การปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน แปลงใหญ่ของเครือข่ายชุมชน กรณีศึกษาอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

New Organic PathumThani1 Rice Planting with Biofertilizer Mixed with Nano Microbe for Large Plots of Community Networks: A Case Study in Nong Suea District, Pathum Thani Province

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์[1] นิศารัตน์ ตามสมัคร[1] และ อัชฌาณัท รัตนเลิศนุสรณ์[2*]

Sukhan Rattanaloeadnusorn[1], Nisarat Tamsamak[1] and Atchanut Rattanalertnusorn[2*]

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยกรณีศึกษากรอบความคิดใหม่การใช้สารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน แปลงใหญ่แบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายชุมชน ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized design: CRD) ชุดควบคุม: ปุ๋ยเคมี-ยูเรีย (T0) ชุดทดลอง: สารชีวภาพเคลือบผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ (T1) และปุ๋ยอินทรีย์ (T2) ปรากฏว่าการปลูกข้าวปทุมธานี 1 ด้วยสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* สารสกัดอินทรีย์ (T1) ดีที่สุด คือ เพิ่มผลผลิตข้าวเปลือก 1,137.50±47.87 กิโลกรัมต่อไร่ ลดต้นทุน 2,250±57.74 บาทต่อไร่ เพิ่มค่าตอบแทนรายได้ 12,125±853.91 บาทต่อไร่ รวมทั้งช่วยในการปรับค่า pH ดิน 6.00±0.58 เพิ่มความความหลากหลายจุลินทรีย์ในดิน 14.33±5.26 สกุล และลดปรอทปนเปื้อนบนข้าวกล้อง 9.28±0.081 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (T2) เพิ่มผลผลิตข้าวเปลือก 800±43.97 กิโลกรัมต่อไร่ ลดต้นทุน 2,300±81.65 บาทต่อไร่ เพิ่มค่าตอบแทนรายได้ 6,550±57.74 บาทต่อไร่ รวมทั้งการปรับค่า pH ดิน 5.13±0.63 เพิ่มความหลากหลายจุลินทรีย์ในดิน 4.33±0.70 สกุลลดปรอทปนเปื้อน

---

[1] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110

[1] Biology Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Klong 6, Khlong Luang, Pathum Thani 12110, Thailand.

[2] สาขาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110

[2] Applied statistics Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Klong 6, Khlong Luang, Pathum Thani 12110, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): atchanut_r@rmutt.ac.th, somrat2543@yahoo.com

บนข้าวกล้อง 20.16±0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร และการปลูกด้วยปุ๋ยเคมี-ยูเรีย ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากจุลินทรีย์ปฏิปักษ์รา บนสารอินทรีย์ระดับนาโนเมตร ที่มีประไอออนบวก (แคตไอออน) จะสามารถจับกับประจุไอออนลบ (แอนไอออน) และสามารถหลั่งเอนไซม์และเร่งย่อยสลายอินทรีย์ ให้สารประกอบธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ฮอร์โมน กรดอะมิโนคีเลต โปรตีน วิตามิน เกลือแร่ ที่เซลล์รากดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้อย่างรวดเร็ว ลดการสูญเสียสู่สิ่งแวดล้อม และปรับค่า pH ดิน ดังนั้น ปัจจุบันนี้เกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จึงขยายพื้นที่ปลูกข้าวปทุมธานี1 แบบใหม่ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์แบบมีส่วน อันนำไปสู่ผลสำเร็จ สร้างความเข้มแข็งและอัตลักษณ์แบบยั่งยืน

คำสำคัญ: สารชีวภาพ, จุลินทรีย์นาโน, ข้าวปทุมธานี 1, เครือข่าย

ABSTRACT

This research demonstrated a new concept of using biofertilizer mixed with nano microbe inoculants in large plots, collaborated with a Large Plots of Community network of learning centers of increasing production efficiency of agricultural products in Nong Suea District, Pathum Thani Province. The experiment was designed by using Complete Randomized Design (CRD). The control group was urea chemical fertilizers (T0), while the experiment group: biofertilizer mixed nano-microbial concentrate *Trichoderma Beuvaria* and *Metharhizium* and 0.3 % organic extracts (T1) and organic fertilizers (T2). T1 showed the greatest treatment compared to other treatments. T1 helped increase paddy yield to 1,137.50 ± 47.87 kg/rai, reduce total costs to 2,250 ± 57.74 bath/rai, increase income 12,125 ± 853.91 bath/rai. In addition, T1 affected the soil to pH 6.00 ± 0.58, increased soil microbial diversity to 14.33 ± 5.26 genus and reduce mercury in rice 9.28 ± 0.081 mg/. T2 could increase paddy yield at 800 ± 43.97 kg/rai, reduce total costs to 2,300 ± 81.65 bath/rai, increasing income 6,550 ± 57.74 bath/rai. It also adjusted soil pH 5.13 ± 0.63, increasing soil microbial diversity 4.33 ± 0.70 genus, reducing mercury in rice 20.16 ± 0.23mg/l, and could be grown by using chemical urea fertilizers, respectively at 0.05 significant. These could be because microbial fungi on organic matter with positive ions (cations), which could bind to negative ions (anions). The antagonist microbial secreted enzymes and accelerated organic degradation into macronutrients, micronutrients and nutritional supplements, sugar, hormones, amino acids, chelates, proteins, vitamins, minerals that the root cells could absorb nutrients and organic extracts into cells quickly, reduce the loss to the environment and adjust the soil pH. Therefore, the learning centers for increasing production efficiency of agricultural products in Nong Suea district, Pathum Thani Province with participation of the network Rajamangala University of Technology Thanyaburi were expanded for Pathum Thani 1 rice planting area, together with the biofertilizers mixed

with nano-microbe inoculants *Trichoderma Beuvaria* and *Metharhizium* and 0.3 % organic extracts leading to success and strengthening in a sustainable identity.

Key words: bio-fertilizer, nano-microbial, Pathum Thani1 Rice, community network

บทนำ

จากการสำรวจสภาพพื้นที่ของเกษตรกรชุมชน ตำบลบึงกาสาม อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2564 พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวปทุมธานี 1 ข้าวหอมมะลิ สายพันธุ์ กข. 47 กข. 31 กข. 53 และ กข. 59 ข้าวไรซ์เบอรี่ และอื่น ๆ โดยการหว่านปุ๋ยเคมีและการฉีดพ่นสารเคมีควบคุมโรคพืชและศัตรูแมลงพืช ในการควบคุมการถูกทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคพืช เช่น โรคใบไหม้เกิดจาก *Pyricularia grisea* Sacc. โรคเมล็ดด่างเกิดจาก *Curvularia lunata* (Wakk) Boed. *Cercosopra o*ryzae I. Miyake *Helminthosporium oryzae* Bred de Haan. *Fusarium semitectum* Berk&Rev. *Trichocinis padwickii* Ganguly *Sarocadium oryzae* โรคกาบใบเน่าเกิดจาก *Sarocladium oryzae* โรคกาบใบแห้ง โรคขอบใบแห้ง เป็นต้น (Sawatsuk *et al.*, 2017; Rattanaloeadnusorn, 2015) ผลปรากฏว่า เกษตรกรได้ผลผลิตข้าวเปลือกเฉลี่ย 500-850 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 4,970 บาทต่อไร่ ความชื้นข้าวเปลือกเฉลี่ย 25 เปอร์เซ็นต์ (Rattanaloeadnusorn, 2017a) เมื่อคัดแยกความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดิน บริเวณพื้นที่ปลูกข้าวด้วยปุ๋ยเคมี ตามวิธีทางตรงและทางอ้อม (Direct or Indirect method) ของเกษตรกรชุมชน ตำบลบึงกาสาม อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี พบความหลากหลายเชื้อราดินจำนวน 3 สกุล ได้แก่ สกุล *Actinomyces*, *Aspergillus* และ *Penicillium* ที่มีจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 10^3 cfu/gm สภาพดินแข็ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ย 3-4 (Rattanaloeadnusorn, 2017a) ต่อมา นักวิจัยศึกษาวิจัยต่อยอด ร่วมกับสถานประกอบการ ผลิตนวัตกรรมหัวเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์รา แบคทีเรีย ด้วยเทคโนโลยี Chito-technology Bio-technology Nanotechnology Chelation- technology และ Encapsulation technology ที่ได้มาตรฐานชีวภัณฑ์ IFOAM ภายใต้เครื่องหมายการค้า THAN ในเชิงพาณิชย์ ดังภาพที่ 1 สำหรับนำหัวเชื้อจุลินทรีย์บนสารอินทรีย์ที่มีขนาดระดับนาโนเมตร และเพิ่มประจุไอออนบวก (แคตไอออน) ที่สามารถจับกับประจุไอออนลบ (แอนไอออน) ได้แบบหลวม ๆ และจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ธรรมชาติ สามารถหลั่งเอนไซม์ฟอสฟาเทส (phosphatase) อะไมเลส (amylase) และไดอะมิเนส (deaminase) อื่น ๆ ช่วยเร่งย่อยสลายอินทรีย์ ให้กลายเป็นสารประกอบธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม (Xie *et al.*, 1996; Vladimir and Wolfgang, 2008; Wang *et al.*, 2011; Ahemad and Malik, 2012; Behera *et al.*, 2017) กรดอะมิโนคีเลต โปรตีน น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดฮิวมิก ฮอร์โมน ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) วิตามินและเกลือแร่ (Glick *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2016; Rattanaloeadnusorn, 2017b) เพิ่มการดูดซึมเข้าสู่เซลล์ เพิ่มการเจริญเติบโตพืช เพิ่มผลผลิต เพิ่มค่าตอบแทนรายได้ เพิ่มค่าโภชนาการอาหาร เช่น ปริมาณวิตามินบี 1-3 หรือไนอะซิน เกลือแร่ ซีลีเนียม ทองแดง เหล็ก แคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และอื่น ๆ ในปริมาณสูงกว่าการปลูกพืชด้วยปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ที่ช่วยลดคลอเรสเตอรอล ช่วยบำรุงระบบประสาท ช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารดียิ่งขึ้น ช่วยต่อต้านความชรา จึงทำให้ดูอ่อนวัยมากกว่าเดิม เพิ่มสารอนุมูล

อิสระ (Anti-oxidant) เพิ่มภูมิคุ้มกันในการต้านทานต่อการเกิดโรคต่าง ๆ แก่ร่างกาย เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรค

เมื่อการตรวจติดตามหลังปลูกข้าว ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน เป็นเวลานาน 1 ปี พบว่าดินมีความร่วนซุย เพิ่มจำนวนจุลินทรีย์รา 5 สกุล ได้แก่ สกุล *Actinomyces*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* และ *Mucor* ที่มีจำนวนโคโลนี 10^5 cfu/gm ความหลากหลายทางชีวภาพแบคทีเรีย จำนวน 2 สกุล ได้แก่ สกุล *Bacillus* และ *Lactobacillus* และยีสต์ จำนวน 1 สกุล ได้แก่ สกุล *Sacharomyces* เพิ่มการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิต เพิ่มรายได้ ลดต้นทุน (Nagulb *et al*., 2012; Parka *et al*., 2013; Salama *et al*., 2015; Rattanaloeadnusorn, 2017a; Li *et al*., 2018) ประกอบกับข้าวปทุมธานี 1 จัดเป็นสายพันธุ์ข้าวเจ้าที่เกษตรกรหนองเสือนิยมปลูกในพื้นที่ เนื่องจากไม่ไวต่อแสง ข้าวมีกลิ่นหอมนุ่มเหนียว ทนทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว ทนต่อโรคใบไหม้ โรคขอบใบแห้ง สามารถทำการปลูกได้ตลอดทั้งปี

จากผลสำเร็จที่ดีข้างต้น ดังนั้น เกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี จึงขยายพื้นที่การปลูกข้าวอินทรีย์ข้าวปทุมธานี 1 ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และสารสกัดอินทรีย์ตามแนวปฏิบัติที่ดี เพื่อเพิ่มผลผลิต (Output) เช่น ผลผลิต ต้นทุน รายได้ การปรับค่า pH ดิน ความหลากหลายจุลินทรีย์ดิน การวิเคราะห์ปรอทปนเปื้อนบนข้าวกล้อง การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Rstudio ค่า F-Test (one-way ANOVA) การทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ของชุดทดลอง ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) อันจะแสดงถึงผลสัมฤทธิ์ (Outcome) จากกรณีศึกษากรอบการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ แบบมีส่วนร่วมกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ส่งผลสำเร็จ สร้างความเข้มแข็งและอัตลักษณ์ ให้แก่เกษตรกร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานีแบบยั่งยืน

ก ข ค

ภาพที่ 1 ก) THAN หัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน ข) THAN สารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน ค) THAN สารสกัดอินทรีย์ ที่ได้มาตรฐาน IFOAM

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาของ Liu *et al*. (2005); Wang *et al*. (2011); Olagunju *et al*. (2014); Rattanaloeadnusorn (2017a) เกี่ยวกับการปลูกพืชร่วมกับกลไกการทำงานของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ธรรมชาติ ผลปรากฏว่าจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ช่วยเร่งการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน การปรับค่า pH ดิน อื่น ๆ ได้ดีกว่าการปลูกพืชโดยไม่ใช้กลไกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เนื่องจากจุลินทรีย์รา แบคทีเรีย บนสารอินทรีย์นาโน ที่มีประจุไอออนบวก (แคตไอออน) มีความสามารถจับกับประจุไอออนลบ (แอนไอออน)ได้ และจุลินทรีย์ปฏิปักษ์สามารถหลั่งเอนไซม์ phosphatase, amylase และ deaminase ช่วยเร่งย่อยสลายอินทรีย์ ให้กลายเป็นสารประกอบสารอาหารหลัก สารอาหารรองและสารอาหารเสริม (Xie *et al.*, 1996; Vladimir and Wolfgang, 2008; Ahemad and Khan, 2012; Behera *et al*., 2017) กรดอะมิโนคีเลต โปรตีน น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดฮิวมิก ฮอร์โมน ACC วิตามิน และเกลือแร่เพิ่มขึ้น (Glick *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2016; Rattanaloeadnusorn, 2017a) ดังนั้น ศพก. อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานีและเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบลบึงกาสาม เกษตรอำเภอ กรมวิชาการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และอื่น ๆ ยอมรับและนำกรอบความคิดใหม่การปลูกข้าวอินทรีย์ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และสารสกัดอินทรีย์ สำหรับการขยายพื้นที่แปลงใหญ่ เพื่อสร้างความเข้มแข็งอัตลักษณ์เกษตรกรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ภายใต้ 3 กิจกรรมหลัก ดังภาพที่ 2-3

กิจกรรมที่ 1: การวางแผนการดำเนินการตามกรอบความคิดใหม่สารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนและสารสกัดอินทรีย์

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design: CRD) เพื่อศึกษาการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ โดยที่ชุดควบคุม คือ ปุ๋ยเคมี-ยูเรีย (T0) และชุดทดลอง 2 ชุด คือ 1) สารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ (T1) และ 2) ปุ๋ยอินทรีย์ (T2) โดยการหว่านปุ๋ย 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุต้นข้าว 20 วันและอายุ 75 วัน จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อศึกษาผลสำเร็จ (Output) ได้แก่ ผลผลิต ต้นทุน การปรับค่า pH ดิน จำนวนสกุลความหลากหลายจุลินทรีย์ดิน การลดปรอทปนเปื้อนบนข้าวกล้อง รายได้ และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Rstudio เพื่อทดสอบ F-Test (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของชุดทดลอง ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ในกรณีที่ผลการทดสอบ F-test มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กิจกรรมที่ 2 เทคนิคการปลูกข้าวปทุมธานี 1 แบบใหม่ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน และสารสกัดอินทรีย์แบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

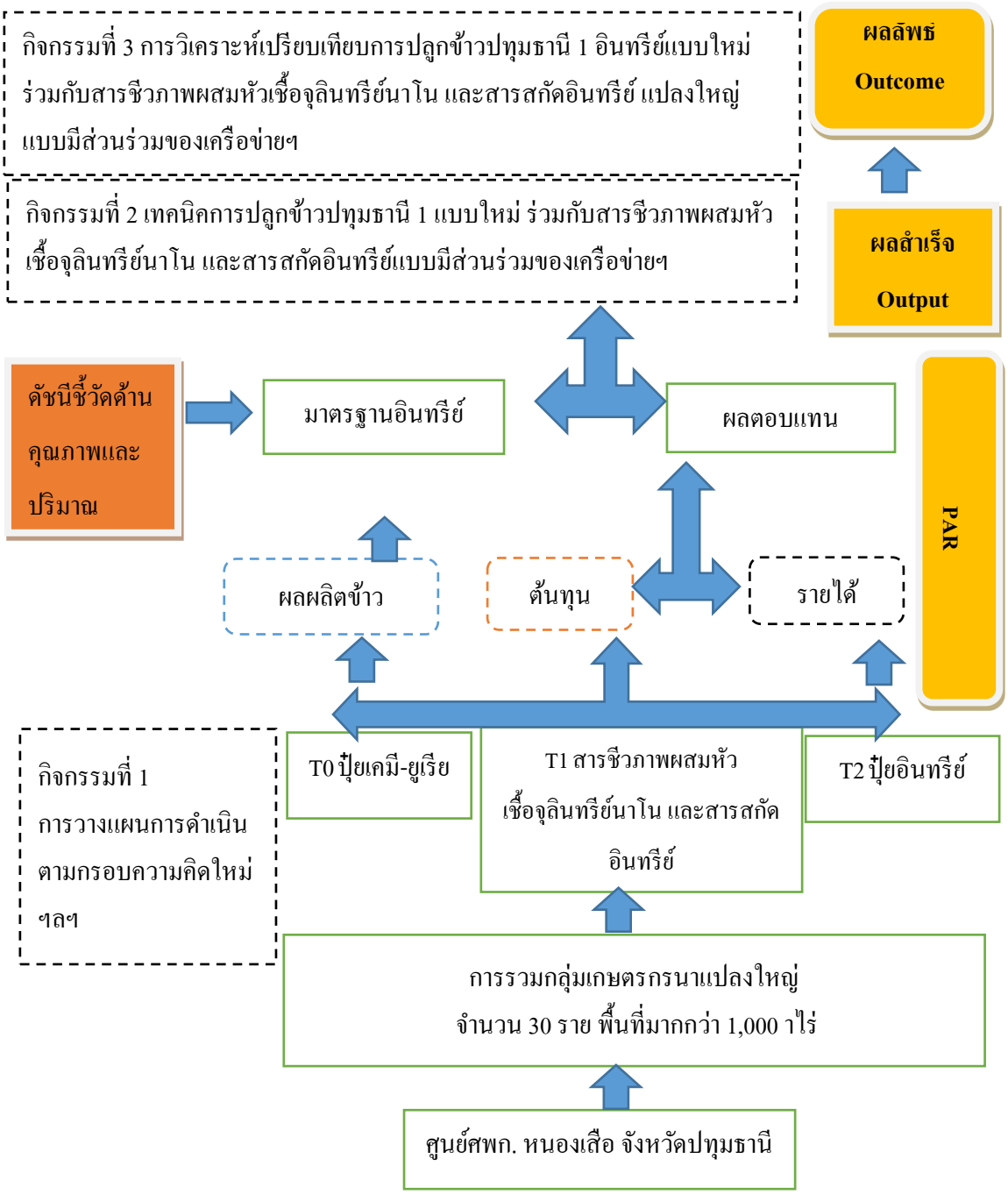
การปลูกข้าวปทุมธานี 1 ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ แปลงใหญ่แบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

2.1 การรวมกลุ่มเกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 รายบนพื้นที่ 1,000 ไร่

2.2 การเตรียมนาและการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัว

เชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ ดังนี้

2.2.1 การเก็บตัวอย่างดิน การวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ก่อนการทดลอง การไถกลบตอซังข้าวหลังเก็บเกี่ยวนาข้าว ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายนของทุก ๆ ปี การปล่อยน้ำร่วมกับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ หัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน เพื่อเร่งย่อยการสลายตอซังนาน 1 เดือน



ภาพที่ 2 กรอบความคิดใหม่การปลูกข้าวอินทรีย์ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน และสารสกัดอินทรีย์แปลงใหญ่แบบการมีส่วนร่วมของเครือข่ายฯ

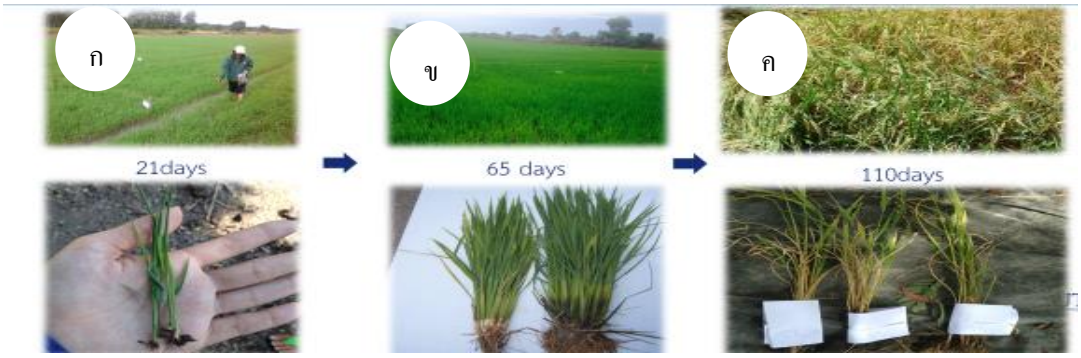
2.2.2 การตีเทือกและปล่อยน้ำออกจากแปลงนา หลังจากนั้นหว่านสารปรุงดินจำนวน 25 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อปรับสภาพดินกรด พร้อมการฉีดพ่นสารชีวภาพควบคุมหญ้าและวัชพืช 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรผสมกับน้ำ 100 ลิตร สารจับใบ 40 ลูกบาศก์เซนติเมตรในช่วงเวลาเช้าหรือช่วงปากใบเปิด และการวัดค่า pH และปรับดินให้มีค่า pH 6.5

2.2.3 การหว่าน 8-10 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี 1 ด้วยเครื่องฉีดพ่นพันธุ์พืช เพื่อให้มีการกระจายต้นกล้าข้าวอย่างสม่ำเสมอ ถ้าหากต้นกล้าไม่สม่ำเสมอ ก็ทำการหว่านซ่อมแซมให้เต็มพื้นที่แปลงนา

2.2.4 การหว่านปุ๋ย ชุดควบคุม (T0) ชุดทดลอง (T1) และ (T2) และการเก็บเกี่ยวผลผลิต การหว่านปุ๋ยเคมี-ยูเรีย และชุดทดลอง T1 และ T2 น้ำหนัก 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุต้นข้าว 21 วัน และอายุต้นข้าว 75 วัน เพื่อเร่งและกระตุ้นการแตกกอของต้นข้าว เร่งการเจริญเติบโตใบข้าวมีสีเขียวเข้ม ตั้งตรง เพิ่มการออกรวง เพิ่มน้ำหนักรวงข้าว เมล็ดข้าวสมบูรณ์และไม่ลีบ เป็นต้น

2.2.5 การตากข้าวเปลือก การเก็บรักษาเพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือกให้น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ลดการเกิดเชื้อราก่อโรคปนเปื้อนบนข้าวเปลือก และยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานกว่าปกติ

2.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลสำเร็จ (Output) ได้แก่ ผลผลิต ต้นทุน รายได้ การปรับ pH ดินกรด จำนวนสกุลความหลากหลายจุลินทรีย์ การลดปรอทปนเปื้อนบนข้าวเปลือก ด้วยโปรแกรม Rstudio ตามที่วางแผนในกิจกรรมที่ 1



ภาพที่ 3 ก) การหว่านปุ๋ยหลังการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์สารสกัดอินทรีย์ และลักษณะต้นข้าว ที่อายุ 21 วัน ข) การเปรียบเทียบกอข้าวชุดทดลองกับชุดควบคุม อายุ 65 วัน ค) ลักษณะรวงข้าวและขนาดรวงข้าว อายุ 110 วัน

กิจกรรมที่ 3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน และสารสกัดอินทรีย์ แปลงใหญ่แบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายฯ

หลังการรวมกลุ่มสมาชิกเกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 ราย พื้นที่ 1,000 ไร่ ดำเนินการขยายพื้นที่การปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ (T1) เปรียบเทียบการปลูกด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (T2) และปุ๋ยเคมี (T0) การวิเคราะห์ผลสำเร็จผลผลิต รายได้ ลดต้นทุน การปรับค่า pH ดินกรด จำนวนสกุลความ

หลากหลายจุลินทรีย์ การลดปรอทปนเปื้อนบนข้าวเปลือก และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่ม/การลดผลผลิตและค่าตอบแทนรายได้กับชุดควบคุม (T0) ด้วยโปรแกรม Rstudio

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลสำเร็จและการวิเคราะห์เปรียบเทียบการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนและสารสกัดอินทรีย์ แปลงใหญ่แบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายฯ

เมื่อกลุ่มสมาชิกเกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบลบึงกาสาม เกษตรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และอื่น ๆ ดำเนินการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ด้วยสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนและสารสกัดอินทรีย์ แปลงใหญ่แบบมีส่วนร่วม เกษตรกร 30 ราย บนพื้นที่ 1,000 ไร่ โดยการหว่านปุ๋ยสารชีวภาพ 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นข้าวอายุ 21 วันและ 75 วัน ผลปรากฏว่า การปลูกข้าวอินทรีย์ ด้วยสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ (T1) ดีที่สุด คือ เพิ่มผลผลิตข้าวเปลือก 1,137.50±47.87 กิโลกรัมต่อไร่ ลดต้นทุน 2,250±57.74 บาทต่อไร่ เพิ่มค่าตอบแทนรายได้ 12,125±853.91 บาทต่อไร่ ปรับค่า pH ดิน 6.00±0.58 เพิ่มความความหลากหลายจุลินทรีย์ดิน 14.33±5.26 สกุล และลดปรอทปนเปื้อนบนข้าวกล้อง 9.28±0.081 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา ได้แก่ การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (T2) สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวเปลือก 800±43.97 กิโลกรัมต่อไร่ ลดต้นทุน 2,300±81.65 บาทต่อไร่ เพิ่มค่าตอบแทนรายได้ 6,550±57.74 บาทต่อไร่ ปรับค่า pH ดิน 5.13±0.63 จำนวนความหลากหลายจุลินทรีย์ดิน 4.33±0.70 สกุล ลดปรอทปนเปื้อนบนข้าวกล้อง 20.16±0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร และการปลูกด้วยปุ๋ยเคมี-ยูเรีย (T0) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่ม/การลดเทียบกับชุดควบคุม ปรากฏว่าชุดทดลอง (T1) สามารถเพิ่มผลผลิต 89.58 เปอร์เซ็นต์ ค่าตอบแทนรายได้ 85.11 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดทดลอง (T2) เพิ่มผลผลิต 33.33 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่าตอบแทนรายได้เท่าชุดควบคุม (T0)

จากการทดสอบความแปรปรวนแต่ละชุดทดลองด้วย Bartlett test ก่อนการทดสอบ One-way ANOVA พบว่าความแปรปรวนแต่ละชุดทดลอง ในด้านผลผลิต ต้นทุน และค่า pH ดิน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ในกรณีที่ผลการทดสอบ F-test มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงทำการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ (multiple comparison) ด้วยวิธี LSD ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1-7

จากผลการศึกษา จะเห็นว่าการปลูกข้าวปทุมธานี 1 ด้วยสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* ผสม 0.3 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดอินทรีย์ (T1) ให้ผลผลิต และปรับ pH ดินดีกว่าการปลูกข้าวหอมปทุมธานี 1 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เหตุผลเนื่องจากสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ (T1) ที่มีประจุไอออนบวก (แคตไอออน) สามารถจับกับประจุไอออนลบ (แอนไอออน) รอบ ๆ รากได้ดี (Liu *et al*., 2005; Figueiredo, 2008; Choi and Huber, 2009; Glick *et al*., 2007; Wang *et al*., 2011) จึงส่งผลให้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์หลั่งเอนไซม์ phosphatase, amylase, deaminase และเร่งย่อยสลายอินทรีย์ ให้กลายเป็นสารประกอบสารอาหารหลัก สารอาหารรอง

และสารอาหารเสริม น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ฮอร์โมน วิตามิน เกลือแร่ กรดอะมิโน โปรตีนคีเลต และอื่น ๆ และจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จะค่อย ๆ ปลดปล่อยออกสู่ภายนอกเซลล์ สำหรับรากดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้อย่างรวดเร็ว ลดการสูญเสียสารอาหารและสารสกัดอินทรีย์สู่สิ่งแวดล้อม ช่วยปรับค่า pH ดินและยับยั้งการปนเปื้อนของปรอท (Ahemad and Malik, 2012; Ahemad and Khan, 2012; Park *et al.*, 2013; Lavakush *et al.*, 2014; Rattanaloeadnusorn, 2015; Rattanaloeadnusorn, 2017a; Rattanaloeadnusorn, 2017b, Behera *et al.*, 2017) ดังตารางที่ 1-7

ดังนั้น ในปัจจุบันนี้ เครือข่ายฯกลุ่มเกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และเกษตรกรใกล้เคียง จึงได้มีการขยายพื้นที่การปลูกข้าวปทุมธานี 1 ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง ทดแทนการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (T2) และการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยเคมี-ยูเรีย (T0) เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต เพิ่มค่าตอบแทนรายได้ ปรับ pH ดิน และยกระดับคุณภาพข้าวปทุมธานี 1 ที่ได้มาตรฐานอินทรีย์ไทย และสร้างอัตลักษณ์ในเชิงพื้นที่

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัด F-test และ LSD ในการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ แปลงใหญ่ แบบมีส่วนร่วมของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี กับเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและหน่วยงานต่าง ๆ

ดัชนีชี้วัด	ชุดทดลอง			F-Test	LSD[1]	%การเพิ่ม/ลดเทียบกับชุดควบคุม[2]	
	ปุ๋ยเคมี-ยูเรีย (T0) ชุดควบคุม	สารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน (T1)	ปุ๋ยอินทรีย์ (T2)			(T1/T0)	(T2/T0)
ผลผลิต(กก่อไร่)	600 ±21.60	1,137.50±47.87	800±43.97	188.88*	63.26	89.58	33.33
ต้นทุน(บาทต่อไร่)	4,850±173.21	2,250±57.74	2,300±81.65	663.20*	184.70	-53.60	-52.57
รายได้(บาทต่อไร่)	6,550±57.74	12,125±853.91	6,550±57.74	169.00*	792.20	85.11	0.00
ค่า pH ดิน	3.50±0.58	6.00±0.58	5.13±0.63	18.18*	0.95.00	71.43	46.57
จำนวนสกุลจุลินทรีย์ดิน	2.6±0.58	14.33±5.26	4.33±0.70	$2.002\times10^{+32}$*	1.32×10^{-15}	451.15	66.54
ปรอทบนข้าวกล้อง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	20.26±0.47	9.28±0.08	20.16±0.23	$2.927\times10^{+30}$*	1.19×10^{-14}	-54.19	-0.49
มาตรฐานข้าว	GAP	อินทรีย์ไทย	GAP			-	-

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 F-test (One-way ANOVA)

[1] Least significant difference (LSD) ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ ในกรณีที่ F-test ให้ผลการทดสอบมีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

[2] เปอร์เซ็นต์การเพิ่ม/การลดเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกด้วยปุ๋ยเคมี= (ชุดทดลอง-ชุดควบคุม/ชุดควบคุม) × 100

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยผลผลิตรายคู่ด้วยวิธี LSD

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบรายคู่	ผลต่างค่าเฉลี่ย	LSD (0.05) = 63.26
T0	600	T0 vs T1	537.50*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T1	1,137.5	T0 vs T2	200.00*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T2	800	T1 vs T2	337.50*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 เพราะว่าค่าผลต่างแต่ละคู่มากกว่าค่า LSD= 63.26

จากตารางที่ 2 พบว่า การเปรียบเทียบรายคู่ T0 แตกต่างจาก T1, T0 แตกต่างจาก T2 และ T1 แตกต่างจาก T2

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยต้นทุนรายคู่ด้วยวิธี LSD

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบรายคู่	ผลต่างค่าเฉลี่ย	LSD (0.05) = 184.70
T0	4,850	T0 vs T1	2,600*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T1	2,250	T0 vs T2	2,550*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T2	2,300	T1 vs T2	50	ไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 เพราะว่าค่าผลต่างแต่ละคู่มากกว่าค่า LSD= 184.70

จากตารางที่ 3 พบว่าการเปรียบเทียบรายคู่ T0 แตกต่างจาก T1 และ T0 แตกต่างจาก T2 ส่วน T1 ไม่แตกต่างจาก T2

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบรายได้เฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี LSD

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบรายคู่	ผลต่างค่าเฉลี่ย	LSD (0.05) = 792.20
T0	6,550	T0 vs T1	5,575*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T1	12,125	T0 vs T2	0	ไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T2	6,550	T1 vs T2	5,575*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 เพราะว่าค่าผลต่างแต่ละคู่มากกว่าค่า LSD= 792.20

จากตารางที่ 4 พบว่าการเปรียบเทียบรายคู่ T0 แตกต่างจาก T1 และ T1 แตกต่างจาก T2 ส่วน T0 ไม่แตกต่างจาก T2

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบค่า pH ดิน เฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี LSD

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบรายคู่	ผลต่างค่าเฉลี่ย	LSD (0.05) = 0.95
T0	3.50	T0 vs T1	2.50*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T1	6.00	T0 vs T2	1.63*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T2	5.13	T1 vs T2	0.87	ไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 เพราะว่าค่าผลต่างแต่ละคู่มากกว่าค่า LSD= 0.95

จากตารางที่ 5 พบว่าการเปรียบเทียบรายคู่ T0 แตกต่างจาก T1 และ T0 แตกต่างจาก T2 ส่วน T1 ไม่แตกต่างจาก T2

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบ ความหลากหลายทางชีวภาพจุลินทรีย์เฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี LSD

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบรายคู่	ผลต่างค่าเฉลี่ย	LSD (0.05) = $1.32x10^{-15}$
T0	3.00	T0 vs T1	11.00*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T1	14.00	T0 vs T2	2.00*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T2	5.00	T1 vs T2	9.00*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 เพราะว่าค่าผลต่างแต่ละคู่มากกว่าค่า LSD= 1.32×10^{-15}

จากตารางที่ 6 พบว่าการเปรียบเทียบรายคู่ T0 แตกต่างจาก T1,T0 แตกต่างจาก T2 และ T1 แตกต่างจาก T2

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบ ค่าเฉลี่ยของโลหะหนักบนข้าวกล้องรายคู่ด้วยวิธี LSD

ชุดทดลอง	ค่าเฉลี่ย	เปรียบเทียบรายคู่	ผลต่างค่าเฉลี่ย	LSD (0.05) = 1.19×10^{-14}
T0	20.40	T0 vs T1	11.07*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T1	9.33	T0 vs T2	0.00	ไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05
T2	20.40	T1 vs T2	11.07*	แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 เพราะว่าค่าผลต่างแต่ละคู่มากกว่าค่า LSD= 1.19×10^{-14}

จากตารางที่ 7 พบว่าการเปรียบเทียบรายคู่ T0 แตกต่างจาก T1 และ T1 แตกต่างจาก T2 ส่วน T0 ไม่แตกต่างจาก T2

2. การมีส่วนร่วมของเครือข่ายฯของการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโนและสารสกัดอินทรีย์ แปลงใหญ่ อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

เมื่อกลุ่มเกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และเครือข่ายฯ ตามบทบาทและหน้าที่ ร่วมดำเนินการการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดอินทรีย์ (T1) พร้อมการตรวจวัดผลสำเร็จ (output) การเพิ่มผลผลิต ต้นทุน ค่าตอบแทนรายได้ และ pH ดิน อันก่อให้เกิดอัตลักษณ์ ความเข้มแข็งแก่ชุมชนแบบยั่งยืน ดังรายละเอียดดังนี้

1. สมาชิกเกษตรกรจำนวน 30 รายบนพื้นที่ปลูก 1,000 ไร่ของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และหน่วยงานต่าง ๆ ดำเนินการขยายพื้นที่ปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ด้วยสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์

2. เครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและหน่วยงานต่าง ๆ ร่วมมืออบรมเชิงปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่และความเชี่ยวชาญ ให้แก่สมาชิกเกษตรกรแบบมีส่วนร่วม ดังนี้

2.1 กรมวิชาการเกษตรให้ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์และแนวปฏิบัติการขอใบรับรองข้าวอินทรีย์

2.2 เกษตรอำเภอ ปราชญ์ชาวบ้าน กำนันและผู้ใหญ่บ้าน ตำบลบึงกาสาม อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบึง

กาสาม อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และนักวิจัย ประชุมหารือ วางแผนงานโครงการ กิจกรรมการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีนวัตกรรมการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ทดแทนการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมี

2.3 นักวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ (T1) การตรวจติดตามและวิเคราะห์ดัชนีชี้วัด เกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิต การลดต้นทุน เพิ่มรายได้ การปรับค่า pH ดิน ความหลากหลายจุลินทรีย์ การเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวอินทรีย์กับการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยเคมี-ยูเรีย และการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลผลิตและค่าตอบแทนรายได้

2.4 กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว ของกลุ่มเกษตรกร สำหรับการออกใบรับรองข้าวเปลือก มาตรฐานข้าวอินทรีย์ไทย ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ใบรับรองมาตรฐานข้าวกล้องปทุมธานี1 มาตรฐานอินทรีย์ไทย ตามต้นแบบการปลูกข้าวด้วยสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ ของเกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

2.5 กรมพัฒนาที่ดินเขต 2 จังหวัดปทุมธานี ร่วมกับนักวิจัย แนะนำการผลิตดินผสมปุ๋ยสารชีวภาพ การเตรียมดินและการตรวจวิเคราะห์ดินก่อน-หลังการปรับปรุงดิน

2.6 เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ร่วมมือกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ การผลิตปุ๋ยชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์ การผลิตดินและการผลิตสารสกัดอินทรีย์นาโน บนสารประกอบอินทรีย์ที่มีขนาดนาโนเมตร ที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักรองและเสริม ฮอร์โมน โปรตีนคีเลต กรดอะมิโนคีเลต วิตามิน เกลือแร่ สารชีวภาพควบคุมโรคพืชและศัตรูแมลงพืช *Trichoderma, Beuvaria* และ *Metharhizium* การจำหน่ายข้าวอินทรีย์ ที่ได้มาตรฐานจีเอพี (Good Agricultural Practices: GAP) และมาตรฐานอินทรีย์ไทย (Organic Thailand) แบบออนไลน์และออฟไลน์ พร้อมการทำบัญชีครัวเรือนเกี่ยวกับผลผลิต ต้นทุน รายได้ รายจ่าย และการประชาสัมพันธ์กรอบแนวคิดใหม่นี้ ในงานประชุมวิชาการ การแสดงนิทรรศการวัน field day ของกระทรวงเกษตรกรและสหกรณ์ ในช่วงเดือนพฤษภาคมทุก ๆ ปี เพื่อเป็นเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้

นวัตกรรมและเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรพื้นที่ใกล้เคียงอื่น ๆ

2.7 เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี จัดทำสื่อต้นแบบการปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์และการแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งจากการทำนา แบบขยะเหลือศูนย์ (zero waste) ในรูปแบบชุดความรู้ วิทยุหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ช่อง 3 ไทยพีบีเอส (PBS) ช่อง 25 ช่อง 26 ช่อง 28 และช่อง 45 เป็นต้น เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์สู่สาธารณะชนอย่างกว้างขวาง พร้อมกันนี้ องค์การบริหารส่วนตำบลบึงกาสาม เกษตรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี วางแผนงานโครงการและกิจกรรม ในระดับตำบล ระดับอำเภอ และระดับภาคกลางตอนบน สำหรับการขยายพื้นที่การปลูกข้าวอินทรีย์และใช้เป็นแหล่งเรียนรู้เทคโนโลยีนวัตกรรมนี้ ให้แก่เกษตรกรพื้นที่ใกล้เคียงได้อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันนี้ ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 ต้นแบบการปลูกข้าวปทุมธานี 1 ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน แบบมีส่วนร่วม

สรุป

โครงการวิจัยกรณีศึกษาภายใต้กรอบความคิดใหม่การปลูกข้าวปทุมธานี 1 ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์ (T1) แปลงใหญ่แบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี พบว่าให้ค่าดัชนีชี้วัดผลผลิตต่อไร่ ต้นทุนต่อไร่ ความหลากหลายจุลินทรีย์และการปรับ pH ดินดีที่สุด รองลงมา การปลูกข้าวด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (T2) และการปลูกข้าวด้วยปุ๋ยเคมี (T0) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ในปัจจุบันเกษตรกรศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี เครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร เกษตรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานีและอื่น ๆ ยอมรับและดำเนินการเพื่อขยายกรอบความคิดการเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวปทุมธานี 1 อินทรีย์แบบใหม่ร่วมกับสารชีวภาพผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์นาโน *Trichoderma Beuvaria* และ *Metharhizium* และ 0.3 เปอร์เซ็นต์สารสกัดอินทรีย์นี้อย่างต่อเนื่อง อันแสดงถึงผลสำเร็จด้านปริมาณและยกระดับคุณภาพผลผลิตข้าวปทุมธานี 1 มาตรฐานอินทรีย์ไทย สร้างความเข้มแข็ง และอัตลักษณ์ในเชิงพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดีข้าพเจ้าขอขอบคุณแหล่งทุนหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ประจำปี 2564 สกอ. เลขที่สัญญา RDG5940004-2L09 กองทุน มทร.ธัญบุรี เลขที่สัญญา IAC62D0601 ประจำปี 2562 และโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ประจำปี 2560 ที่สนับสนุนวิจัย พร้อมกันนี้ขอบคุณท่านศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว รองศาสตราจารย์ ดร.เลขา มาโนช ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ศพก. อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี กรมพัฒนาที่ดินเขต 2 และอื่น ๆ ที่เอื้ออำนวยการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

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.

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

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.

Choi, S. T. and Huber, D. J. 2009. Differential sorption of 1-methylcyclopropene to fruit and vegetable tissues, storage and cell wall polyseccharides, oils, and lignins. **Postharvest Biology and Technology** 52(1): 62-70.

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.

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

Lavakush, Yadav, 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.

Li, k., Fan, H., Yin, P., Yang, L., Xue, Q., Li, X., Sun, L. and Liu, Y. 2018. Structure- activity relationship of eight high content flavonoids analyzed with a preliminary assign- score method and their contribution to antioxidant ability of flavonoids- rich extract from *Scutellaria baicalensis* shoots. **Arabian Journal of Chemistry** 11(2): 159-170.

Liu, Q., Loganathan, P. and Hedle, M. J. 2005. Influence of ectomycorrhizal hyphae on phosphate fractions and dissolution of phosphate rock in rhizosphere soils of *Pinus radiate*. **Journal of Plant Nutrition** 28(9): 1525-1540.

Nagulb, A.E., Salama, M.M., EI-Baz, F.K., Salama, Z.A., Hanaa, H.A., Ali, H.F. and Gaafar, A.A. 2012. Enhancement of Phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica olaracea*, var. *Italica*) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences** 11(2): 135-142.

Olagunju, A., Siccardi, M., Amara, A., Jevtovic, D., Kusic, J., Owen, A. and Dragovic, G. 2014. CYP2B6 516G>T (rs3745274) and Smoking Status Are Associated with Efavirenz Plasma Concentration in a Serbian Cohort of HIV Patients. **Therapeutic Drug Monitoring** 36(6): 734-738.

Park, J.W., Balarajua, K., Kim, J.W., Lee, S.W. and Park, K. 2013. Systemic resistance and growth promotion of chili pepper induced by an antibiotic producing *Bacillus vallismortis* strain BS07. **Biological Control** 65(2): 246-257.

Park, Y., Moniruzzaman, M., Seunghan, L., Lee, H., Hong, J., Won, S., Lee, J.M., Yun, H., Kim, K.W., Ko, D. and Bai, S.C. 2016. Comparison of the effects of dietary single and multi-probiotics on growth, non-specific immune responses and disease resistance in starry flounder, *Platichthys stellatu.* **Fish & Shellfish Immunology** 59: 351-357.

Rattanaloeadnusorn, S. 2015. Inoculants Fungal *Trichoderma* and Bacillus for Improving Acidic Soils and Community Development Based on Philosophy of Sufficiency Economy, p. 24. *In* **proceeding 2015 International Conference on Science and Technology TICST 2015, November 4 - November 6, 2015.** Faculty of Science and Technology, Rajamagala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, Thailand.

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

Rattanaloeadnusorn, S. 2017b. Pathum Thani rice1 cultivation with nano microorganism or PGPR encapsulation increase productivity, increase profits, reduce costs and conserve environment, pp. 398-410. *In* **8th Academic Conference of RSPG Club "Thai Resources: Abundant Potential" November 29 - December 1, 2017.** Chulalongkorn University, Saraburi Province Thailand. (in Thai)

Salama, Z.A., EI-Baz, F.K., Gaafar, A.A. and Zaki, M.F. 2015. Antioxidant activities of phenolics, flavonoids and vitamin C in two cultivars of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in response to organic and bio-organic fertilizers. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences** 14: 91-99.

Sawatsuk, T., Bubpha, K., Dhitikiattipong, R., Korinsak, S. and Unartngam, J. 2017. Assessment of Genetic Diversity of the Rice Dirty Panicle Fungus *Curvularia lunata* in Thailand. **Agricultural Science Journal** 48(1): 48-59. (in Thai)

Vladimir, V.Z. and Wolfgang, H.S. 2008. Bacterial cellulose hydrolysis in anaerobic environmental subsystems *Clostridium thermocellum* and

Thermophillic Plant-fiber Degraders. Ann. N.Y. **Academy of Science** 1125: 298-307.

Wang, H.Y, Fan, B.Q, Hu, Q.X. and Yin, Z.Y. 2011. Effect of inoculation with *Penicillium expansum* on the microbial community and maturity of compost. **Bioresource Technology** 120: 11189-11193.

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: 67-71.