete *block design* (*RCBD*) สุ่มเก็บตัวอย่างดินปลูกปาล์มก่อนและหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์จำนวน 10 จุด นำตัวอย่างดินมาผสมให้เข้ากัน ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม นำไปแยกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ รา ยีสต์ แบคทีเรีย แอกติโนมัยซิสหลังจากนั้น นำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์นี้ไปผ่านกระบวนการผลิตพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ตามวิธีของ Rattanaloeadnusorn

(2017) และนำจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ไปหว่านใต้ต้นปาล์มน้ำมัน น้ำหนัก 1 และ 2 กิโลกรัมต่อครั้ง ต้นปาล์มอายุ 3 และ 5 ปี จำนวน 3 ซ้ำ ศึกษาการเติบโตและเพิ่มน้ำหนักผลทะลายปาล์มต่อไร่เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 0-0-60

3. การแยกจุลินทรีย์บนตัวอย่างดินปลูกปาล์ม

เทคนิควิธีการแยกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์รา ยีสต์ แบคทีเรีย แอกติโนมัยซิส โดยวิธีทางอ้อม dilution pour plate Method ตามวิธีของ Xie *et al*. (1996); Ahemad and Malik (2011) พร้อมตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาและทดสอบทางชีวเคมี ได้แก่ การหลั่งเอนไซม์ตามวิธีของ Ramesh *et al*. (2008) การย่อยโปรตีนตามวิธีของ Behera *et al*. (2017) การทดสอบการย่อยสลายฟอสฟอรัส โพแทสเซียมตามวิธีของ Gaur and Miller (1990) และการจำแนกชนิดสายพันธุ์ของจุลินทรีย์จากลำดับนิวคลีโอไทด์ 16S rRNA โดยการใช้โปรแกรม BLASTN และการเก็บเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บริสุทธิ์

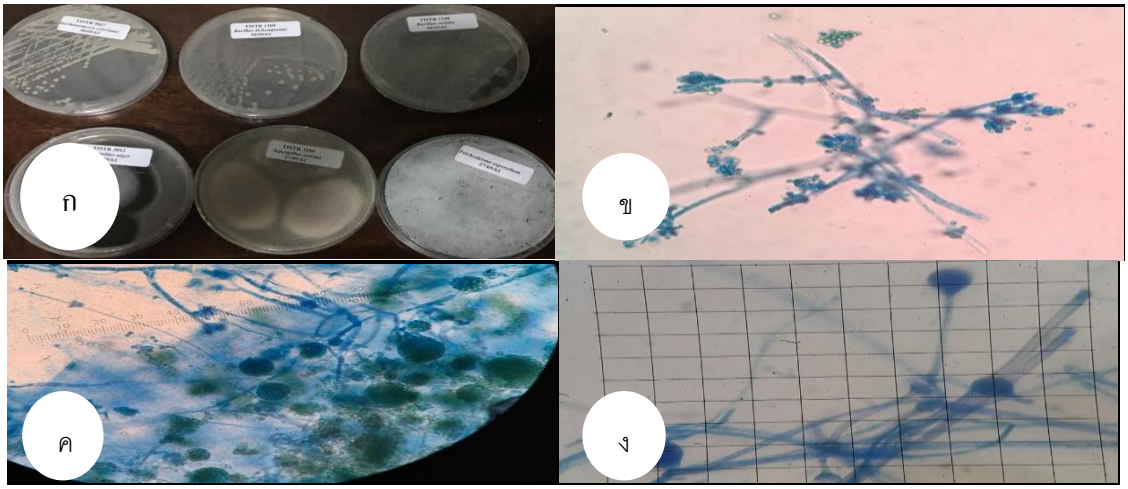
4. การผลิตและนำพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ตามวิธีของ Rattanaloeadnusorn (2017)

นำพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ไปหว่านใต้ต้นปาล์มน้ำมัน น้ำหนัก 1 และ 2 กิโลกรัมต่อครั้งต้นปาล์มอายุ 3 และ 5 ปี จำนวน 3 ครั้งต่อปี เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการเพิ่มน้ำหนักผลทะลายปาล์มต่อไร่เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 0-0-60 จำนวน 3 ซ้ำ

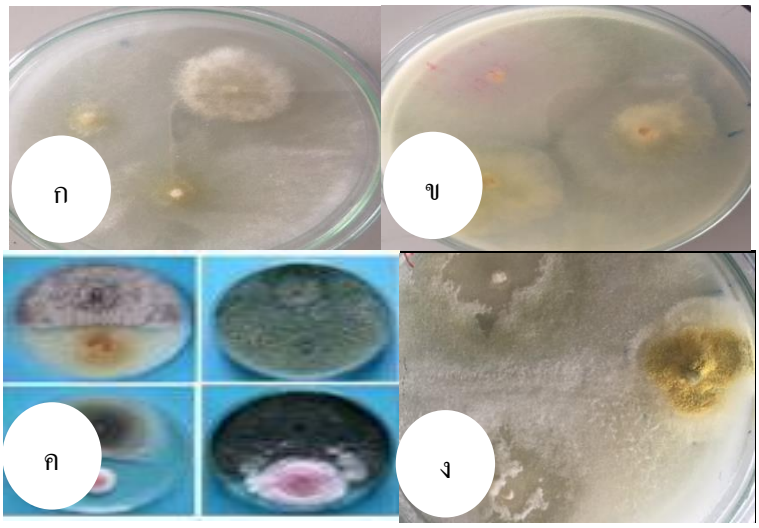
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการแยกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บนดินปลูกปาล์ม หลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนโดยวิธีทางอ้อมการตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาและทดสอบทางชีวเคมี อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย พบจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ รา แบคทีเรีย แอกติโนมัยซิส ยีสต์ จำนวน 14 สายพันธุ์ เมื่อนำจุลินทรีย์เหล่านี้วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ขนาดประมาณ 1,500 คู่เบสของยีน 16S rRNA โดยการใช้โปรแกรม BLASTN เปรียบเทียบกับข้อมูลใน GenBank ของ NCBI พบจุลินทรีย์แอกติโนมัยซิส 1 สายพันธุ์ได้แก่ *Streptomyces themodiastatics* รา 7 สายพันธุ์ ได้แก่ *Micrombacterium paraoxydons*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus fumgatus*, *Aspergillus tamari*, *Penicillium pennosus*, *Rhizomucor pusilus* และ *Trichoderma asperelium* แบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus velezensis*, *Lactobacillus pentosus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus flexus* และ *Bacillus lichenifermis* ยีสต์ 1 สายพันธุ์ ได้แก่ *Sacharomyces cerevisiac* ที่มีความมั่นใจมากกว่า 99-100 % ตารางที่ 1 ภาพที่ 2 - 3 ในขณะที่การแยกดินก่อนการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน พบจุลินทรีย์รา จำนวน 3 สกุล ได้แก่ *Penicillium Aspergillus* และ *Rhizoctonia* (สุกาญจน์ และคณะ, 2561) ซึ่งผลการแยกจุลินทรีย์บนตัวอย่างดินปลูกปาล์มหลังการหว่านพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ พบจำนวนสกุลจุลินทรีย์มากกว่าบนตัวอย่างดินก่อนการหว่านพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของสุกาญจน์ และคณะ (2560) ที่พบว่าหลังจากการใช้หัวเชื้อราอัดเม็ดผสมหัวเชื้อชีวภาพอัดเม็ดและหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนปลูกพืชป่าชายเลน บริเวณนากุ้งร้าง ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พบจุลินทรีย์รา จำนวน 6 สกุล ในขณะแยกจุลินทรีย์ราบนดินเลนหลังการใช้นวัตกรรมชีวภาพพบจุลินทรีย์รา จำนวน 14 สกุล (สุกาญจน์ และคณะ, 2560) นั้นแสดงว่ามีสารเคมีตกค้างหลังการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีอิทธิพลต่อการปรากฏของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช (Ahemad and Khan (2012) ต่อมานักวิจัยทำการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรค

ของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์การเก็บเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บริสุทธิ์แบบ lyophilization และขึ้นทะเบียนที่มาของสายพันธุ์จุลินทรีย์ ภาพที่ 3 ตารางที่ 2 พร้อมนำความหลากหลายจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ 14 สายพันธุ์นี้ไปผ่านกระบวนการผลิตตาม Rattanaloeadnusorn (2017) และนำสารพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนนี้ไปหว่านใต้ต้นปาล์มน้ำมันน้ำหนัก 1 และ 2 กิโลกรัมต่อครั้งต้นปาล์มอายุ 3 และ 5 ปี จำนวน 3 ครั้งต่อปี ปรากฏว่าการเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 0-0-60 เท่ากับ 128.57±1.0 เปอร์เซ็นต์และ 123.23±1.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ตารางที่ 3 แสดงว่าจุลินทรีย์ในสารพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ ช่วยเร่งย่อยสลายอินทรียสารให้เป็นสารอาหารในรูปสารประกอบโมเลกุลเล็กและค่อยปลดปล่อยให้แก่พืชและสัตว์ (Figueiredo *et al*., 2008) ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการออกทะลายปาล์มและเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มต่อไร่ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rattanaloeadnusorn (2017); Lavakush *et al*. (2014); Ahemad and Malik (2011); Figueiredo *et al*. (2008) ดังนั้น เกษตรกรชาวสวนปาล์มควรหันมานำพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน ช่วยเร่งการเติบโตและเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มต่อไร่ต่อปี



ภาพที่ 2 ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บริสุทธ์รา แบคทีเรีย บนตัวอย่างดินปลูกปาล์มน้ำมัน
ก. โคโลนีเชื้อบริสุทธิ์แบคทีเรียและรา ข. ก้านชูสปอร์และสปอร์สกุล *Trichoderma*
ค. ก้านชูสปอร์และสปอร์สกุล *Aspergillus* ง. ก้านชูสปอร์และสปอร์สกุล *Rhizomucor*



ภาพที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคของเชื้อจุลินทรีย์ (antagonistic test)
ก-ข. ลักษณะโคโลนีด้านหน้าและด้านหลัง *Rhizomucor* ค. การควบคุมเชื้อก่อโรคด้วยราปฏิปักษ์
ง. การควบคุมเชื้อราระหว่าง *Rhizomucor* และ *Penicillium*

ภาพที่ 4 น้ำหนักทะลายปาล์มหลังการหว่านและไม่หว่านสารพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน
ก. การฉีดพ่นสารสกัดชีวภาพที่คอทะลายและหว่านสารพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน และขนาดทะลายปาล์มที่ไม่หว่านสารพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน
ข. ขนาดทะลายปาล์มที่หว่านสารพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนและฉีดพ่นสารสกัดชีวภาพ
ค. การประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผ่าน หนังสือพิมพ์ไทยรัฐและทีวี

ตารางที่ 1 ลำดับนิวคลีโอไทด์ขนาดประมาณ 1,500 คู่เบส ของยีน 16S rRNA โดยการใช้โปรแกรม BLAST เปรียบเทียบกับข้อมูลใน GenBank ของ NCBI จากดินปลูกปาล์มน้ำมันร่วมกับสารส่งเสริมการเติบโตและป้องกันพีจีพีอาร์ มาตรฐาน IFOAM

ลำดับที่	รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ (5' -> 3')
Trichoderma asperellum	a	GTTCTTGGTCACCTAGAGGAAGTAAAAGTCGTAACAAGGTCTCCGTTGGTGAACCAGCGGAGGGATCATTACAGAGTT TACAACTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACTGTTGCCTCGGCGGGGTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCG GAACCAGGCGCCCGCCGGAGGAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCCTCGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGC AAAAATTCAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGA TAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGC ATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGATCGGCGTTGGGGATCGGGACCCCTCACACGGGT GCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCACAACTCGCACCGGGAGCGCG GCGCGTCCACGTCCGTAAAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAG CATATCAATAAGCGGGAG
Trichoderma asperellum	b	TCTTCCGTAGGGTGACCTGCGGAAGGATCATTACCGAGTGCGGGCCCTCTGGGTCCAACCTCCCATCCGTGTCTATCT GTACCCTGTTGCTTCGGCGTGGCCACGGCCCGCCGGAGACTAACATTTGAACGCTGTCTGAAGTTTGCAGTCTGAGTT TTTAGTTAAACAATCGTTAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGA TAATTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGC ATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCACGGCTTGTGTGTTGGGCTTCCGTCCCTGGCAACGGGGACGGGCC CAAAAGGCAGTGGCGGCACCATGTCTGGTCCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTCACCCGCTCCCGTAGGTCCAGCTGGCA GCTAGCCTCGCAACCAATCTTTTTAACCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

ตารางที่ 2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของจุลินทรีย์บนตัวอย่างดินปลูกปาล์มหลังการหว่านพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน ใต้ต้นปาล์มน้ำมัน อายุ 1 ปี

ลำดับ	Isolation (1)	รา/ยีสต์/แบคทีเรีย/แอกติโนมัยซิส	คุณสมบัติ		ประสิทธิภาพการย่อยสลาย				น้ำตาลรีดิวซ์	โปรตีน
			antagonistic	parasite	Cellulase	Phosphatase	Protease	hemicelluase		
1	*Streptomyces themodiastatics*	แอกติโนมัยซิส		√		√	√			√
2	*Micrombacterium paraoxydons*	รา	√		√			√	√	√
3	*Aspergillus terreus*	รา								
4	*Aspergillus fumgatus*	รา	√		√	√	√	√	√	√
5	*Aspergillus tamarii*	รา	√		√	√	√	√	√	√
6	*Penicillium pennosus*	รา	√		√	√	√	√	√	√
7	*Rhizomucor pusilus*	รา								
8	*Trichoderma asperelium*	รา	√		√	√	√	√	√	√

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	Isolation (1)	รา/ยีสต์/แบคทีเรีย/แอกติโนมัยซิส	คุณสมบัติ		ประสิทธิภาพการย่อยสลาย				น้ำตาลรีดิวซ์	โปรตีน
			antagonistic	parasite	Cellulase	Phosphatase	Protease	hemicelluase		
9	*Bacillus siamensis* or *Bacillus velezensis*	แบคทีเรีย	√		√			√	√	√
10	*Sacharomyces cerevisiac*	ยีสต์	√		√			√	√	
11	*Lactobacillus pentosus*	แบคทีเรีย	√		√				√	√
12	*Bacillus subtilis*	แบคทีเรีย	√		√				√	√
13	*Bacillus lichenifermis*	แบคทีเรีย	√		√				√	√
14	*Bacillus flexus*	แบคทีเรีย								

ที่มา: ผลการวิเคราะห์โดย สวทช. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สรุป

เมื่อนำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากดินปลูกปาล์มหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ 14 สายพันธุ์ เช่น แอกติโนมัยซิส 1 สายพันธุ์ได้แก่ *Streptomyces themodiastatics* รา 7 สายพันธุ์ ได้แก่ *Micrombacterium paraoxydons*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus fumgatus*, *Aspergillus tamari*, *Penicillium pennosu*, *Rhizomucor pusilus* และ*Trichoderma asperelium* แบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ได้แก่ *Bacillus velezensis*, *Lactobacillus pentosus*, *Bacillus subtilis Bacillus flexus* และ *Bacillus lichenifermis* ยีสต์ 1 สายพันธุ์ ได้แก่ *Sacharomyces cerevisiac* ไปผ่านกระบวนการผลิตพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนตามวิธีของสุกาญจน์ (2560) และ Rattanaloeadnusorn (2017) ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพร่วมกับสถานประกอบการตามมาตรฐานสารอาหารเสริมพืช และนำพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ไปหว่านใต้ต้นปาล์มน้ำมันน้ำหนัก 1 และ 2 กิโลกรัมต่อครั้งต้นปาล์มอายุ 3 และ 5 ปี จำนวน 3 ครั้งต่อปี ปรากฏว่าการเจริญเติบโตและการเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 0-0-60 เท่ากับ 128.57±1.0 เปอร์เซ็นต์และ 123.23±1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับดังตารางที่ 3 ดังนั้นเกษตรกรชาวสวนปาล์มควรหันมานำนวัตกรรมชีวภาพพีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนหว่านใต้ต้นและฉีดพ่นสารสกัดชีวภาพ THAN เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักทะลายปาล์มหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 0-0-60

อายุต้นปาล์มน้ำมัน	น้ำหนักทะลายปาล์มหลังการใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน (ตันต่อไร่ต่อปี)		เปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักทะลายเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี 0-0-60
	การใช้พีจีพีอาร์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน	การใช้ปุ๋ยเคมี 0-0-60	
3 ปี	±9.443.06	4.13±1.0	128.57±1.0
5 ปี	8.842.65	3.96±1.0	123.23±1.0

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการ ABC สัญญาเลขที่ ABCRMUTT 60A03 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปี 2560 ที่สนับสนุนทุนการทำวิจัย คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษาและสร้างสรรค์การเรียนรู้ทุกท่านที่ประเมินผลงานวิจัยและให้คำปรึกษารวมถึงเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยนวัตกรรมชีวภาพร่วมกับสถานประกอบการในการนำนวัตกรรมชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาเกษตรกรและโรงงานอุตสาหกรรมแบบยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, สายัณต์ สมฤทธิ์ผล และอัชฌาณัท รัตนเลิศนุสรณ์. 2560. **รายงานการวิจัยการพัฒนาการฟื้นฟูป่าชายเลนและพัฒนาชุมชนด้วยหัวเชื้อราผสม ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, กรวินท์วิชญ์ บุญพิสุทธินันท์ และ อัชฌานัท รัตนเลิศนุสรณ์. 2561. **รายงานการวิจัยการพัฒนาการปลูกปาล์มน้ำมันและการแปรรูปวัสดุเหลือใช้ด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตเกษตรกรตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Ahmad, F.I., Ahemad, M.S. and Khan, M.S. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. **Microbiological Research** 163(2): 173-181.

Ahemad, M. and Malik, A. 2012. Bioaccumulation of heavy metals by zinc resistant bacteria isolated from agricultural soils irrigated with wastewater. **Bacteriology Journal** 2(1): 12-21.

Ahemad, M. and Khan, M.S. 2012. Effect of fungicides on plant growth promoting activities of phosphate solubilizing *Pseudomonas putida* isolated from mustard (*Brassica compestris*) rhizosphere. **Chemosphere** 86(9): 945-950.

Behera, B.C., Yadav, H., Singh, S.K., Mishra, R.R., Set hi, B.K., Dutta, S.K. and Thatoi, H.N. 2017. Phosphate solubilization and acid phosphatase activity of *Serratia* sp. isolated from mangrove soil of Mahanadi river delta, Odisha, India. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology** 15(1): 169-178.

Figueiredo, M.V.B., Burity, H.A., Martınez, C.R. and Chanway, C.P. 2008. Alleviation of drought stress in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by co-inoculation with *Paenibacillus polymyxa* and *Rhizobium tropici*. **Applied Soil Ecology** 40(1): 182-188.

Gaur, U. and Miller, B. 1990. Effects of environmental exposure on fiber/epoxy interfacial shear strength. **Polymer Composites** 11(14): 217-222.

Glick, B.R., Cheng, Z., Czarny, J. and Duan, J. 2007. Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria. **European Journal of Plant Pathology** 119(3): 329-339.

Lavakush, Y.J., Verma, J.P., Jaiswal, D.K. and Kumar, A. 2014. Evaluation of PGPR and different concentration of phosphorus level on plant growth, yield and nutrient content of rice (*Oryza sativa*). **Ecological Engineering** 62: 123-128.

Ramesh, G., Borda, J.T, Dufour, J., Kaushal, D., Ramamoorthy, R., Lackner, A.A. and Philipp, M.T. 2008. Interaction of the Lyme disease spirochete *Borrelia bugdorferi* with brain perenchyma elicits inflammatory mediators from cells as well as glial and neuronal apptosis. **The American Journal of Pathology** 173(5): 1415-1427.

Rattanaloeadnusorn S. 2017. Inoculants fungal *Trichoderma*, *Mucor* and *Bacillus* for community development based on sufficiency economy philosophy. **International Journal of GEOMATE** 13(40): 16-23.

Zverlov, V.V. and Schwarz, W.H. 2008. Bacterial cellulose hydrolysis in anaerobic environmental subsystems *Clostridium thermocellum* and *Clostridium Stercorarium*, Thermophillic Plant-fiber Degraders. **Annals of the New York Academy of Sciences** 1125: 298-307.

Xie, H., Pasternak, J.J. and Glick, B.R. 1996. Isolation and characterization of mutants of the plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12-2 that overproduce indole acetic acid. **Current Microbiology** 32(2): 67-71.