



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์และสารสกัดในการ
ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวอินทรีย์

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาริน อินทนา

ธันวาคม 2551

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์และสารสกัดในการ
ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวอินทรีย์

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ผศ. ดร. วาริน อินทนา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุน
การวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

นักวิจัยขอขอบคุณหน่วยวิจัยไม้ผลเขตร้อน ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และลูกจ้างแรงงานทุกคนที่อำนวยความสะดวกไม่ว่าจะเป็นเรื่อง
สถานที่หรืออุปกรณ์ต่างๆ ในการทำงานวิจัย

ขอบคุณเกษตรกรทุกท่านที่ได้ให้ข้อมูล และความร่วมมือในการทำงานวิจัย ไม่ว่าจะเป็น
การให้ข้อมูลด้านการปลูกข้าว หรือปัญหาต่างๆ ที่เกษตรกรประสบในขบวนการปลูกข้าว ซึ่ง
ข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. จิระเดช แจ่มสว่าง ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรกำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ได้ให้คำปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่
เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุราษฎร์
ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานคณะกรรมการการ
อุดมศึกษา (สกอ.) ที่ให้โอกาสในการทำวิจัยและให้การสนับสนุนทุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาริน อินทนา
นักวิจัย

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อ	1
Executive summary	3
บทนำ	4
วิธีการทดลอง	5
ผลการทดลอง	9
บทวิจารณ์	47
หนังสืออ้างอิง	51
ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการวิจัย	53
ภาคผนวก	54

สารบัญรูป

รูปที่	เนื้อหา	หน้า
1	ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวภายหลังการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยบ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน	17
2	ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวภายหลังการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยบ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน	17
3	ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวภายหลังการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยบ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน	18
4	ตัวอย่างลักษณะของต้นกล้าข้าวขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 7 วัน	20
5	ตัวอย่างลักษณะของต้นกล้าข้าวขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 7 วัน	21
6	ตัวอย่างลักษณะของต้นกล้าข้าวขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 7 วัน	22
7	ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อราทดสอบเป็นเวลา 35 วัน	25
8	ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบเป็นเวลา 35 วัน	25
9	ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อยีสต์ทดสอบเป็นเวลา 35 วัน	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	เนื้อหา	หน้า
10	ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อราทดสอบเป็นเวลา 35 วัน	26
11	ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบเป็นเวลา 35 วัน	27
12	ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อยีสต์ทดสอบเป็นเวลา 35 วัน	27
13	ตัวอย่างลักษณะผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	30
14	ตัวอย่างลักษณะผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	30
15	ตัวอย่างลักษณะผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	31
16	ตัวอย่างลักษณะคุณภาพผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	33
17	ตัวอย่างลักษณะคุณภาพผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	33
18	ตัวอย่างลักษณะคุณภาพผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	เนื้อหา	หน้า
19	ปริมาณเชื้อราทดสอบและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินปลูกข้าว ในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง ภายหลังทำการทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์	39
20	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทดสอบและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินปลูกข้าว ในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง ภายหลังทำการทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์	39
21	ปริมาณเชื้อยีสต์ทดสอบและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินปลูกข้าว ในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง ภายหลังทำการทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์	40
22	ลักษณะของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบไอโซเลทต่างๆ ในการเจริญเติบโตเข้าครอบครองรากของข้าวในการทดสอบในสภาพแปลงปลูกข้าว หลังจากทำการทดสอบเป็นเวลา 1 เดือน	44
23	ลักษณะของเชื้อราทดสอบไอโซเลท F01 (<i>Trichoderma harzianum</i>) ขณะเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน และเชื้อแบคทีเรียทดสอบไอโซเลท B15 (<i>Bacillus subtilis</i>) ขณะเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar (NA) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน	46

สารบัญตาราง

ตารางที่	เนื้อหา	หน้า
1	ประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวหลังจากทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยเพาะในตูบ่มเชื้อเป็นเวลา 21 วัน	11
2	ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวหลังจากทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยเพาะในตูบ่มเชื้อเป็นเวลา 21 วัน	13
3	ประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวหลังจากทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยเพาะในตูบ่มเชื้อเป็นเวลา 21 วัน	15
4	เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระดับโรงเรือนหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 7 และ 14 วัน	19
5	แสดงจำนวนต้นตอ กอ ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดรากของต้นข้าวหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระดับโรงเรือนเมื่อต้นข้าวมีอายุ 35 วัน	24
6	ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในการเพิ่มน้ำหนักข้าวเฉลี่ยต่อกอ น้ำหนักข้าวเฉลี่ยต่อรวง จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวต่อ 1,000 เมล็ด เมื่อทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	29
7	แสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวลีบหลังจากทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์	32
8	ปริมาณเชื้อราทดสอบและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ตรวจพบในดินปลูกข้าวในช่วงเวลาต่าง ๆ ขณะทำการทดลองประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว โดยทดสอบระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เนื้อหา	หน้า
9	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทดสอบและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ตรวจพบในดินปลูกข้าวในช่วงเวลาต่างๆ ขณะทำการทดลองประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว โดยทดสอบระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง	37
10	ปริมาณเชื้อยีสต์ทดสอบและเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ตรวจพบในดินปลูกข้าวในช่วงเวลาต่างๆ ขณะทำการทดลองประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว โดยทดสอบระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง	38
11	ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในการเพิ่มจำนวนต้นข้าวตอกและผลผลิตข้าวต่อไร่ หลังทำการทดสอบในสภาพแปลงปลูกข้าวเป็นเวลา 20 สัปดาห์	41
12	แสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวลีบ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าวในแปลงปลูกข้าวเป็นเวลา 20 สัปดาห์	42
13	ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในการเจริญเติบโตเข้าครอบครองรากข้าวในช่วงเวลาต่างๆ ขณะทำการทดลองในแปลงปลูกข้าว	43
14	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบทดสอบที่ตรวจพบในดินและในน้ำที่แปลงปลูกข้าวในช่วงเวลาต่างๆ ขณะทำการทดลองประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว โดยทดสอบระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง	45

สารบัญภาคผนวก

รายการ	หน้า
สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	55

บทคัดย่อ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักใบไม้ที่โรงเรียนชานาและมูลนิธิข้าวขวัญ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 125 ไอโซเลท ในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 12 และ 14 ไอโซเลท สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกของเมล็ดและส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ชัยนาทได้แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 15 ไอโซเลท มาศึกษาประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ F29, F01 และ F19 สามารถเพิ่มจำนวนของต้นข้าวต่อกอได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนของต้นข้าวต่อกอที่ 22.00, 21.25 และ 21.25 ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีจำนวนของต้นข้าวต่อกอที่ 17.75 ด้านผลผลิตของข้าวพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ B15 และ F01 สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวต่อกอได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีผลผลิตของข้าวต่อกอที่ 59.57 และ 54.47 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีผลผลิตข้าวต่อกอที่ 40.10 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ F01, B15 และ F19 มีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดข้าวดีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดข้าวดีที่ 85.90, 82.45 และ 81.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดข้าวดีที่ 73.55 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองจำนวน 2 ไอโซเลท (B15 และ F01) และสารสกัดจากเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ T-50-co4 มาทดสอบประสิทธิภาพในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าวในสภาพแปลงปลูกข้าว พบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ทดสอบไอโซเลท F01 และสารสกัดจากเชื้อรา *T. harzianum* สามารถเพิ่มจำนวนของต้นข้าวต่อกอได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่จำนวน 15.80 และ 15.20 ต้นต่อกอ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีจำนวนของต้นข้าวต่อกอที่ 13.30 ต้นต่อกอ ด้านผลผลิตของข้าวพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ทดสอบไอโซเลท F01 สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้ผลผลิตของข้าวที่ 969.83 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมได้ผลผลิตของข้าวที่ 883.18 กิโลกรัมต่อไร่ ในการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าวพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารสกัดจากเชื้อรา *T. harzianum* และเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบไอโซเลท F01 ช่วยให้มีจำนวนเมล็ดข้าวดีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบจำนวนเมล็ดข้าวดีที่ 93.88 และ 90.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีจำนวนเมล็ดข้าวดีที่ 83.90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ทดสอบสามารถตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวทั้งในน้ำและในดินปลูกข้าวตลอดระยะเวลาของการทดลอง ยิ่งกว่านั้นยังพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบทุกไอโซเลทสามารถเจริญเติบโตเข้าครอบครองรากข้าวได้ ซึ่งผลการจำแนกเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบทั้ง 2 ไอโซเลท พบว่าไอโซเลท F01 คือ เชื้อรา *T. harzianum* และไอโซเลท B15 คือ เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*

Abstract

Total 125 isolates of microorganisms, isolated from fermented bioextracts and bamboo leaf compost obtained from School of rice grower, Kao Khawn Foundation in Suphan Buri Province, were tested for efficacy to increase growth of rice seedlings (*Oryza sativa* Linn.) under growth chamber conditions. The results revealed that 12 and 14 isolates of microorganisms significantly increased percentage of seed germination and promoted growth of rice seedlings (var. Chainat) as compared to the control treatment, respectively. Then 15 promising isolates were selected and investigated for the promotion of seed germination and growth of rice under glasshouse conditions. The results showed that three isolates of microorganisms (F29, F01 and F19) significantly increased number of stems in each tiller by providing 22.0, 21.25 and 21.25 stems in each tiller, respectively, while 17.75 stems in each tiller were found in the control treatment. For total yield of rice, the results showed that two promising isolates (B15 and F01) significantly increased total yield of rice when compared with a control treatment by providing 59.57 and 54.47 g-seed wt./tiller, respectively, while the control gave 40.10 g-seed wt./tiller. In addition, treatments with three isolates (F01, B15 and F19) significantly increased number of fertile seeds over a control treatment. Those isolates provided 85.90, 82.45 and 81.75% of fertile seeds, respectively, while 73.55% fertile seeds were obtained from a control.

The two most promising isolates (B15 and F01) selected from glasshouse screening and crude extract of *Trichoderma harzianum* T-50-co4 were tested for efficacy to increase growth and yield of rice in a field. The results indicated that treatments with F01 isolate and crude extract of *T. harzianum* provided significantly increased number of stems in each tiller as compared with a control by providing 15.80 and 15.20 stems in each tiller, respectively, while the control treatment gave 13.30. For yield of rice, a treatment using F01 isolate increased rice yield to the highest level at 969.83 Kg/rai (1 rai = 1,600 m²), while the control treatment provided 883.18 Kg/rai. For rice quality assessment, treatments with crude extract of *T. harzianum* and F01 isolate also significantly increased number of fertile seeds higher than a control by providing 93.88 and 90.50%, while a control gave 83.90% of fertile seeds. Particularly, populations of all promising isolates were found in both water and soil in the field throughout the experimental period. Moreover, all isolates of promising microorganisms could colonize all parts of rice roots. From the identification of most promising microorganisms, the isolate F01 was *T. harzianum* while isolate B15 was *Bacillus subtilis*.

Executive summary

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าวระดับห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกจากห้องปฏิบัติการในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือน
3. เพื่อนำเชื้อจุลินทรีย์และสารสกัดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดสอบระดับโรงเรือนไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตของข้าวในสภาพแปลงจริง

สิ่งที่ได้ดำเนินการ

ในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบที่แยกได้จากน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักใบไม้ที่โรงเรียนชวนาและมูลนิธิข้าวขวัญ จังหวัดสุพรรณบุรี ในการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในระดับห้องปฏิบัติการ ทำการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบไอโซเลทที่ดีมาทดสอบประสิทธิภาพการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง โดยเก็บข้อมูลทั้งด้านจำนวนต้นข้าวตอกอ ปริมาณผลผลิตข้าวตอกอ คุณภาพของผลผลิตข้าว และตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบที่มีชีวิตรอดในดินปลูกข้าว จากนั้นคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจำนวน 2 ไอโซเลท และสารสกัดจากเชื้อรา *Trichoderma harzianum* มาทดสอบในระดับแปลงปลูกข้าว เพื่อยืนยันผลว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้จริงในพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกร

สิ่งที่ได้ค้นพบ

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 12 และ 14 ไอโซเลทสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกและเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบที่ดีจำนวน 15 ไอโซเลท มาทดลองในโรงเรือนปลูกพืชทดลองพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 3 ไอโซเลท (F29, F01 และ F19) สามารถเพิ่มจำนวนของต้นข้าวตอกอได้ และพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 2 ไอโซเลท (B15 และ F01) สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวตอกอได้ นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 3 ไอโซเลท (F01, B15 และ F19) ช่วยเพิ่มคุณภาพของเมล็ดข้าวได้ ยิ่งกว่านั้นยังพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบทุกไอโซเลทสามารถเจริญเติบโตและมีชีวิตรอดในดินปลูกข้าวได้

จากการทดสอบยืนยันผลในแปลงปลูกข้าวพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบไอโซเลท F01 และสารสกัดจากเชื้อรา *T. harzianum* สามารถเพิ่มจำนวนต้นข้าวตอกอและคุณภาพของเมล็ดข้าวได้ ยิ่งกว่านั้นไอโซเลท F01 ยังสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวต่อไร่ได้ และเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบทุกไอโซเลทยังสามารถเจริญเติบโตเข้าครอบครองรากข้าวและมีชีวิตรอดทั้งในน้ำและในดินปลูกข้าวได้

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในการปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์นั้นจะหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมี และสารสังเคราะห์ต่าง ๆ ในการเพิ่มธาตุอาหารภายในดินและเพิ่มผลผลิตของข้าว แต่อย่างไรก็ตามข้าวยังคงต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต การใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการเพิ่มธาตุอาหารลงไปนั้นจะทำให้ธาตุอาหารในดินลดลง ทำให้ข้าวเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ทำให้ผลผลิตลดลง รายได้ของเกษตรกรลดลง อีกทั้งยังทำให้พื้นที่เสื่อมโทรมลงไม่สามารถปลูกข้าวได้อีกต่อไป ดังนั้นจะต้องรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อรักษาระดับผลผลิตให้มีความยั่งยืนโดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหารหลักของพืชในพื้นที่นาข้าวอินทรีย์ โดยการหาวัสดุอินทรีย์จากพื้นที่ข้างเคียงใส่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น การแสวงหาเชื้อจุลินทรีย์ที่จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในการปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์ อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้สารเคมี ทำให้ระบบนิเวศเกิดความสมดุล จากรายงานในเบื้องต้นพบว่าโรงเรียนชาวนาในจังหวัดสุพรรณบุรี ได้นำจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ในการผลิตข้าว และประสบความสำเร็จในการผลิตข้าวอินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเกษตรกรยังขาดข้อมูลหลายด้าน เช่น ไม่ทราบว่าจุลินทรีย์ชนิดใดในปุ๋ยหมักไปใส่และน้ำหมักชีวภาพที่นำมาใช้เป็นจุลินทรีย์ปฏิบัติหรือเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในการผลิตข้าว ไม่ทราบว่าจุลินทรีย์ใดที่เป็นเชื้อโรคของข้าวหรือเป็นจุลินทรีย์ที่ให้โทษต่อการผลิตข้าว รวมทั้งไม่ทราบถึงแนวทางในการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และเก็บรักษาเพื่อไม่ให้สูญเสียจุลินทรีย์เหล่านั้นไป เป็นต้น คณะวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตข้าวอินทรีย์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าวระดับห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกจากห้องปฏิบัติการในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือน
3. เพื่อนำเชื้อจุลินทรีย์และสารสกัดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดสอบระดับโรงเรือนไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตของข้าวในสภาพแปลงจริง

วิธีการทดลอง

1. ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในห้องปฏิบัติการ

โครงการวิจัยเรื่องนี้เป็นโครงการวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยอาจารย์รุ่นกลางของ รศ.ดร. จิระเดช แจ่มสว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (รหัสโครงการ DBG4980002) โดยโครงการวิจัยเรื่องนี้เริ่มต้นด้วยการนำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักไบโอฟีจากโรงเรียนชานาและมูลนิธิข้าวขวัญ จังหวัดสุพรรณบุรี ทั้งหมดจำนวน 125 ไอโซเลท ประกอบด้วยเชื้อราจำนวน 37 ไอโซเลท เชื้อแบคทีเรียจำนวน 45 ไอโซเลท และเชื้อยีสต์จำนวน 43 ไอโซเลท (ทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์จากโครงการวิจัยของ รศ.ดร. จิระเดช แจ่มสว่าง) มาศึกษาประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

1.1.1 การเตรียมเชื้อราทดสอบ

นำเชื้อราทดสอบทั้งหมดจำนวน 37 ไอโซเลท มาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 7 วัน หรือจนเชื้อราทดสอบสร้างสปอร์ ก่อนทำสปอร์แขวนลอย (spore suspension) โดยการเติมน้ำนิ่งฆ่าเชื้อให้ท่วมเส้นใยเชื้อราทดสอบและใช้แท่งแก้วปลอดเชื้อจุลินทรีย์ขูดสปอร์เชื้อราทดสอบให้หลุดและแขวนลอยในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นนับความเข้มข้นของสปอร์แขวนลอยดังกล่าวด้วย hemacytometer และปรับความเข้มข้นของสปอร์แขวนลอยให้ได้ที่ความเข้มข้น 1×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ก่อนเก็บสปอร์แขวนลอยของเชื้อราทดสอบไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

1.1.2 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

นำเชื้อแบคทีเรียทดสอบทุกชนิดจำนวน 45 ไอโซเลท มาเลี้ยงบนอาหาร nutrient agar (NA) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน ก่อนทำเซลล์แขวนลอย (cell suspension) โดยการเติมน้ำนิ่งฆ่าเชื้อให้ท่วมโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียทดสอบและใช้แท่งแก้วปลอดเชื้อจุลินทรีย์ขูดเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียทดสอบให้หลุดเป็นเซลล์แขวนลอยในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ นำเซลล์แขวนลอยที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสง (optimum density, OD) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร และปรับค่าการดูดกลืนแสงให้ได้ที่ 0.1 ก่อนทำการเก็บเซลล์แขวนลอยดังกล่าวไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

1.1.3 การเตรียมเชื้อยีสต์ทดสอบ

นำเชื้อยีสต์ทดสอบทุกชนิดจำนวน 43 ไอโซเลท มาเลี้ยงบนอาหาร yeast malt extract agar (YMA) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ก่อนทำเซลล์แขวนลอยและปรับความเข้มข้นให้ได้ดังวิธีการในข้อ 1.1.2 จากนั้นเก็บเซลล์แขวนลอยของเชื้อยีสต์ทดสอบที่ได้ไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

1.2 การทดสอบ

ทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวของเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ชัยนาท (ข้าวสาลีพันธุ์ชัยนาทเป็นข้าวที่เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้เริ่มให้ความสนใจนำมาปลูกแทนสาลีพันธุ์พื้นเมือง เพราะให้ผลผลิตสูงและคุณภาพของเมล็ดข้าวดีกว่าสาลีพันธุ์พื้นเมือง ดังนั้นข้าวสาลีพันธุ์นี้จึงมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมสูงมากสำหรับเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ในอนาคต) โดยการนำเมล็ดข้าวไปแช่ในสารละลาย sodium hypochlorite ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 นาที และนำไปล้างด้วยน้ำหนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 3 นาที ผึ่งเมล็ดข้าวให้แห้งในตู้เขี่ยเชื้อเป็นเวลา 15 นาที นำเมล็ดข้าวที่ได้ไปแช่ในน้ำหนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาแช่ในสปอร์แขวนลอยหรือเซลล์แขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบเป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปเพาะในภาชนะเพาะเมล็ดพืชและบ่มภาชนะในตู้ growth chamber (ควบคุมการให้แสงที่วันละ 12 ชั่วโมงในเวลากลางวัน) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยทุกสัปดาห์ตรวจสอบอัตราการงอกของเมล็ดข้าว ระยะเวลาในการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และสัปดาห์สุดท้ายบันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่นำเมล็ดข้าวไปแช่ในน้ำหนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 10 นาที แทนการแช่ในสปอร์แขวนลอยหรือเซลล์แขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ

2. ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกเบื้องต้นในการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือน

2.1 การทดสอบ

นำเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ชัยนาทที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวและแช่ในน้ำหนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาแช่ในสปอร์แขวนลอยหรือเซลล์แขวนลอยของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 1.2 เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปปลูกในกระถางปลูกข้าวจำนวน 10 เมล็ดต่อกระถาง โดยกระถางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 15 นิ้ว ในการปลูกนี้ใช้ดินปลูกที่นำมาจากนาข้าวในเขตอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จากนั้นเก็บกระถางปลูกข้าวไว้ในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากปลูกข้าวเป็นเวลา 2 สัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าว พร้อมทั้งถอนต้นกล้าข้าวให้เหลือจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง ทุก 1 เดือน หลังจากปลูกข้าวทำการฉีดพ่นเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในอัตรา 10 มิลลิลิตรต่อกระถาง จนกว่าจะถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ในระหว่างการทดลองเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของต้นข้าว และเมื่อถึงระยะข้าวให้ผลผลิตทำการเก็บเกี่ยวพร้อมบันทึกจำนวนผลผลิตที่ได้จากแต่ละกรรมวิธีพร้อมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมโดยทำการทดลองกรรมวิธีละ 4 ซ้ำๆ ละ 2 ต้น

2.2 การติดตามประชากรเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ

ทุก 4 สัปดาห์ของการทดลองในข้อ 2.1 ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบด้วยเทคนิคการ dilution plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Martin's medium, NA และ YMA เพื่อตรวจสอบจุลินทรีย์ทดสอบในกลุ่มเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อยีสต์ ตามลำดับ

3. ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกและสารสกัดในการเพิ่มผลผลิตของข้าวในสภาพแปลงปลูก

3.1 การเตรียมสารสกัดจากเชื้อจุลินทรีย์

นำเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ T-50-co4 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่สามารถสร้างสาร pentyl pyrone ที่มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด ได้แก่ แตงกวา ถั่วฝักยาว และคะน้า มาเลี้ยงในอาหารเหลว potato dextrose broth (PDB) ที่มีความเข้มข้น 1/5 เท่า ปริมาตร 10 ลิตร เป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนนำอาหารเหลวที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No1 เพื่อแยกส่วนของสปอร์และเส้นใยของเชื้อราออกจากนั้นนำอาหารเหลวที่ผ่านการกรองไปสกัดด้วยสารละลาย ethyl acetate (EtOAc) จำนวน 3 ครั้ง แล้วนำสารที่ได้จากการสกัดด้วย EtOAc ไประเหยแห้งด้วยเครื่อง evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พร้อมทำการบันทึกน้ำหนักแห้งของสารสกัดที่ได้

นำสารสกัดที่ได้จากเชื้อรา *T. harzianum* มาละลายและปรับความเข้มข้นด้วยเมทานอลที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (2% methanol) เพื่อให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายที่ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พร้อมทั้งเก็บสารละลายที่ได้ไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

3.2 การทดสอบ

นำเมล็ดข้าวสายพันธุ์ชัยนาทที่ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวและแช่ในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาแช่ในสปอร์แขวนลอยหรือสารสกัดจากเชื้อรา *T. harzianum* ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปหว่านในแปลงปลูกข้าวที่ได้เตรียมไว้แล้ว (แปลงขนาดสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1.0x2.0 เมตร) โดยหว่านเมล็ดข้าวในอัตราที่เท่ากันทุกแปลง คือ อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ดูแลแปลงปลูกข้าวตามวิธีการผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ที่เกษตรกรในเขตภาคใต้นิยมปฏิบัติ (เพื่อใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร) ทุก 4 สัปดาห์หลังการทดลองทำการฉีดพ่นเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบปริมาณ 1.0 ลิตร ต่อแปลง จนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตในระหว่างการทดลองเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของต้นข้าว การระบาดของโรคข้าว รวมทั้งข้อมูลอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการผลิตข้าวอินทรีย์ เมื่อถึงระยะข้าวให้ผลผลิตทำการเก็บเกี่ยวพร้อมบันทึกจำนวนผลผลิตที่ได้จากแต่ละกรรมวิธีและเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ CB-Pin-01 (สายพันธุ์การค้าในประเทศไทย) และกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-35-co4 (สายพันธุ์กลายที่เกิดจากการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตและผ่านการทดสอบว่ามีประสิทธิภาพสูง

ในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของแตงกวา โรคผลเน่าดำของเงาะและโรครากเน่าของส้มเขียวหวาน) ทำการทดลองกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (แปลง)

3.3 การติดตามปริมาณประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ

ทุก 4 สัปดาห์ของการทดลองในข้อ 3.2 ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ โดยใช้เทคนิค dilution plate และใช้อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดโดยแยกเป็นเชื้อรา เชื้อแบคทีเรียและเชื้อยีสต์ ดังรายละเอียดเช่นเดียวกับในข้อ 2.2

3.4 ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการครอบครองรากข้าว

หลังจากปลูกข้าวในแปลงทดลองทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในการเจริญเติบโตเพื่อเข้าครอบครองรากข้าว โดยตรวจสอบทุก 4 สัปดาห์ด้วยการสุ่มเก็บรากข้าวในทุกกรรมวิธีจำนวน 4 จุดต่อกรรมวิธี (จุดละ 4 กอ) จากนั้นสุ่มตัดรากข้าวบริเวณโคนราก กลางราก และปลายรากให้มีความยาวขนาด 1.00 เซนติเมตร ก่อนนำมาใส่ flask ขนาด 125 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำนิ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นทำการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง vortex mixer ที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที ก่อนนำตัวอย่างรากพืชมาวางบนอาหาร Martin's medium และอาหาร NA เพื่อตรวจสอบการครอบครองรากข้าวของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียทดสอบตามลำดับ

ผลการทดลอง

1. ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในห้องปฏิบัติการ

1.1 การเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว

จากการทดลองพบว่าเชื้อราทดสอบจำนวน 5 ไอโซเลท จากทั้งหมด 37 ไอโซเลท สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวสายพันธุ์ชัยนาทได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อราทดสอบไอโซเลท F01, F10, F19, F28 และ F29 ที่สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยมีอัตราการงอกของเมล็ดข้าวเท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบอัตราการงอกของเมล็ดข้าวที่ 75.00 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ส่วนในกลุ่มเชื้อแบคทีเรียทดสอบพบว่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบจำนวน 5 ไอโซเลท จากทั้งหมด 45 ไอโซเลท สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเชื้อแบคทีเรียทดสอบทั้ง 5 ไอโซเลท คือ B05, B10, B15, B36 และ B45 สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวได้สูงที่สุดที่มีค่าเท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบอัตราการงอกของเมล็ดข้าวที่ 75.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

สำหรับการทดสอบในกลุ่มเชื้อยีสต์ทดสอบพบว่าเชื้อยีสต์ทดสอบจำนวน 2 ไอโซเลท จากทั้งหมด 43 ไอโซเลท สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อยีสต์ทดสอบไอโซเลท Y32 และ Y41 ที่สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวได้สูงที่สุดที่มีค่าเท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบอัตราการงอกของเมล็ดข้าวที่ 75.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

1.2 การเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

จากการทดลองพบว่าหลังจากปลูกข้าวเป็นเวลา 21 วัน เชื้อราทดสอบจำนวน 4 และ 1 ไอโซเลท สามารถเพิ่มน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวได้ (กรัมต่อ 10 ต้น) ตามลำดับ โดยเพิ่มได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อราทดสอบไอโซเลท F01, F10, F19 และ F28 ที่สามารถเพิ่มน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยมีน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวเท่ากับ 2.52 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักสดที่ 1.80 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ในด้านของน้ำหนักแห้งพบว่าเชื้อราไอโซเลท F19 สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวได้สูงที่สุดที่ 0.38 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักแห้งที่ 0.30 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ส่วนการทดลองในกลุ่มของเชื้อแบคทีเรียทดสอบพบว่าเชื้อแบคทีเรียทดสอบจำนวน 3 และ 1 ไอโซเลท สามารถเพิ่มน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวได้มากกว่า

กรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบไอโซเลท B05, B36 และ B15 สามารถเพิ่มน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวได้ที่ระดับ 2.52, 2.52 และ 2.48 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวที่ระดับ 2.00 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น สำหรับการบันทึกผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวหลังจากใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบไอโซเลท B05 สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวได้สูงที่สุดที่ 0.38 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักแห้งที่ 0.30 กรัม ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

สำหรับการทดสอบเชื้อยีสต์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพบว่าเชื้อยีสต์ทดสอบจำนวน 2 และ 3 ไอโซเลท สามารถเพิ่มน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อยีสต์ทดสอบไอโซเลท Y32 และ Y41 สามารถเพิ่มน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยให้ค่าน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวที่ระดับเท่ากันคือ 2.40 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวที่ระดับ 1.88 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ในการบันทึกผลน้ำหนักแห้งพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อยีสต์ทดสอบไอโซเลท Y05, Y32 และ Y41 สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวได้สูงที่สุดที่ระดับเท่ากันคือ 0.36 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักแห้งที่ 0.28 กรัมต่อต้นกล้าข้าวจำนวน 10 ต้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวหลังจากทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะในตู้บ่มเชื้อเป็นเวลา 21 วัน

กรรมวิธี	การส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว					
	การงอก		น้ำหนักสด		น้ำหนักแห้ง	
	(%) ^{1/}		(กรัม/10 ต้น) ^{2/}		(กรัม/10 ต้น) ^{3/}	
F01	95.00	a ^{4/}	2.52	a ^{4/}	0.36	ab ^{4/}
F02	65.00	cd	1.76	c	0.30	b
F03	55.00	d	1.72	c	0.30	b
F04	75.00	bc	2.08	abc	0.32	ab
F05	75.00	bc	2.04	abc	0.32	ab
F06	75.00	bc	2.04	abc	0.34	ab
F07	65.00	cd	2.00	abc	0.32	ab
F08	70.00	bcd	2.24	abc	0.32	ab
F09	70.00	bcd	2.08	abc	0.34	ab
F10	95.00	a	2.52	a	0.36	ab
F11	85.00	ab	2.28	abc	0.32	ab
F12	75.00	bc	1.80	bc	0.30	b
F13	70.00	bcd	1.80	bc	0.30	b
F14	55.00	d	1.72	c	0.30	b
F15	75.00	c	2.00	abc	0.32	ab
F16	75.00	bc	2.04	abc	0.34	ab
F17	55.00	d	1.76	c	0.30	b
F18	90.00	ab	2.40	ab	0.36	ab
F19	95.00	a	2.52	a	0.38	a
F20	85.00	ab	2.28	abc	0.32	ab
F21	75.00	bc	2.04	abc	0.34	ab
F22	65.00	cd	1.80	bc	0.29	b
F23	85.00	ab	2.12	abc	0.34	ab
F24	55.00	d	1.72	c	0.30	b
F25	65.00	cd	2.12	abc	0.34	ab
F26	55.00	d	1.72	c	0.30	b
F27	65.00	cd	1.68	c	0.30	b
F28	95.00	a	2.52	a	0.36	ab

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กรรมวิธี	การส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว					
	การงอก		น้ำหนักสด		น้ำหนักแห้ง	
	(%) ^{1/}		(กรัม/10 ต้น) ^{2/}		(กรัม/10 ต้น) ^{3/}	
F29	95.00	a ^{4/}	2.40	ab ^{4/}	0.36	ab ^{4/}
F30	70.00	bcd	1.96	abc	0.34	ab
F31	55.00	d	1.64	c	0.30	b
F32	65.00	cd	2.16	abc	0.32	ab
F33	80.00	abc	2.24	abc	0.34	ab
F34	55.00	cd	1.72	c	0.30	b
F35	65.00	cd	2.16	abc	0.34	ab
F36	70.00	bcd	1.80	bc	0.32	ab
F37	55.00	d	1.72	c	0.30	b
กรรมวิธีควบคุม	70.00	bcd	1.80	bc	0.30	b

^{1/} ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 เมล็ด/ซ้ำ) ภายหลังเพาะเมล็ดข้าวในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

^{2/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นกล้าข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 ต้น/ซ้ำ) ภายหลังบ่มการทดลองในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

^{3/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อต้นกล้าข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 ต้น/ซ้ำ) ภายหลังบ่มการทดลองในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

^{4/} ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) P=0.05

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว
น้ำหนัสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวหลังจากทำการทดสอบในระดับ
ห้องปฏิบัติการ โดยเพาะในตู้บ่มเชื้อเป็นเวลา 21 วัน

กรรมวิธี	การส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว			
	การงอก (%) ^{1/}	น้ำหนักสด (กรัม/ 10 ต้น) ^{2/}	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ 10 ต้น) ^{3/}	
B01	54.00 e ^{4/}	1.88 d ^{4/}	0.26 c ^{4/}	
B02	80.00 a-d	2.08 bcd	0.30 bc	
B03	85.00 abc	2.32 a-d	0.32 abc	
B04	65.00 de	2.00 bcd	0.28 bc	
B05	95.00 a	2.52 a	0.38 a	
B06	85.00 abc	2.36 abc	0.34 ab	
B07	65.00 de	1.96 cd	0.30 bc	
B08	55.00 e	1.92 d	0.26 c	
B09	65.00 de	1.96 cd	0.28 bc	
B10	95.00 a	2.44 ab	0.36 ab	
B11	70.00 cd	2.04 bcd	0.30 bc	
B12	65.00 de	2.00 bcd	0.28 bc	
B13	70.00 cd	2.08 bcd	0.32 abc	
B14	85.00 abc	2.36 abc	0.36 ab	
B15	95.00 a	2.48 a	0.36 ab	
B16	75.00 bcd	2.12 bcd	0.36 ab	
B17	85.00 abc	2.40 ab	0.34 ab	
B18	65.00 de	2.04 bcd	0.32 abc	
B19	75.00 bcd	2.12 bcd	0.34 ab	
B20	55.00 e	1.92 d	0.26 c	
B21	85.00 abc	2.32 a-d	0.34 ab	
B22	65.00 de	1.96 cd	0.28 bc	
B23	70.00 cd	2.00 bcd	0.30 bc	
B24	75.00 bcd	2.00 bcd	0.32 abc	
B25	65.00 de	2.04 bcd	0.28 bc	
B26	70.00 cd	2.00 bcd	0.30 bc	
B27	90.00 ab	2.40 ab	0.36 ab	
B28	90.00 ab	2.40 ab	0.36 ab	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

กรรมวิธี	การส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว					
	การงอก (%) ^{1/}		น้ำหนักสด (กรัม/ 10 ต้น) ^{2/}		น้ำหนักแห้ง (กรัม/ 10 ต้น) ^{3/}	
B29	85.00	ab ^{4/}	2.32	a-d ^{4/}	0.34	ab ^{4/}
B30	55.00	e	1.92	d	0.26	c
B31	70.00	cd	2.00	bcd	0.30	bc
B32	80.00	a-d	2.28	a-d	0.32	abc
B33	56.00	e	1.88	d	0.26	c
B34	75.00	bcd	2.24	a-d	0.32	abc
B35	90.00	ab	2.44	ab	0.36	ab
B36	95.00	a	2.52	a	0.36	ab
B37	85.00	ab	2.32	a-d	0.34	ab
B38	85.00	ab	2.32	a-d	0.34	ab
B39	85.00	ab	2.36	abc	0.34	ab
B40	75.00	bcd	2.24	a-d	0.30	bc
B41	80.00	a-d	2.36	abc	0.32	abc
B42	75.00	bcd	2.20	a-d	0.32	abc
B43	55.00	e	1.88	d	0.26	c
B44	55.00	e	1.92	d	0.26	c
B45	95.00	a	2.44	ab	0.34	ab
กรรมวิธีควบคุม	75.00	bcd	2.00	bcd	0.30	bc

^{1/} ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 เมล็ด/ซ้ำ) ภายหลังเพาะเมล็ดข้าวในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

^{2/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นกล้าข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 ต้น/ซ้ำ) ภายหลังบ่มการทดลองในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

^{3/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อต้นกล้าข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 ต้น/ซ้ำ) ภายหลังบ่มการทดลองในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

^{4/} ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) P=0.05

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวหลังจากทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะในตู้บ่มเชื้อเป็นเวลา 21 วัน

กรรมวิธี	การส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว					
	การงอก		น้ำหนักสด		น้ำหนักแห้ง	
	(%) ^{1/}		(กรัม/ 10 ต้น) ^{2/}		(กรัม/ 10 ต้น) ^{3/}	
Y01	55.00	ef ^{4/}	1.72	d ^{4/}	0.28	bc ^{4/}
Y02	85.00	ab	2.12	a-d	0.34	ab
Y03	80.00	abc	2.12	a-d	0.34	ab
Y04	65.00	cde	1.88	bcd	0.30	abc
Y05	90.00	ab	2.32	ab	0.36	a
Y06	55.00	ef	1.72	d	0.28	bc
Y07	65.00	cde	1.88	bcd	0.30	abc
Y08	75.00	bcd	1.92	bcd	0.32	abc
Y09	55.00	ef	1.68	d	0.28	bc
Y10	45.00	f	1.00	e	0.24	c
Y11	75.00	bcd	1.92	bcd	0.32	abc
Y12	65.00	cde	1.88	bcd	0.30	abc
Y13	75.00	bcd	1.92	bcd	0.32	abc
Y14	55.00	ef	1.68	d	0.28	bc
Y15	45.00	f	0.96	e	0.24	c
Y16	65.00	cde	1.88	bcd	0.30	abc
Y17	75.00	bcd	1.92	bcd	0.32	abc
Y18	65.00	cde	1.88	bcd	0.30	abc
Y19	45.00	f	0.92	e	0.24	c
Y20	75.00	bcd	1.92	bcd	0.32	abc
Y21	55.00	ef	1.68	d	0.24	c
Y22	75.00	bcd	1.92	bcd	0.32	abc
Y23	65.00	cde	1.88	bcd	0.30	abc
Y24	55.00	ef	1.80	cd	0.28	bc
Y25	45.00	f	1.00	e	0.24	c
Y26	55.00	ef	1.68	d	0.28	bc
Y27	60.00	de	1.84	cd	0.30	abc

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กรรมวิธี	การส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว					
	การงอก		น้ำหนักสด		น้ำหนักแห้ง	
	(%) ^{1/}		(กรัม/ 10 ต้น) ^{2/}		(กรัม/ 10 ต้น) ^{3/}	
Y28	65.00	cde ^{4/}	1.88	bcd ^{4/}	0.30	abc ^{4/}
Y29	75.00	bcd	2.00	a-d	0.32	abc
Y30	55.00	ef	1.68	d	0.28	bc
Y31	55.00	ef	1.76	cd	0.28	bc
Y32	95.00	a	2.40	a	0.36	a
Y33	75.00	bcd	1.92	bcd	0.32	abc
Y34	65.00	cde	1.84	cd	0.28	bc
Y35	75.00	bcd	1.92	bcd	0.30	abc
Y36	55.00	ef	1.76	cd	0.28	bc
Y37	85.00	ab	2.24	abc	0.34	ab
Y38	85.00	ab	2.24	abc	0.34	ab
Y39	85.00	ab	2.28	abc	0.34	ab
Y40	65.00	cde	1.84	cd	0.28	bc
Y41	95.00	a	2.40	a	0.36	a
Y42	85.00	ab	2.32	ab	0.34	ab
Y43	65.00	cde	1.84	cd	0.28	bc
กรรมวิธีควบคุม	75.00	bcd	1.88	bcd	0.28	bc

^{1/} ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 เมล็ด/ซ้ำ) ภายหลังเพาะเมล็ดข้าวในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

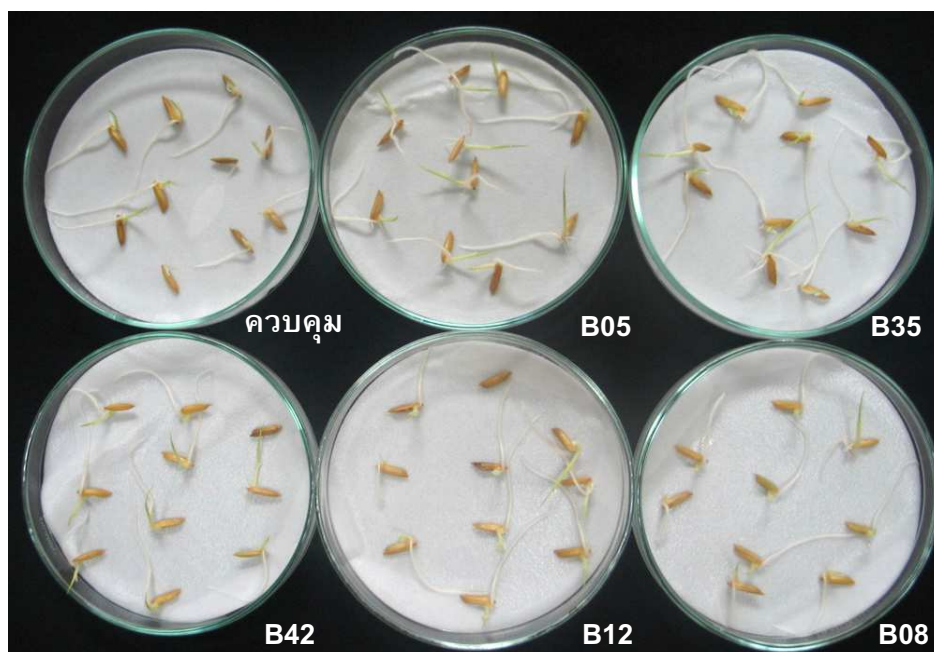
^{2/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อต้นกล้าข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 ต้น/ซ้ำ) ภายหลังบ่มการทดลองในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

^{3/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อต้นกล้าข้าวจาก 3 ซ้ำ (10 ต้น/ซ้ำ) ภายหลังบ่มการทดลองในตูบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

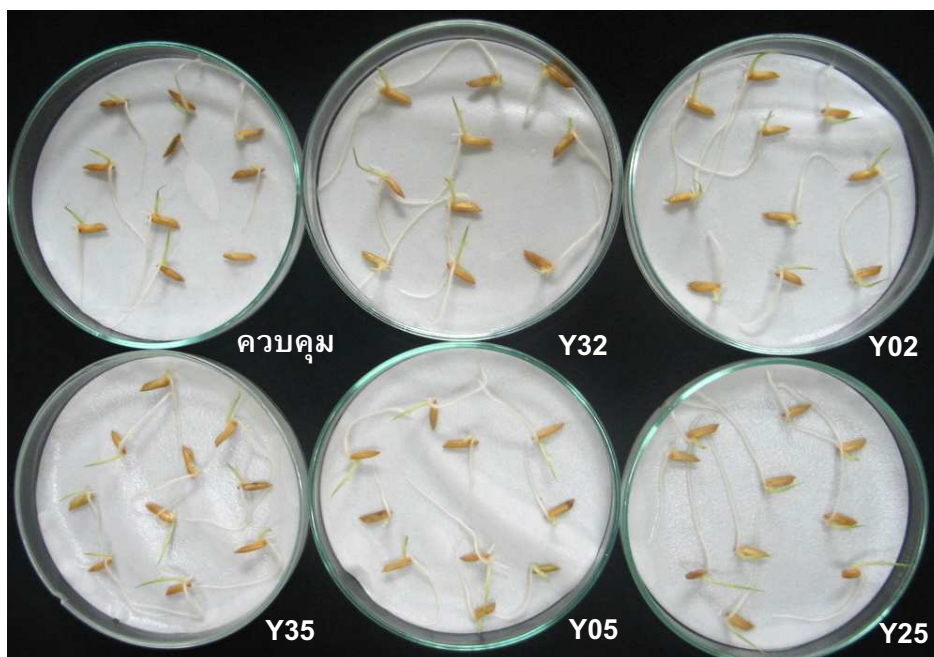
^{4/} ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) P=0.05



รูปที่ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวภายหลังการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยบ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน



รูปที่ 2 ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวภายหลังการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยบ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน



รูปที่ 3 ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวภายหลังการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยบ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

2. ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกเบื้องต้นในการเพิ่มอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือน

จากการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 15 ไอโซเลท โดยแยกเป็นเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อยีสต์ชนิดละ 5 ไอโซเลท เมื่อนำเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบดังกล่าวมาศึกษาประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญและการเพิ่มผลผลิตของข้าวในระดับโรงเรือนพบว่าได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

2.1 การเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าว

หลังทำการทดสอบเป็นเวลา 7 วัน พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท Y05, Y42, Y39, F19, F28, F01 และ F10 สามารถเพิ่มการงอกของเมล็ดข้าวได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยสามารถทำให้เมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยที่สูงที่ 95.00, 87.50, 85.00, 82.50, 82.50, 72.50 และ 72.50 ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบว่าเมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่เฉลี่ย 62.50 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ส่วนการงอกของเมล็ดข้าวหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 14 วัน พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท B10, Y05, Y39, F19 และ Y41 สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยสามารถทำให้เมล็ดข้าวมี

เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยสูงที่ 97.50, 97.50, 97.50, 95.00 และ 95.00 ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบว่าเมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยที่ 92.50 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผ่านการคัดเลือกในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระดับโรงเรือนหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 7 และ 14 วัน

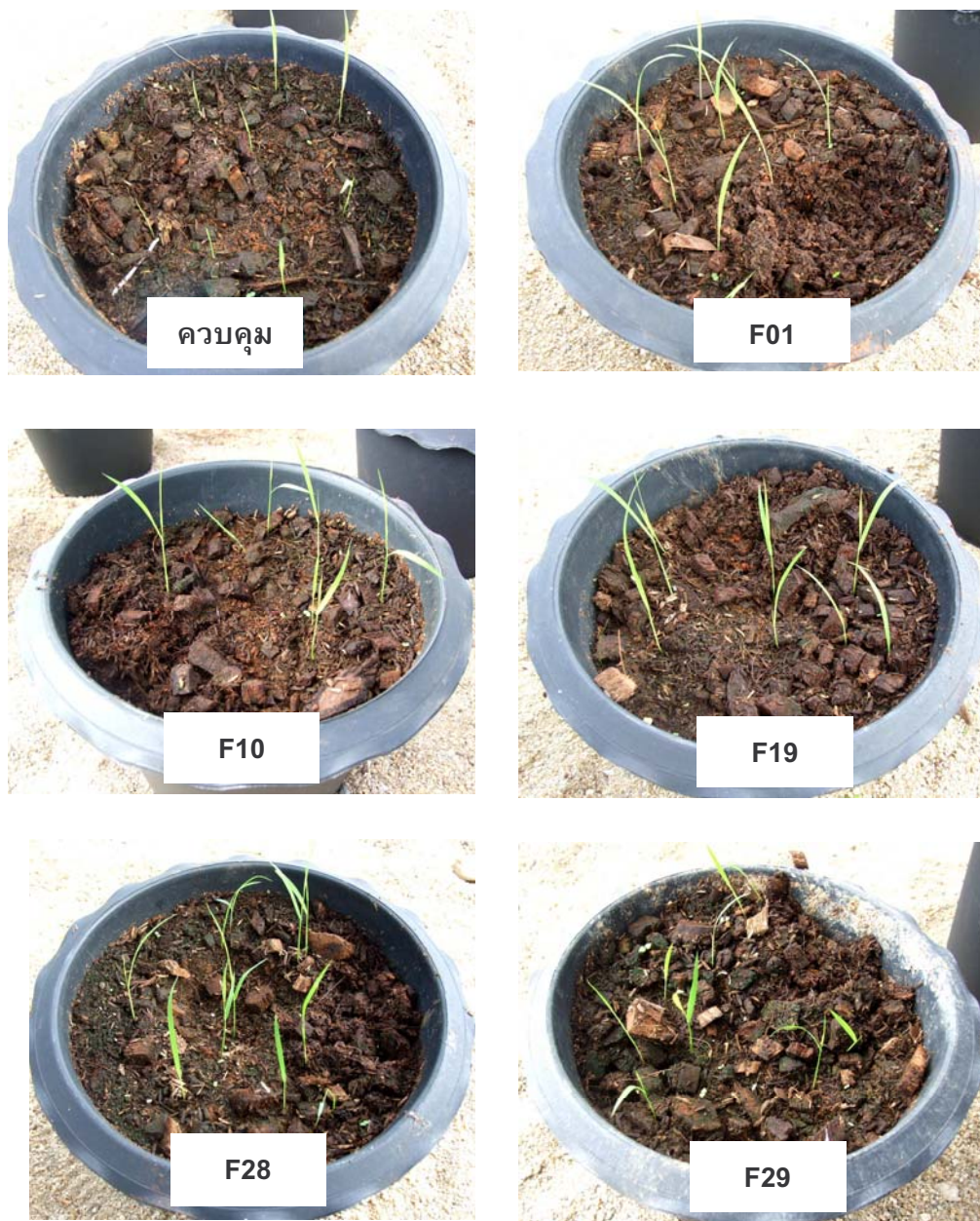
กรรมวิธี	การงอกที่ 7 วัน (%) ^{1/}	การงอกที่ 14 วัน (%) ^{2/}
B05	22.50 e ^{3/}	90.00 a ^{3/}
B10	60.00 a-e	97.50 a
B15	37.50 cde	92.50 a
B36	35.00 de	87.50 a
B45	45.00 b-e	90.00 a
F01	72.50 a-d	92.50 a
F10	72.50 a-d	90.00 a
F19	82.50 abc	95.00 a
F28	82.50 abc	92.50 a
F29	55.00 a-e	92.50 a
Y05	95.00 a	97.50 a
Y32	60.00 a-e	85.00 a
Y39	85.00 ab	97.50 a
Y41	62.50 a-e	95.00 a
Y42	87.50 ab	92.50 a
กรรมวิธีควบคุม	62.50 a-e	92.50 a

* รหัสเชื้อจุลินทรีย์ที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร B หมายถึงเชื้อแบคทีเรีย, F หมายถึงเชื้อรา และ Y หมายถึงเชื้อยีสต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวจาก 4 ซ้ำ (10 เมล็ด/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 7 วัน

^{2/} ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวจาก 4 ซ้ำ (10 เมล็ด/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 14 วัน

^{3/} ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) P=0.05



รูปที่ 4 ตัวอย่างลักษณะของต้นกล้าข้าวขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 7 วัน



รูปที่ 5 ตัวอย่างลักษณะของต้นกล้าข้าวขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 7 วัน



รูปที่ 6 ตัวอย่างลักษณะของต้นกล้าข้าวขณะทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 7 วัน

2.2 การเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

จากการทดสอบสามารถแยกเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวออกเป็นจำนวนต้นต่อกอ ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดราก โดยเก็บข้อมูลเมื่อต้นข้าวมีอายุ 35 วัน ดังข้อมูลในตารางที่ 5 ด้านจำนวนต้นต่อกอพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ F29, F01 และ F19 สามารถเพิ่มจำนวนต้นต่อกอของข้าวได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นต่อกอที่ 22.00, 21.25 และ 21.25 ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นต่อกอที่ 17.75 (ตารางที่ 5)

ส่วนด้านความสูงของต้นข้าวพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ Y42, Y05, Y39, B45, F01 และ F10 สามารถเพิ่มความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยได้ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมโดยมีความสูงเฉลี่ยที่ 49.74, 49.50, 49.34, 48.94, 48.93 และ 48.70 เซนติเมตรตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมต้นข้าวมีความสูงเฉลี่ยที่ 48.15 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

ด้านความยาวของรากข้าวพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 1 ไอโซเลท คือ Y32 สามารถเพิ่มความยาวรากของต้นข้าวเฉลี่ยได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความยาวรากเฉลี่ยที่ 18.24 เซนติเมตร ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมต้นข้าวมีความยาวรากเฉลี่ยที่ 14.88 เซนติเมตร ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ในการบันทึกน้ำหนักสดของต้นข้าวพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ F19, Y05 และ Y42 สามารถเพิ่มน้ำหนักสดของต้นข้าวเฉลี่ยได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมโดยมีน้ำหนักสดเฉลี่ยที่ 6.62, 5.91 และ 5.90 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมต้นข้าวมีน้ำหนักสดเฉลี่ยที่ 5.77 กรัม (ตารางที่ 5)

สำหรับน้ำหนักสดของรากข้าวพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 1 ไอโซเลท คือ Y42 สามารถเพิ่มน้ำหนักสดของรากข้าวเฉลี่ยได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีน้ำหนักสดเฉลี่ยที่ 5.41 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมรากข้าวมีน้ำหนักสดเฉลี่ยที่ 2.97 กรัม (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนต้นตอก ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดราก ของต้นข้าวหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระดับโรงเรือนเมื่อต้นข้าวมีอายุ 35 วัน

กรรมวิธี	จำนวนต้นตอก ^{1/}	ความสูงต้น (เซนติเมตร) ^{2/}	ความยาวราก (เซนติเมตร) ^{3/}	น้ำหนักสดต้น (กรัม) ^{4/}	น้ำหนักสดราก (กรัม) ^{5/}
B05	16.75 d ^{6/}	45.21 ab ^{6/}	15.64 abc ^{6/}	2.95 b ^{6/}	2.22 b ^{6/}
B10	20.25 abc	45.64 ab	16.70 ab	4.20 Ab	3.34 ab
B15	20.50 abc	45.99 ab	15.84 abc	3.75 Ab	2.95 b
B36	17.75 cd	42.01 b	14.88 bc	3.05 B	2.30 b
B45	20.00 abc	48.94 a	17.86 ab	4.74 Ab	3.41 ab
F01	21.25 ab	48.93 a	15.92 abc	5.46 Ab	3.88 ab
F10	20.25 abc	48.70 a	16.32 ab	5.13 Ab	2.80 b
F19	21.25 ab	47.21 ab	15.86 abc	6.62 A	4.07 ab
F28	20.00 abc	46.34 ab	13.06 c	4.07 Ab	3.04 b
F29	22.00 a	48.13 a	15.44 abc	5.04 Ab	4.19 ab
Y05	19.75 abc	49.50 a	16.16 ab	5.91 Ab	4.03 ab
Y32	17.00 d	47.13 ab	18.24 a	4.73 Ab	4.21 ab
Y39	19.75 abc	49.34 a	16.86 ab	5.75 Ab	3.79 ab
Y41	19.75 abc	45.28 ab	16.98 ab	2.95 B	2.59 b
Y42	19.00 bcd	49.74 a	17.64 ab	5.90 Ab	5.41 a
กรรมวิธีควบคุม	17.75 cd	48.15 a	14.88 bc	5.77 Ab	2.97 b

* รหัสเชื้อจุลินทรีย์ที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร B หมายถึงเชื้อแบคทีเรีย, F หมายถึงเชื้อรา และ Y หมายถึงเชื้อยีสต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตอกของข้าวจาก 4 ซ้ำ (จำนวน 1 กอ/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 35 วัน

^{2/} ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวจาก 3 ซ้ำ (จำนวน 2 กอ/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 35 วัน

^{3/} ค่าเฉลี่ยความยาวของรากข้าวจาก 3 ซ้ำ (จำนวน 2 กอ/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 35 วัน

^{4/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นข้าวจาก 3 ซ้ำ (จำนวน 2 กอ/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 35 วัน

^{5/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของรากข้าวจาก 3 ซ้ำ (จำนวน 2 กอ/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 35 วัน

^{6/} ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) P=0.05



รูปที่ 7 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อราทดสอบเป็นเวลา 35 วัน



รูปที่ 8 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบเป็นเวลา 35 วัน



รูปที่ 9 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อยีสต์ทดสอบเป็นเวลา 35 วัน



รูปที่ 10 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อราทดสอบเป็นเวลา 35 วัน



รูปที่ 11 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบเป็นเวลา 35 วัน



รูปที่ 12 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อยีสต์ทดสอบในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง หลังจากใช้เชื้อยีสต์ทดสอบเป็นเวลา 35 วัน

2.3 การเพิ่มผลผลิตของข้าว

จากการศึกษาด้านประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าวสามารถบันทึกข้อมูลได้หลายด้าน ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตข้าวต่อกอ น้ำหนักผลผลิตข้าวต่อรวง จำนวนเมล็ดข้าวต่อรวง และน้ำหนักของเมล็ดข้าวต่อ 1,000 เมล็ด ซึ่งพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ B15 และ F01 สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวต่อกอได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีผลผลิตของข้าวเฉลี่ยต่อกอที่ 59.57 และ 54.47 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีผลผลิตเฉลี่ยที่ 40.10 กรัม (ตารางที่ 6)

ด้านน้ำหนักของข้าวต่อรวงพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ B15 และ F01 สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวต่อรวงได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีผลผลิตของข้าวเฉลี่ยต่อรวงที่ 2.02 และ 1.99 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีผลผลิตเฉลี่ยต่อรวงที่ 1.67 กรัม (ตารางที่ 6)

ส่วนจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวงพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ B10, F01, F28, Y05, B15 และ Y32 มีจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวงมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวงเฉลี่ยที่ 178.92, 178.08, 177.33, 174.68, 174.00 และ 172.00 ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวงที่ 163.92 (ตารางที่ 6)

สำหรับน้ำหนักของผลผลิตข้าวจำนวน 1,000 เมล็ด พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ B45, F01, F10, B15, Y05 และ F29 มีน้ำหนักของเมล็ดข้าวจำนวน 1,000 เมล็ด มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีน้ำหนักที่ 6.70, 6.50, 6.49, 6.46, 6.38 และ 6.35 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยที่ 5.80 กรัม (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบในการเพิ่มน้ำหนักข้าวเฉลี่ยต่อกอ น้ำหนักข้าวเฉลี่ยต่อรวง จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อรวง น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวต่อ 1,000 เมล็ด เมื่อทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์

กรรมวิธี	น้ำหนักข้าวเฉลี่ย ต่อกอ (กรัม) ^{1/}	น้ำหนักข้าวเฉลี่ย ต่อรวง (กรัม) ^{2/}	จำนวนเมล็ดเฉลี่ย ต่อรวง ^{3/}	น้ำหนักเฉลี่ยของข้าว (กรัม/1,000 เมล็ด) ^{4/}
B05	45.29 bc ^{5/}	1.82 abc ^{5/}	164.83 c ^{5/}	5.83 de ^{5/}
B10	53.00 abc	1.79 abc	178.92 a	6.10 b-e
B15	59.57 a	2.02 a	174.00 a	6.46 abc
B36	45.34 c	1.72 abc	165.67 bc	6.00 cde
B45	40.84 c	1.60 bc	163.08 c	6.70 a
F01	54.47 ab	1.99 a	178.08 a	6.50 ab
F10	44.14 bc	1.58 bc	162.33 c	6.49 ab
F19	49.53 abc	1.73 abc	164.92 c	5.84 de
F28	47.87 abc	1.80 abc	177.33 a	5.80 de
F29	48.80 abc	1.60 bc	166.83 bc	6.35 abc
Y05	47.70 bc	1.71 abc	174.68 a	6.38 abc
Y32	38.99 c	1.56 bc	172.00 ab	5.64 e
Y39	45.35 c	1.66 bc	165.33 bc	6.23 a-d
Y41	39.83 c	1.49 c	160.42 c	5.65 e
Y42	46.07 c	1.73 abc	164.33 c	6.25 a-d
กรรมวิธีควบคุม	40.10 c	1.67 bc	163.92 c	5.80 de

* รหัสเชื้อจุลินทรีย์ที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร B หมายถึงเชื้อแบคทีเรีย, F หมายถึงเชื้อรา และ Y หมายถึงเชื้อยีสต์

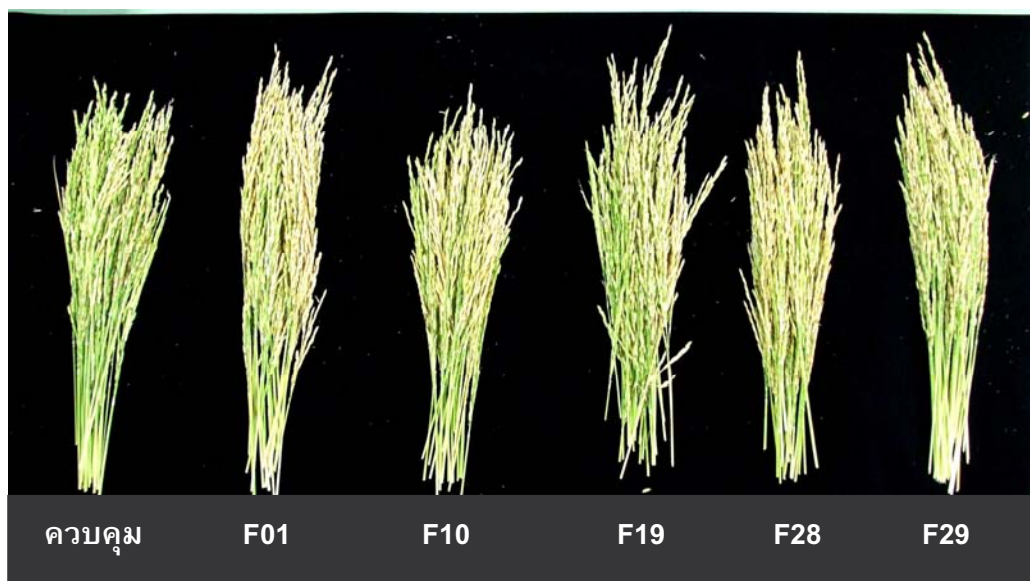
^{1/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักข้าวต่อกอจาก 4 ซ้ำ (จำนวน 1 กอ/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 20 สัปดาห์

^{2/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักข้าวต่อรวงจาก 4 ซ้ำ (จำนวน 4 รวง/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 20 สัปดาห์

^{3/} ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงจาก 4 ซ้ำ (จำนวน 4 รวง/ซ้ำ) ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 20 สัปดาห์

^{4/} ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของข้าวต่อ 1,000 เมล็ด จาก 4 ซ้ำ ภายหลังทำการทดสอบเป็นเวลา 20 สัปดาห์

^{5/} ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) P=0.05



รูปที่ 13 ตัวอย่างลักษณะผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์



รูปที่ 14 ตัวอย่างลักษณะผลผลิตของข้าวที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทดสอบในการเพิ่มผลผลิตของข้าว หลังทำการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์