

เทคโนโลยีการจัดการโรคพืชในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์

Disease Management Technologies in Organic Rice Production System

พันศักดิ์ จิตสว่าง, วิลาวรรณ เชื้อบุญ และดุสิต อธิณุวัฒน์*

สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Phansak Chitsahwang, Wilawan Chuaboon and Dusit Athinuwat*

Major of Organic Farming Management, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,

Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

ระบบการผลิตข้าวในปัจจุบันส่วนใหญ่มักใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีเป็นหลัก แต่หากมีการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีมากเกินไปจะมีความจำเป็นที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับสารพิษตกค้างชนิดอื่น ขณะเดียวกันมีรายงานการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ของแมลง *Beauveria bassiana* และแบคทีเรียในบริเวณเขตรากพืชที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (พีจีพีอาร์) *Bacillus subtilis* TU-Orga1 และ *Pseudomonas fluorescens* SP007s เพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช แต่การใช้ชีววิธีทดแทนสารเคมียังอยู่ในวงค่อนข้างจำกัด ยิ่งไปกว่านั้นรสชาติเห็ดโรคข้าวหลายชนิดยังต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัด จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่าง ๆ จึงกลับมามีความสำคัญต่อการควบคุมศัตรูพืชทางเลือกและจะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้ ดังนั้นจึงได้ศึกษาประสิทธิภาพการใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์แต่ละสายพันธุ์ ได้แก่ *B. bassiana*, *B. subtilis* TU-Orga1 และ *P. fluorescens* SP007s ในสูตรสำเร็จพร้อมใช้ชนิดผงเข้าร่วมในระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ในนาข้าวของเกษตรกร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกรท้องถิ่น 2 ฤดูปลูก ติดต่อกันระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 - กุมภาพันธ์ 2556 และพฤษภาคม - สิงหาคม 2556 ผลการศึกษาพบว่าสูตรสำเร็จพร้อมใช้ชนิดผงของ *B. bassiana*, *B. subtilis* TU-Orga1 และ *P. fluorescens* SP007s ซึ่งละลายน้ำจนได้ความเข้มข้นประมาณ 1×10^8 cfu/ml แล้วนำมาพ่นดินก่อนปลูก วันปลูก และเมื่อข้าวมีอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน รวม 8 ครั้ง ร่วมกับการจัดการธาตุอาหารพืช โดยใส่ปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัม/ไร่ หินฟอสเฟต 20 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียมฮิวเมต 1 กิโลกรัม/ไร่ และพ่นน้ำหมักมูลสุกร 5 กิโลกรัม/ไร่ (เมื่อข้าวอายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 วันหลังปลูก) มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและลดการระบาดของโรคไหม้ (เกิดจาก *Pyricularia oryzae*) ใบจุดสีน้ำตาล (*Bipolaris oryzae*) เมล็ดต่าง (*Curvularia lunata*, *Cercospora oryzae*, *B. oryzae*, *Fusarium semitectum* และ *Alternaria padwickii*) ใบขีดโปรงแสง (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*) และขอบใบแห้ง (*X. oryzae* pv. *oryzae*) เท่ากับ 85.4, 50.4-57.4, 48.9-54.6, 38.0 และ 56.0 % ตามลำดับ และยังสามารถเพิ่มผลผลิตข้าว 9-33 % เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิมของ

เกษตรกร แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์และเทคโนโลยีการจัดการโรคดังกล่าว มีความพร้อมในการถ่ายทอดและขยายผลสู่เกษตรกรผู้ที่ยอมรับและสนใจที่จะรับจุลินทรีย์และเทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์ไปปรับใช้กับระบบการปลูกข้าวของตนเอง และ/หรือ การปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อความยั่งยืนและความปลอดภัยของผลผลิตข้าว

คำสำคัญ : การหลีกเลี่ยงโรค; การควบคุมโดยชีววิธี; เกษตรอินทรีย์

Abstract

Generally, rice pests are predominantly controlled by chemical pesticides and synthetic fertilizers. Sometime excess chemical pesticides and synthetic fertilization were found that have impact on health and environment criteria in similar way as other residue effects. Biological control using entomopathogen, *Beauveria bassiana* and plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) *Bacillus subtilis* TU-Orga1 and *Pseudomonas fluorescens* SP007s has reported that significantly minimize the chemical pesticides use to control rice pests, but a few applied could replace the chemical pesticides. Moreover, some fungal pathogens resisted to fungicides. The biocontrol agents are important for the alternative control and solve above problems. Therefore, the individually application of dry formulated of *B. bassiana*, *B. subtilis* TU-Orga1 and *P. fluorescens* SP007s in organic rice production was examined at Khlong Luang, Pathum Thani compared to conventional practice of local farmer in 2 crop seasons during November, 2012 - February, 2013 and May - August, 2013. In two-consecutive field trials, *B. bassiana*, *B. subtilis* TU-Orga1 and *P. fluorescens* SP007s formulated in a powder delivering system, applied as foliar spray (1×10^8 cfu/ml) 8 times (before planting, 0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days after planting), combined with plant nutrient management by added 500 kg/rai of manure, 20 kg/rai of rock phosphate, 1 kg/rai of potassium humate and foliar spray liquid fertilizer swine manure fermentation 5 times (30, 45, 60, 75, and 90 days after planting), had most effective on promoting plant growth and decreasing blast (caused by *Pyricularia oryzae*), brown spot (*Bipolaris oryzae*), dirty panicle (*Curvularia lunata*, *Cercospora oryzae*, *B. oryzae*, *Fusarium semitectum*, and *Alternaria padwickii*), bacterial leaf streak (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*) and bacterial leaf blight (*X. oryzae* pv. *oryzae*) with 85.4, 50.4-57.4, 48.9-54.6, 38.0 and 56.0 %, respectively and increased rice yield 9-33 %, compared to conventional practice. Biocontrol agents and technology should transfer and extend to farmer who accepted and interested for their own use with conventional practices and/or organic farming system for sustained system and safety rice product.

Keywords: disease escape; biocontrol; organic farming

1. คำนำ

การผลิตข้าวในปัจจุบันมีการใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เข้าร่วมอย่างใกล้ชิดจำกัดทั้งสารเคมี

ป้องกันกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี ซึ่งส่งผลให้ระบบนิเวศเสียสมดุลและเกิดปัญหาการระบาดของศัตรูพืชที่มีการระบาดและเข้าทำลายได้รุนแรงมาก

ขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการระบาดของโรคข้าวที่สามารถเข้าทำลายให้เกิดความเสียหายได้ตั้งแต่ระยะกล้าจนกระทั่งเก็บเกี่ยวทั้งโรคที่เกิดจากราแบคทีเรีย ไวรัส และไฟโตพลาสมา เช่น โรคใบไหม้ ใบจุด ใบขีด ขอบใบแห้ง ใบขีดโปร่งแสง และโรคเมล็ดต่าง เป็นต้น (กรมการข้าว, 2545) ซึ่งเกษตรกรบางกลุ่มยังขาดความรู้ ความเข้าใจ และใช้สารเคมีดังกล่าวเกินความจำเป็นส่งผลกระทบต่อต้นทุน สุขภาพผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะทำให้เกิดการระบาดของโรคที่มีอยู่เดิมรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมหรือกระตุ้นให้โรคและแมลงพาหะที่ไม่เคยระบาดเกิดการระบาดได้ในบางพื้นที่ รวมทั้งต้านทานต่อสารเคมีมากยิ่งขึ้นและสามารถเข้าทำลายให้ผลผลิตเสียหายจนกระทั่งไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวได้ นอกจากนี้สารเคมียังทำลายศัตรูธรรมชาติอีกด้วย (กองกัญและสัตววิทยา, 2535) เกษตรกรจึงประสบปัญหาขาดทุน หนี้สิน และคุณภาพชีวิตต่ำลง โดยปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่ต้องช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเทคโนโลยีซึ่งเน้นการใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น และเน้นการใช้ปัจจัยการผลิตภายในชุมชนเป็นหลักเปรียบเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกรซึ่งเน้นการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีเป็นหลัก เพื่อลดต้นทุนการผลิต ลดการระบาดของโรคและแมลง แต่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งปรับสมดุลของระบบนิเวศใหม่ให้มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น เพื่อให้เกษตรกรมีความตระหนักและเห็นคุณค่าของเกษตรอินทรีย์และการรักษาสังแวดล้อมตลอดจนมีแนวโน้มจะปรับเปลี่ยนแนวปฏิบัติในการปลูกข้าวเป็นแบบเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์มีความโดดเด่นที่เป็นคุณประโยชน์ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ของพืชต่าง ๆ เช่น การส่งเสริมหรือสนับสนุนการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารของพืช การเจริญแข่งขันชนะจุลินทรีย์อื่นเพื่อครอบครองและ

ลดแรงดึงพื้นผิวพืช (Preecha *et al.*, 2009) การยับยั้งและการผลิตสารยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืช (รัชฎาภรณ์ และสุดฤดี, 2546) การรักษาและการแก้ไขความผิดปกติต่าง ๆ ของพืช (bioremediator) การกระตุ้นและชักนำขีดความสามารถทางสรีรวิทยาพืชให้ดำเนินไปอย่างเต็มศักยภาพ (สมใจ และสุดฤดี, 2546) การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting rhizobacteria, PGPR) เช่น การกระตุ้นและ/หรือผลิตฮอร์โมนที่สำคัญ เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน เป็นต้น (วิลาวรรณ และดุสิต, 2557) ตลอดจนการชักนำให้พืชมีภูมิต้านทาน (induced systemic resistance, ISR) โดยกระตุ้นให้พืชสร้างสิ่งกีดขวางและสารปกป้องตนเองให้รอดพ้นจากความเครียดต่าง ๆ ที่พืชได้รับเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมและถูกรบกวนจากศัตรูพืช (โรค แมลง และวัชพืช) (Prathuangwong *et al.*, 2005)

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วางแผนการทดลองและการปลูกพืช

วางแผนการทดลองแบบ randomized completed block design (RCBD) บนพื้นที่นาของเกษตรกรตัวอย่าง ตำบลคลองเจ็ด อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งแบ่งขนาดแปลงทดลองย่อย แปลงละ 1 ไร่ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ รวมเป็นพื้นที่ 12 ไร่ ปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ปทุมธานี 2 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ โดยวิธีการปลูกแบบนาหว่านจำนวน 2 ถูปลูก (ถูที่ 1 เดือนพฤศจิกายน 2555 - กุมภาพันธ์ 2556 และถูที่ 2 เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2556) สิ่งทดลองเป็นการศึกษาเทคโนโลยีการจัดการโรคที่สำคัญของข้าวที่ระบาดในสภาพธรรมชาติ ประกอบด้วย 3 ชุดเทคโนโลยี ซึ่งมีการปรับใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพชนิดผงเข้าร่วมในระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ เปรียบเทียบกับระบบการจัดการศัตรูพืชดั้งเดิมของเกษตรกร

(conventional practice) ที่มีการปรับใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีเป็นหลัก

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพเทคโนโลยีการจัดการโรคพืชในสภาพไร่

การบริหารจัดการโรคพืชที่สำคัญในระบบการผลิตข้าวให้ตรงตามความต้องการของท้องถิ่นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ การเลิกหรือลดการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีในการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนการปลูกข้าว ซึ่งประกอบด้วย 4 เทคโนโลยี คือ (1) เทคโนโลยีการใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์ท้องถิ่น *Bacillus subtilis* TU-Orga1 ชนิดผงในระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ (2) เทคโนโลยีการใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพ *Pseudomonas fluorescens* SP007s ชนิดผงในระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ (3) เทคโนโลยีการใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพ *Beauveria bassiana* ชนิดผงในระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ และ (4) เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชดั้งเดิมของเกษตรกร (conventional practice) ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละเทคโนโลยี ดังนี้

2.2.1 เทคโนโลยีที่ 1 (T1) การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหาร ใส่ปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัม/ไร่ หินฟอสเฟต 20 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียมฮิวเมต 1 กิโลกรัม/ไร่ และพ่นน้ำหมักมูลสุกร 5 ครั้ง (เมื่อข้าวอายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) การจัดการโรคพืชและแมลงพาหะ พ่นจุลินทรีย์สายพันธุ์ท้องถิ่น *B. subtilis* TU-Orga1 ชนิดผง อัตรา 2 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (1×10^8 cfu/ml) จำนวน 8 ครั้ง ได้แก่ ก่อนปักดำเตรียมดิน (ครั้งที่ 1) วันปลูกข้าว (ครั้งที่ 2) และพ่นทุก 15 วัน (ครั้งที่ 3-8 เมื่อข้าวอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) และการจัดการวัชพืช ควบคุมระดับน้ำพร้อมทั้งใช้แรงงานคนเมื่อพบการระบาดของวัชพืชในนาข้าว

2.2.2 เทคโนโลยีที่ 2 (T2) การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหาร ใส่ปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัม/ไร่ หินฟอสเฟต 20 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียมฮิวเมต 1

กิโลกรัม/ไร่ และพ่นน้ำหมักมูลสุกร 5 ครั้ง (เมื่อข้าวอายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) การจัดการโรคพืชและแมลงพาหะ พ่นจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพ SP007s ชนิดผง อัตรา 2 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (1×10^8 cfu/ml) จำนวน 8 ครั้ง ได้แก่ ก่อนปักดำเตรียมดิน (ครั้งที่ 1) วันปลูกข้าว (ครั้งที่ 2) และพ่นทุก 15 วัน (ครั้งที่ 3-8 เมื่อข้าวอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) และการจัดการวัชพืช ควบคุมระดับน้ำพร้อมทั้งใช้แรงงานคนเมื่อพบการระบาดของวัชพืชในนาข้าว

เทคโนโลยีที่ 3 (T3) การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหาร ใส่ปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัม/ไร่ หินฟอสเฟต 20 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียมฮิวเมต 1 กิโลกรัม/ไร่ และพ่นน้ำหมักมูลสุกร 5 ครั้ง (เมื่อข้าวอายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) การจัดการโรคพืชและแมลงพาหะ พ่นจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพ *B. bassiana* ชนิดผง อัตรา 2 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (1×10^8 cfu/ml) จำนวน 8 ครั้ง ได้แก่ ก่อนปักดำเตรียมดิน (ครั้งที่ 1) วันปลูกข้าว (ครั้งที่ 2) และพ่นทุก 15 วัน (ครั้งที่ 3-8 เมื่อข้าวอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) และการจัดการวัชพืช ควบคุมระดับน้ำ พร้อมทั้งใช้แรงงานคนเมื่อพบการระบาดของวัชพืชในนาข้าว

เทคโนโลยีที่ 4 (T4) การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหาร พ่นฮอร์โมนพืชสังเคราะห์ อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร เมื่อข้าวอายุ 40, 55, 60, 75 และ 85 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) เมื่อข้าวอายุ 21 และ 40 วัน และใส่ปุ๋ยรับท้องแต่งหน้าสูตร 16-16-16 เมื่อพืชอายุ 90 วัน การจัดการโรคพืชและแมลงพาหะ พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและแมลงศัตรูพืช เมื่อข้าวอายุ 14, 40, 55, 60, 75 และ 90 วัน และการจัดการวัชพืช พ่นสารเคมีคุมวัชพืช บิวทาคลอร์ก่อนหว่าน (หลังเตรียมดิน) อัตรา 120-160 มิลลิลิตร/น้ำ 40 ลิตร/ไร่ และพ่นสารเคมีคุมวัชพืชออกซีไดอะกิว อัตรา 120-160 มิลลิลิตร/น้ำ

40 ลิตร/ไร่ เมื่อข้าวอายุ 7 วัน

2.3 ประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยี

บันทึกและประเมินผลการทดลองโดยเก็บข้อมูล 4 ลักษณะ คือ (1) ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของข้าว (ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนการแตกกอ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง) (2) การระบาดของโรคพืชที่พบระบาดในสภาพธรรมชาติตลอดฤดูปลูกข้าว ด้วยวิธีการประเมิน area under disease progress curve (3) ปริมาณผลผลิตต่อไร่ ตามวิธีการของ ปาริชาติ และคณะ (2555) (4) การตรวจสอบคุณภาพข้าวโดยตรวจสอบปริมาณ amylose ตามวิธีการของ Prathuangwong *et al.* (2012) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดย DMRT ด้วยโปรแกรม R (ซุสศักดิ์, 2551)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว

ผลของเทคโนโลยีที่ 1 การใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่น *B. subtilis* TU-Orga1 ชนิดผงที่ผลิตขึ้นเองในระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ โดยพ่นลงดินให้ทั่วแปลงในช่วงเตรียมดิน วันปลูก และพ่นต้นข้าวเมื่อมีอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน รวม 8 ครั้ง เปรียบเทียบกับจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพ *P. fluorescens* SP007s ชนิดผง และ *B. bassiana* ชนิดผง (อัตราการใช้เดียวกับ เทคโนโลยีที่ 2 และ 3 ตามลำดับ) ในระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ และเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชดั้งเดิมของเกษตรกร (เทคโนโลยีที่ 4) วัดการเจริญเติบโตข้าวทุก 14 วัน หลังปลูกรวม 7 ครั้ง ประกอบด้วย การวัดความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนต้นต่อกอ เมื่อข้าวอายุ 40, 54, 68, 82, 96, 110 และ 120 วัน โดยทำสัญลักษณ์ที่ต้นข้าวที่ใช้เก็บตัวอย่างตลอดฤดูปลูกและเก็บข้อมูลน้ำหนักสดและ

น้ำหนักแห้งในวันเก็บเกี่ยว พบว่าเทคโนโลยีที่ 1 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวได้ดีที่สุดทั้ง 2 ฤดูปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่นรวมทั้งกรรมวิธีดั้งเดิมที่เกษตรกรปฏิบัติ ($p=0.05$) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.1 ความสูงต้น

ผลการทดลองพบว่าเทคโนโลยีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูง เมื่อข้าวอายุ 40, 54, 68, 82, 96, 110 และ 120 วันหลังปลูก ฤดูที่ 1 มีความสูงเท่ากับ 36.5, 50.3, 63.3, 85.8, 117.0, 118.3 และ 120.2 เซนติเมตร (Figure 1A) ฤดูที่ 2 มีความสูงเท่ากับ 36.8, 55.4, 63.0, 83.1, 106.5, 107.6 และ 107.1 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 1B) ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ($p=0.05$) โดยต้นข้าวจะมีแนวโน้มหยุดการเจริญด้านความสูงตั้งแต่วันที่ข้าวอายุ 96 วันเป็นต้นไป (Figure 1) ยิ่งไปกว่านั้นทุกกรรมวิธีที่มีการใช้จุลินทรีย์เข้าร่วมในระบบการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์นั้น ต้นข้าวมีความสูงเฉลี่ยในทุกช่วงการเจริญเติบโตดีกว่าหรือทัดเทียมกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร (เทคโนโลยีที่ 4) แสดงให้เห็นว่านอกเหนือจากการสมบัติในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีที่มีรายงานมาก่อนแล้ว จุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ ยังมีสมบัติเป็น PGPRs ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้โดยตรง โดยทั่วไปจุลินทรีย์กลุ่ม PGPR จะผลิตสารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วย ไซยาไนด์ ซิเตอร์โรฟลอร์ และฮอร์โมนพืช โดยเฉพาะออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน เป็นต้น (Arshad and Frankenberger, 1992; Yang *et al.*, 2009; Ma *et al.*, 2011) เช่นเดียวกันกับการรายงานของ ปาริชาติ และคณะ (2555) ว่า *B. subtilis* TU-Orga1 มีประสิทธิภาพในการผลิต indole-3-acetic acid (IAA) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวได้เช่นเดียวกับ *B. amyloliquefaciens*

KPS46 และ *P. fluorescens* SP007s ซึ่งเป็นแบคทีเรียสายพันธุ์การค้าที่มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจได้หลายชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด พืชผัก และถั่วเหลือง

เป็นต้น (วิลาวรรณ และคณะ, 2549; Buensanteai *et al.*, 2008) รวมทั้ง Dara *et al.* (2013) รายงานว่า *B. bassiana* มีสมบัติเป็น PGPR ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของสตอเบอร์รี่

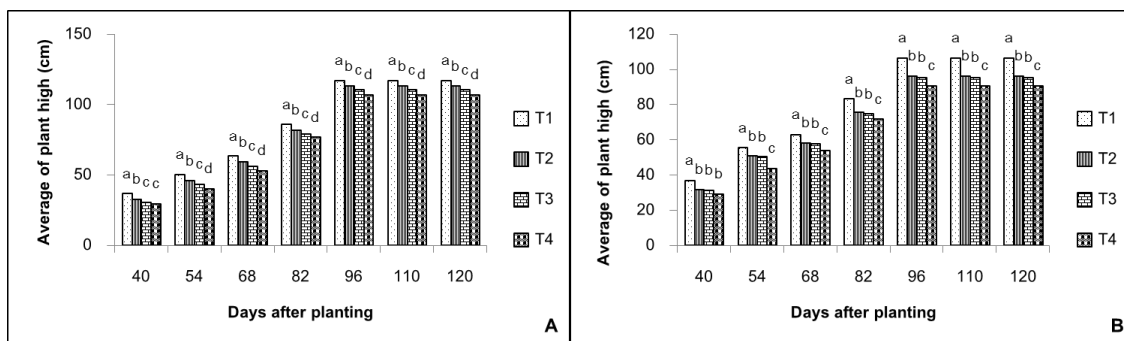


Figure 1 Efficacy of new disease management technology (T1-T3) to enhance rice plant high compared to the conventional technology (T4) in 2 crop seasons during November, 2012 - February, 2013 (A) and May-August, 2013 (B).

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าแบคทีเรียบางชนิดมีศักยภาพในการตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ (free-living) จากกิจกรรมของ nitrogenase ที่มีส่วนสำคัญในการเปลี่ยนไนโตรเจน (N_2) ในบรรยากาศให้อยู่ในรูปแอมโมเนีย (NH_3^+) ซึ่งเป็นรูปแบบที่จุลินทรีย์และพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยกระบวนการตรึงไนโตรเจนจะถูกควบคุมด้วย nitrogen fixation gene (*nif* cluster) และมียีน *nifH* เป็นยีนหลักที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ nitrogenase (NifH protein) โดยมียีน *nifAL* ควบคุมการทำงานของยีน *nifH* (Burris and Roberts, 1993) โดยนิภาพร และคณะ (2556) รายงานว่า *B. subtilis* TU-Oga1 ก็มียีน *nif* ดังกล่าวช่วยการตรึงไนโตรเจนในข้าวเช่นเดียวกัน นอกจากนี้การตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของไนโตรเจนที่อยู่ในรูปอนินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในดิน และยังพบว่าปริมาณออกซิเจนและโลหะหนัก (metals) ในดินนั้นก็มีอิทธิพลต่อกระบวนการ

ตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียโดยตรง (Steenhoudt and Vanderleyden, 2000)

3.1.2 ความกว้างทรงพุ่ม

ผลการทดลองพบว่าเทคโนโลยีที่ 1 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนทรงพุ่มได้ดีที่สุด โดยพบว่าเมื่อข้าวอายุ 40, 54, 68, 82, 96, 110 และ 120 วันหลังปลูก ถูที่ 1 มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 18.5, 20.5, 25.5, 28.9, 30.5, 30.4 และ 31.5 เซนติเมตร (Figure 2A) ถูที่ 2 มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 18.4, 20.4, 20.5, 29.5, 30.2, 31.2 และ 30.3 เซนติเมตรตามลำดับ (Figure 2B) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ($p=0.05$) สอดคล้องกับผลการทดลองด้านความสูงของต้นข้าว เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์จะมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงโปรตีนของพืช ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของยีนหลายชนิด (gene linkage) ซึ่งขึ้นกับความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างชนิดพืชกับ

เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิด (Ramamoorthy *et al.*, 2002) ซึ่ง IAA เป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็น signal molecule จะส่งสัญญาณตัวกลางให้พืชเกิดความต้านทานทั้งระบบ [systemic acquired resistance (SAR) และ induced systemic resistance (ISR)] (van Loon and van Strien, 1999) ส่งผลให้พืชมีความแข็งแรงและสามารถเจริญรอดพ้นการเข้า

ทำลายของเชื้อสาเหตุโรคได้ดี ในระยะแรกที่พืชเริ่มงอกก็สามารถเจริญรอดพ้นการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคและกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อเชื้อสาเหตุโรคในระยะกล้า ทำให้พืชแข็งแรง นำมาซึ่งการเจริญเติบโตที่ดี เพิ่มผลผลิต ตลอดจนสามารถลดต้นทุนการผลิตพืชในระบบต่าง ๆ ได้อีกด้วย

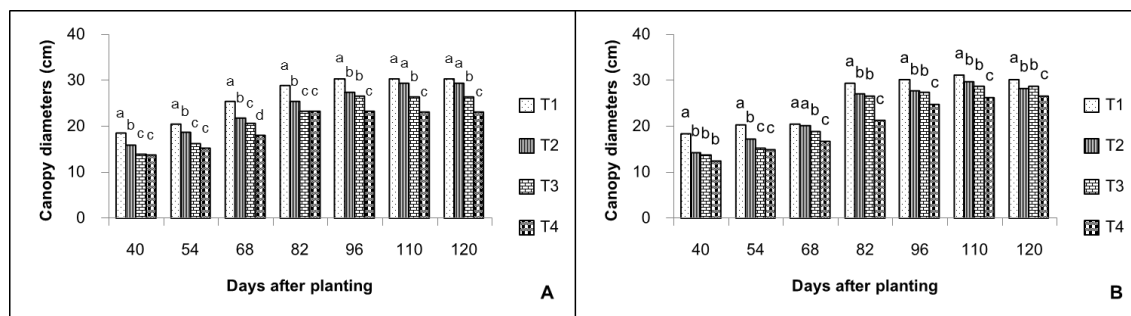


Figure 2 Efficacy of new disease management technology (T1-T3) to enhance rice plant canopy diameters compared to the conventional technology (T4) in 2 crop seasons during November, 2012 - February, 2013 (A) and May-August, 2013 (B).

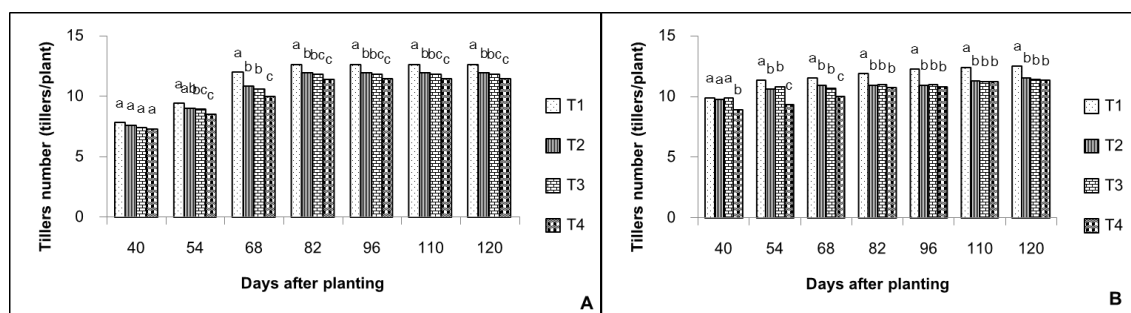


Figure 3 Efficacy of new disease management technology (T1-T3) to enhance the tillers number of rice plant compared to the conventional technology (T4) in 2 crop seasons during November, 2012 - February, 2013 (A) and May-August, 2013 (B).

3.1.3 จำนวนต้นตอ

ผลการทดลองพบว่าเทคโนโลยีที่ 1 ที่มีการใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่น *B. subtilis* TU-Orga1 ชนิดผง ร่วมในระบบการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์มีประสิทธิภาพสูงสุด ในการส่งเสริมการเจริญเติบโต

ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 2 ทั้ง 2 ฤดูปลูก เมื่อข้าวมีอายุ 54, 68, 82, 96, 110 และ 120 วันหลังปลูก ฤดูที่ 1 มีการแตกกอเท่ากับ 9.4, 12, 12.6, 12.6, 12.6 และ 12.6 ต้นตอ (Figure 3A) ฤดูที่ 2 มีการแตกกอเท่ากับ 11.32, 11.5, 11.9, 12.3, 12.4

และ 12.5 ต้นต่อกอ ตามลำดับ (Figure 3B) แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตข้าวทุกตัวชี้วัดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ ซึ่งในภาพรวมพบว่าดีกว่าหรือทัดเทียมกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะมีการขยายผลการใช้จุลินทรีย์ในระบบการผลิตข้าวในพื้นที่ใกล้เคียงหรือพื้นที่อื่น ๆ เพื่อพิสูจน์และยืนยันประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ พร้อมทั้งสร้างความมั่นใจแก่เกษตรกรและผู้สนใจต่อไป

3.1.4 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

ผลการทดลองพบว่าในฤดูปลูกที่ 1 และ 2 การใช้เทคโนโลยีที่ 1 ยังคงมีประสิทธิภาพสูงสุดส่งผลให้ต้นข้าวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงสุด 3.3 กรัม/ต้น ทั้ง 2 ฤดูปลูก ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ

($p=0.05$) กับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีน้ำหนักสด เท่ากับ 3.1, 3.0 และ 2.8 กรัม/ต้น ตามลำดับ ในฤดูปลูกที่ 1 และมีน้ำหนักสด เท่ากับ 3.0, 3.0 และ 2.6 กรัม/ต้น ตามลำดับในฤดูปลูกที่ 2 (Figure 4A) ส่งผลให้ต้นข้าวในเทคโนโลยีที่ 1 มีน้ำหนักแห้งสูงสุดทั้ง 2 ฤดูปลูกอีกด้วย โดยในฤดูปลูกที่ 1 เทคโนโลยีที่ 1 ข้าวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง 2.5 กรัม/ต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง 2.3, 2.3 และ 2.2 กรัม/ต้น ตามลำดับ ($p=0.05$) เช่นเดียวกันกับผลการทดลองในฤดูปลูกที่ 2 เทคโนโลยีที่ 1 ข้าวมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2.6 กรัม/ต้น ขณะที่เทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง 2.4, 2.3 และ 2.2 กรัม/ต้น ตามลำดับ (Figure 4B) ($p=0.05$)

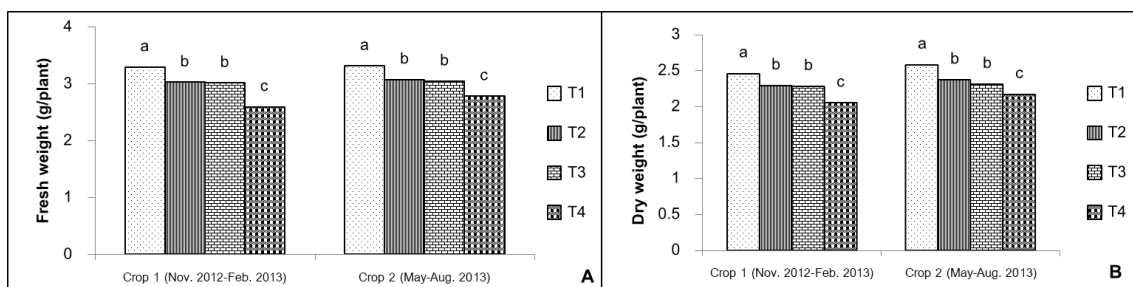


Figure 4 Efficacy of new disease management technology (T1-T3) to enhance the rice plant fresh weight (A) and dry weight (B) compared to the conventional technology (T4) in 2 crop seasons during November, 2012 - February, 2013 and May-August, 2013.

3.2 ประสิทธิภาพในการส่งเสริมผลผลิตข้าว

ผลการทดลองในฤดูปลูกที่ 1 พบว่าเทคโนโลยีที่ 1 การใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่น *B. subtilis* TU-Orga1 ร่วมในการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ ส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงสุด 998.0 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ที่มีปริมาณผลผลิตข้าว 846.8, 863.6 และ

750.1 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($p=0.05$) เช่นเดียวกันกับผลการทดลองในฤดูปลูกที่ 2 เทคโนโลยีที่ 1 ยังคงทำให้ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงสุด 1,044 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ที่มีปริมาณผลผลิตข้าว 899.1, 880.3 และ 805.0 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ($p=0.05$) (Figure 5A) เมื่อพิจารณา น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวในฤดูปลูกที่

1 พบว่า เทคโนโลยีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุด 27.4 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติ ($p=0.05$) กับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 21.2, 21.5 และ 17.9 กรัม ตามลำดับ สำหรับฤดูปลูกที่ 2 พบว่า เทคโนโลยีที่ 1 ยังมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุด 28.9 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ($p=0.05$) กับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 23.4, 23.2 และ 18.1 กรัม ตามลำดับ (Figure 5B) ในทำนองเดียวกัน พบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงของเทคโนโลยีที่ 1 ก็มี

ค่าสูงสุดเท่ากับ 229.5 เมล็ด/รวง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ($p=0.05$) กับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 209.6, 205.3 และ 194.8 เมล็ดต่อรวง ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับฤดูปลูกที่ 2 เทคโนโลยีที่ 1 ก็มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 234.5 เมล็ด/รวง ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ($p=0.05$) กับเทคโนโลยีที่ 2, 3 และ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 214.5, 204.9 และ 200.6 เมล็ด/รวง ตามลำดับ (Figure 5C)

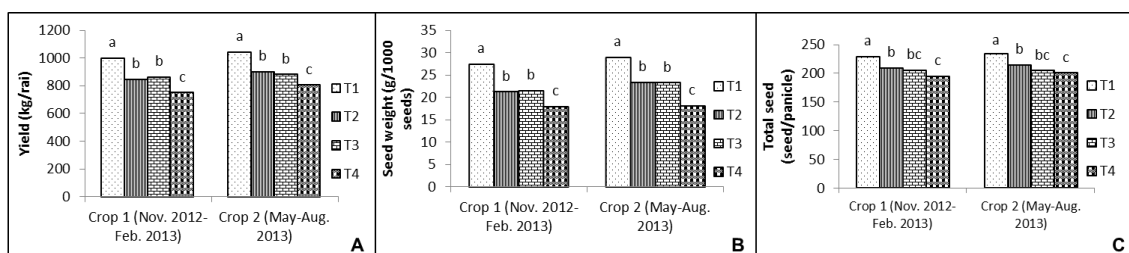


Figure 5 Efficacy of new disease management technology (T1-T3) to enhance yield (A), seed weight per 1000 seeds (B), and total seed per panicle (C) of rice plant compared to the conventional technology (T4) in 2 crop seasons during November, 2012 - February, 2013 and May - August, 2013.

จากข้อมูลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ท้องถิ่นและจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพมีแนวโน้มที่ดีในการส่งเสริมการเจริญเติบโตพืชในทุกตัวชี้วัด ประกอบด้วยความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนต้นต่อกอ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีรายงานวิจัยให้เห็นว่าจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ หรือผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์มีประสิทธิภาพ หรือมีกลไกการทำงานหลายอย่าง (multifunction) เช่น ประสิทธิภาพในการเป็น plant growth promoter กลไกการชักนำภูมิคุ้มกันต้านทานพืช กลไกการเป็นปฏิปักษ์ต่อโรคพืชและแมลงศัตรูพืช (Buensanteai et al., 2008) จากผลการทดลอง

โดยเฉพาะในระยะกล้าซึ่งถือว่าเป็นช่วงวิกฤติสำคัญที่จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวทั้งปริมาณและคุณภาพสูง

3.3 ประสิทธิภาพในการควบคุมการระบาดของโรคพืช

การสำรวจโรคระบาดของข้าวที่เกิดขึ้นในแปลงทดลองของเกษตรกร ในฤดูปลูกที่ 1 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 - กุมภาพันธ์ 2556 พบการระบาดของโรคที่เกิดจากราและแบคทีเรียโรคที่เกิดจากรา ได้แก่ โรคไหม้ที่เกิดจาก *P. oryzae* ใบจุดสีน้ำตาลเกิดจาก *B. oryzae* โรคเมล็ดด่างเกิดจาก *C. lunata*, *C. oryzae*, *B. oryzae*, *F. semitectum* และ *A. padwickii* โรคที่เกิดจาก

แบคทีเรีย ได้แก่ ขอบใบแห้งที่เกิดจาก *X. oryzae* pv. *oryzae* และใบขีดโปรงแสงเกิดจาก *X. oryzae* pv. *oryzicola* (Figure 6) โดยผลการทดสอบประสิทธิภาพเทคโนโลยีที่ 1 ที่มีการใช้ *B. subtilis* TU-Orga1 ร่วมกับระบบการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์พบว่านอกจากการส่งเสริมการเจริญเติบโตพืชและเพิ่มผลผลิตอย่างเด่นชัด แล้วยังแสดงความสามารถในการควบคุมโรคที่สำคัญของข้าวได้ดี ทดเทียบกับจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพ *P. fluorescens* SP007s และ *B. bassiana* รวมทั้งดีกว่ากรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร ($p=0.05$) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าทุกเทคโนโลยีที่มีการใช้ จุลินทรีย์ท้องถิ่นและจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพร่วม

ด้วยนั้น มีโรคระบาดต่าง ๆ เกิดน้อยลงในทั้ง 2 ฤดูปลูก โดยในฤดูปลูกที่ 1 การใช้เทคโนโลยีที่ 1 ร่วมในระบบการปลูกแบบเกษตรอินทรีย์สามารถลดโรคไหม้ ใบจุดสีน้ำตาล เมล็ดต่าง ใบขีดโปรงแสง และขอบใบแห้งที่ระบาดในสภาพธรรมชาติ 85.4, 51.3, 54.6, 38.0 และ 56.0 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร (เทคโนโลยีที่ 4) (Figure 6) ส่งผลให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตสูงสุด ไม่ยืดยาวหรือเนือเยื่ออ่อนจากการใช้ยูเรียเกินความจำเป็นซึ่งเป็นต้นเหตุให้ข้าวอ่อนแอต่อโรคทุกชนิด รวมทั้งมีผลผลิตคุณภาพดีมีปริมาณเมล็ดเสียหายลดลงอย่างแตกต่างทางสถิติ ($p = 0.05$) โดยเฉพาะโรคเมล็ดต่าง

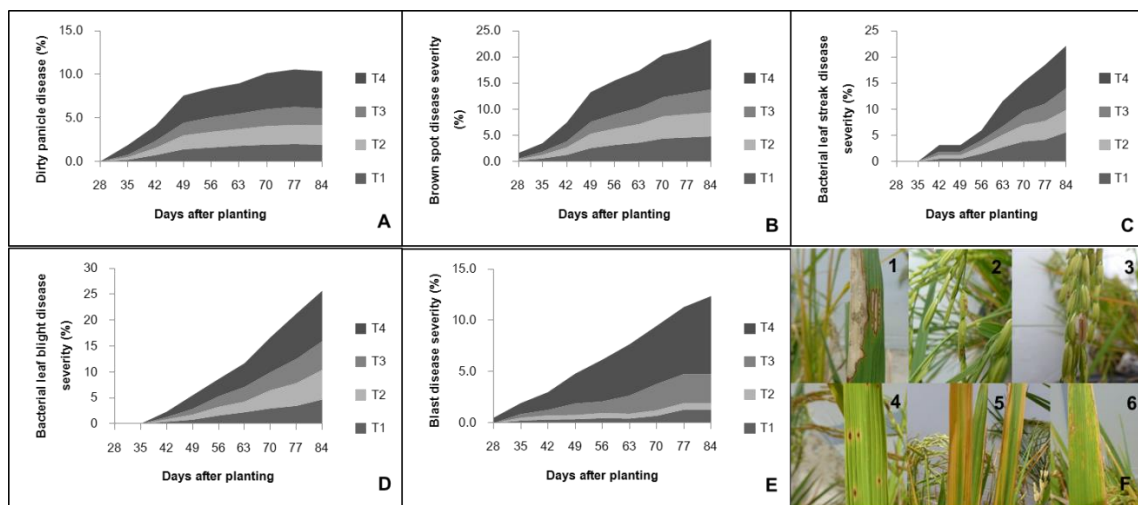


Figure 6 Diagram of area under disease progress curve of dirty panicle (A), brown spot (B), bacterial leaf streak (C), bacterial leaf blight (D), and blast disease (E) in first crop season during November, 2012-February, 2013. The disease symptoms were showed in picture F: blast disease (1 and 2), dirty panicle (3), brown spot (4) bacterial leaf blight (5), and bacterial leaf streak (6).

นอกจากนั้นพบว่าเมล็ดข้าวที่ได้จากการสุ่มประเมินเมล็ดดีเมล็ดเสียหลังจากเก็บเกี่ยวพบว่าเมล็ดข้าวที่ได้จากกรรมวิธีที่มีการใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่นและจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพมีเปอร์เซ็นต์

เมล็ดเสียลดน้อยลงกว่ากรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกรที่ไม่มีการใช้จุลินทรีย์ สำหรับในฤดูปลูกที่ 2 (เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2556) เทคโนโลยีที่ 1 ยังคงแสดงประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดสี

น้ำตาล และโรคเมล็ดต่างได้ดีทัดเทียมกับเทคโนโลยีอื่น ($p=0.05$) เช่นเดียวกับฤดูปลูกที่ 1 โดยการใช้เทคโนโลยีที่ 1 (*B. subtilis* TU-Orga1) เทคโนโลยีที่ 2 (*P. fluorescens* SP007s) และเทคโนโลยีที่ 3 (*B. bassiana*) ร่วมในระบบการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์สามารถลดโรคใบจุดสีน้ำตาลที่ระบาดในสภาพธรรมชาติ 50.5, 50.4 และ 57.4 % และลดโรคเมล็ดต่าง 54.3, 48.9 และ 53.2 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร (Figure 7) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นชัดเจนว่าจุลินทรีย์ท้องถิ่นและจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพสามารถลดการเกิดโรคระบาดต่าง ๆ ของข้าวได้ตั้งแต่ระยะกล้า จนกระทั่งระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งแตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีที่ไม่มีจุลินทรีย์เข้าร่วม ($p=0.05$) เนื่องจากจุลินทรีย์ท้องถิ่นและจุลินทรีย์คุณภาพสายพันธุ์ที่คัดเลือกมาใช้ในการทดลอง เป็นจุลินทรีย์ที่มีผลงานวิจัยแสดงถึงประสิทธิภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยการสร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคโดยตรง เจริญรอบครองแข่งขันการใช้อาหารของเชื้อสาเหตุโรคพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตพืช โดยการกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนพืช เช่น

indole-3-acetic acid (IAA) และ gibberellins (GA) และปรับสภาพสมดุลของฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตให้อยู่ในสภาวะปกติ และกระตุ้นภูมิคุ้มกันทานพืชให้ต้านทานต่อโรคและแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเพิ่มการสะสมของ antioxidant enzyme ชนิดต่าง ๆ (ปาริชาติ และคณะ, 2555; Buensanteai *et al.*, 2008) โดยแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่ใช้ในการควบคุมโรคพืชสามารถผลิตสารปฏิชีวนะได้หลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารจำพวกเปปไทด์ และโพลีเปปไทด์ โดยมีรายงาน *B. subtilis* สามารถผลิตสารปฏิชีวนะได้ถึง 65-70 ชนิด โดยสารที่ผลิตขึ้นสามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ ได้แก่ iturin A, surfactin, bacilysin, fengymycin, bacliomycin, albolutin, bacillin และ fungistatin รวมทั้งยังสามารถผลิตเอนไซม์ chitinase และ β -1,3 glucanase ซึ่งมีผลต่อการชักนำภูมิคุ้มกันทานพืชได้ สำหรับแบคทีเรีย *Pseudomonas* spp. สามารถผลิตสารปฏิชีวนะที่ยับยั้งเชื้อโรคพืชได้ดี คือ pyoluteorin, 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG), siderophore, pyrrolnitrin, phenazine-1-carboxylic acid (PCA), anthranilic acid, phenazine-1-carboxamide (PCN) และ viscosinamide (Marten *et al.*, 2000)

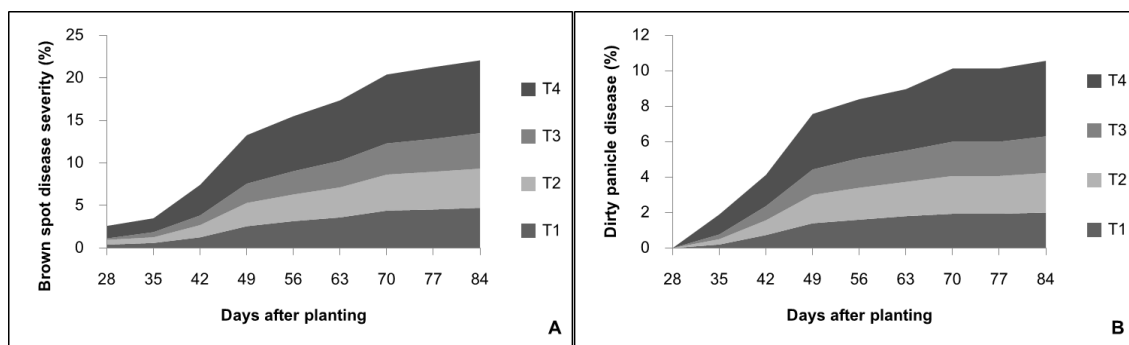


Figure 7 Diagram of areas under disease progress curve of brown spot (A) and dirty panicle (B) in 2nd crop season during May - August, 2013.

3.4 ปริมาณอะไมโลส

การทดสอบประสิทธิภาพเทคโนโลยีการจัดการโรคพืชในสภาพไร่ โดยใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่น *B. subtilis* TU-Orga1 (เทคโนโลยีที่ 1) และ จุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพ *P. fluorescens* SP007s และ *B. bassiana* (เทคโนโลยีที่ 2 และ 3 ตามลำดับ) ร่วมในระบบการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ เปรียบเทียบกับเทคโนโลยีที่ 4 ซึ่งกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกรที่มีการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงทุกสัปดาห์และใช้ปุ๋ยยูเรีย 100 % โดยไม่ใช้จุลินทรีย์ใดๆ หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวที่ได้จากแต่ละกรรมวิธีตรวจหาปริมาณอะไมโลสพบว่ามิโอสไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17 เปอร์เซนต์ (Table 1)

4. สรุป

การใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่นและจุลินทรีย์สายพันธุ์คุณภาพมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของข้าว โดยการทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการจัดการโรคพืชในระบบการผลิตข้าว 2 ฤดู (ฤดูที่ 1 เดือนพฤศจิกายน 2555 - กุมภาพันธ์ 2556 และฤดูที่ 2 เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2556) พบว่าเทคโนโลยีที่ 1 ที่มีการจัดการปุ๋ยและธาตุอาหารด้วยการใส่ปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัม/ไร่ หินฟอสเฟต 20 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียมฮิวเมท 1 กิโลกรัม/ไร่ และพ่นน้ำหมักมูลสุกร 5 ครั้ง (เมื่อข้าวอายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) การจัดการโรคพืชและแมลงพาหะด้วยการพ่นจุลินทรีย์ท้องถิ่น *Bacillus subtilis* TU-Orga1 ชนิดผง อัตรา 2 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (1×10^8 cfu/ml) จำนวน 8 ครั้ง ได้แก่ ก่อนปักดำเตรียมดิน (ครั้งที่ 1) วันปลูก (ครั้งที่ 2) และพ่นทุก 15 วัน (เมื่อข้าวอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน หลังปลูก) และการจัดการวัชพืชโดยควบคุมระดับน้ำ พร้อมทั้งใช้แรงงานคนเมื่อพบการ

Table 1 Percentage of amylose content in rice seed (Pathum Thani 2) from each technology after harvested in 2 crop seasons

Technology ^{1/}	Amylose (%)
T1	17.01
T2	17.09
T3	17.12
T4	17.06

^{1/}T1 = Technology 1 using *Bacillus subtilis* TU-Orga1 combined with plant nutrition management, T2 = Technology 2 using *Pseudomonas fluorescens* SP007s combined with plant nutrition management, T3 = Technology 3 using *Beauveria bassiana* combined with plant nutrition management, and T4 = conventional practice by farmer.

ระบาดของวัชพืชในนาข้าว มีประสิทธิภาพสูงในทุกดัชนีชี้วัด ได้แก่ การส่งเสริมการเจริญเติบโตส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตต่อไร่สูง และยังมีประสิทธิภาพในการลดการระบาดของโรคพืชตลอดจนเพิ่มคุณภาพของผลผลิตข้าวอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ฐานรากปี 2555 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทป 19/2555

6. รายการอ้างอิง

กรมการข้าว, 2545, เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวนาชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,

- 42 น.
- กองกัญและสัตววิทยา, 2535, คำแนะนำการใช้สารฆ่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2535, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 240 น.
- ชูศักดิ์ จุฑาธุช, 2551, การวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้สถิติในงานวิจัย, ส. เสริมมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- นิภาพร ดวงแก้ว, วิลาวรรณ เชื้อบุญ, ลาวัลย์ กลัดสุวรรณ, มะลิดา ชูรินทร์ และดุสิต อธิโนวัฒน์, 2556, Yutl เป็นยีนใหม่ของ *Bacillus subtilis* TU-Orga1 ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ในโตรเจนอย่างเหมาะสมเพื่อยับยั้งโรคใบขีดโปร่งแสงในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์, น. 116-126, ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปาริชาติ สถิตธรรมพนา, วิลาวรรณ เชื้อบุญ และดุสิต อธิโนวัฒน์, 2555, ประสิทธิภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์สายพันธุ์ใหม่ TU-Orga1 ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและควบคุมโรคขอบใบแห้งของข้าว, Thai J. Sci. Technol. 1: 180-188.
- ปาริชาติ สถิตธรรมพนา, วิลาวรรณ เชื้อบุญ และดุสิต อธิโนวัฒน์, 2555, ลักษณะและประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ควบคุมเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* สาเหตุโรคขอบใบแห้งของข้าว, ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 10, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- รัชฎาวรรณ เดชมณี และสุดฤดี ประเทืองวงศ์, 2546, การศึกษาลักษณะบางประการของสาร secondary metabolites ที่ผลิตโดย *Bacillus firmus* ในการยับยั้งเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *glycines*, น. 117, ในการประชุมวิชาการอารักขาพืช ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วิลาวรรณ เชื้อบุญ และดุสิต อธิโนวัฒน์, 2557, ออร์โมนจาก *Pseudomonas fluorescens* SP007s ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของคะน้าอินทรีย์, Thai J. Sci. Technol. 3: 196-205.
- วิลาวรรณ เชื้อบุญ, ศศิธร วุฒิณชัย, ชัยสิทธิ์ ปรีชาสุพจน์, กาเช็ม ณัฐธิญา, เปื่อนสันเทียะ และสุดฤดี ประเทืองวงศ์, 2549, การส่งเสริมการเจริญเติบโตและชักนำภูมิคุ้มกันต้านโรคของกะหล่ำดอกและผักคะน้าด้วยเชื้อจุลินทรีย์และสารชีวภัณฑ์ธรรมชาติ, เกษตรเกษตร 29(3): 271-272.
- สมใจ พิริยะประสาธน์ และสุดฤดี ประเทืองวงศ์, 2546, ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียจากดินปลวกที่มีแนวโน้มเป็นเชื้อปฏิปักษ์และส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชวงศ์กะเพรา, น. 116, ในการประชุมวิชาการอารักขาพืช ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Arshad, M. and Frankenberger, W.T., 1992, Microbial production of plant growth regulators, pp. 307-347. In Metting F.B. Jr. (Ed.), Soil Microbial Ecology, Marcel Dekker Inc., New York.
- Buensanteai, N., Yuen, G.Y. and Prathuangwong S., 2008, The biocontrol bacterium *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 produces auxin, surfactin and extracellular proteins for enhanced growth of soybean plant, Thai J. Agri. Sci., 41(3): 101-116.
- Burris, R.H. and Roberts, G.P., 1993, Biological nitrogen fixation, Ann. Rev. Nutri. 1: 317-335.

- Ma, Y., Prasad, M.N.V., Rajkumar, M. and Freitas, H., 2011, Plant growth promoting rhizobacteria and endophytes accelerate phytoremediation of metalliferous soils, *Biotechnol. Adv.* 29: 248-258.
- Marten, P., Smalla, K. and Berg, G., 2000, Genotypic and phenotypic differentiation of an antifungal biocontrol strain belonging to *Bacillus subtilis*, *J. Appl. Microbiol.* 89: 463-471.
- Prathuangwong, S., Kasem, S., Thowthampitak, J. and Athinuwat, D., 2005, Multiple plant response to bacterial mediated protection against various diseases, *J. ISSAAS*, 11(3): 79-87.
- Prathuangwong, S., Tsuyumu, S., Chuaboon, W. and Chatnaparat, T., 2012, Bioformulation utilizing *Pseudomonas fluorescens* SP007s for seed treatment and foliar spray of rice against dirty panicle disease, pp. 10-11, In *Proceedings of International Conference on Postharvest Pest and Diseases Management in Exporting Horticultural Crops (PPMD 2012)*, Bangkok.
- Preecha, C., Sadowsky, M.J. and Prathuangwong, S., 2009, Lipopeptide surfactin produced by *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 is required for biocontrol efficacy against *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, *Kasetsart J. (Nat. sci.)* 44(1): 84-99.
- Ramamoorthy, V., Raguchander, T. and Samiyappan, R., 2002, Induction of defense-related proteins in tomato roots treated with *Pseudomonas fluorescens* Pf1 and *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, *Plant and Soil* 239: 55-68.
- Steenhoudt, O. and Vanderleyden, J., 2000, *Azospirillum*, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: Genetic, biochemical and ecological aspects, *FEMS Microbiol.* 24: 487-506.
- van Loon, L.C. and van Strien E.A., 1999, The families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type protein, *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 55: 85-97.
- Yang, O., Li, C., Li, H., Li, Y. and Yu, N., 2009, Degradation of synthetic reactive azo dyes and treatment of textile wastewater by a fungi consortium reactor, *Biochem. Eng. J.* 43: 225-230.