

ประสิทธิภาพของบาซิลลัสที่แยกได้จากบริเวณเขตรากพืชในการควบคุมโรคเมล็ดต่าง^{1/}

Efficacy of *Bacillus* spp. Isolated from Soil in Control Dirty Panicle Rice
Fungal Pathogens^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นางสาวจรรุวรรณ พุ่มจันทร์^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สุพัตรา คำเรียง^{3/}

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวขนาดใหญ่ แต่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการถูกศัตรูข้าวเข้าทำลาย และโรคเมล็ดต่างข้าว (Dirty Panicle Disease) เป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวและคุณภาพของข้าวลดลง ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อราหลายชนิดที่สามารถเข้าทำลายข้าวได้ตั้งแต่ระยะข้าวเริ่มตั้งท้องไปจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว เชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างข้าวสามารถเพิ่มปริมาณและแพร่กระจายไปกับน้ำหรือติดไปกับเมล็ดพันธุ์ข้าว พื้นที่ที่มีการระบาดของโรคเมล็ดต่างอาจทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงถึง 80% และเมล็ดข้าวมีคุณภาพต่ำ จึงต้องมีการควบคุมโรคพืชโดยวิธีต่างๆ ซึ่งปัจจุบันได้มีการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี คือ การนำเอาแบคทีเรียปฏิปักษ์มาใช้ในการควบคุมโรคเมล็ดต่างข้าว จากการศึกษาแบคทีเรียที่แยกได้จากดินเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดโรคเมล็ดต่างข้าว แบคทีเรียไอโซเลท IBK-8 หลังการฉีดพ่น 21 วัน สามารถควบคุมการเกิดโรคเมล็ดต่างข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Curvularia lunata*, *Fusarium semitectum* และ *Bipolaris oryzae* ในสภาพเรือนทดลอง และจากการคัดเลือกแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* spp. จำนวน 9 ไอโซเลท มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคข้าวที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า *Bacillus* spp. ไอโซเลท *Bacillus*-MS4 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคเมล็ดต่าง 71.93% จากการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif ในการควบคุมโรคเมล็ดต่างและการเพิ่มผลผลิตของข้าว พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif ลดการเกิดโรคเมล็ดต่างบนรวงและช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี

คำสำคัญ: การควบคุมโรคโดยชีววิธี; แบคทีเรียปฏิปักษ์; โรคเมล็ดต่าง

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลก เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต สำหรับประเทศไทยข้าวยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ โดยในปี พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมามีการส่งออกข้าวคิดเป็นมูลค่า 107,758 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ในการเพาะปลูกข้าวยังประสบปัญหาต้นทุนการผลิตสูงและผลผลิตต่อไร่ต่ำ ซึ่งสาเหตุหลักมาจากปัญหาเรื่องโรคและแมลง โรคข้าวที่พบในประเทศไทยและทั่วโลกมีหลายโรคที่สำคัญ เช่น โรคเมล็ดด่าง โรคกาบใบแห้ง โรคขอบใบแห้ง ซึ่งสาเหตุของโรคเมล็ดด่างนั้นมาจากเชื้อราหลายชนิด เช่น เชื้อรา *Curvularia lunata* (Wakk) Boed. *Cercospora oryzae* I.Miyake. *Bipolaris oryzae* Breda de Haan. *Fusarium semitectum* Berk & Rav. *Trichoconis padwickii* Ganguly. และ *Sarocladium oryzae* Sawada. เชื้อราเหล่านี้มีการเพิ่มปริมาณโดยการสร้างโคนิเดียซึ่งสามารถแพร่กระจายไปกับน้ำ ลม หรือติดไปกับเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งก่อให้เกิดโรคในการปลูกฤดูต่อไป เมื่อมีการแพร่ระบาดแล้วทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงอย่างมาก ทำให้ความงอกและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวลดลงอย่างรวดเร็ว (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2560) การควบคุมโรคในปัจจุบันนิยมใช้สารเคมีซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ได้ผลดีและสะดวก แต่การใช้สารเคมีต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจเกิดปัญหาเชื้อราต้านทานต่อสารเคมี รวมทั้งปัญหาสารเคมีตกค้างในสิ่งแวดล้อมและผลผลิตข้าว ซึ่งส่งผลเสียต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค การควบคุมโดยใช้ศัตรูธรรมชาติชนิดต่างๆเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัด เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าการใช้สารฆ่าแมลง ให้ผลในการควบคุมที่ชัดเจน โดยเฉพาะการใช้จุลินทรีย์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถนำไปใช้ป้องกันโรคในข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดปัญหาการสร้างความต้านทานของศัตรูพืช มีความปลอดภัยต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม (วีรเทพ และคณะ, 2559)

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี คือ การนำเชื้อปฏิปักษ์ (Antagonist) ชนิดหนึ่งหรือมากกว่า ซึ่งมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติในบริเวณผิวพืชส่วนเหนือดินบริเวณราก และดินรอบรากที่มีความสามารถในการแข่งขัน (Competition) ทางด้านแหล่งแร่ธาตุอาหารและที่อยู่อาศัย การเป็นปรสิต (Parasite) รวมถึงการผลิตสารปฏิชีวนะ (Antibiotics) ออกมายับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นมาใช้ในการควบคุมโรคพืชทดแทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียที่อาศัยอยู่กับรากพืช (กฤติเดช, 2559) เชื้อ *Bacillus* spp. หลายชนิด (Species) มีคุณสมบัติมีคุณสมบัติเป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืช มีรายงานว่าเชื้อ *Bacillus* spp. สร้างสารที่มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น iturin, fengycin และ surfactin เอ็นโดสปอร์ที่ถูกสร้างขึ้นในเซลล์ทำให้เชื้อ *Bacillus* spp. ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และง่ายต่อการนำไปพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืช ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออภิปรายประสิทธิภาพของบาซิลลัสที่แยกได้จากบริเวณเขตรากพืชในการควบคุมโรคเมล็ดด่างข้าว

โรคเมล็ดต่างข้าว

โรคเมล็ดต่างข้าว (Dirty Panicle Disease) ที่เกิดจากเชื้อราที่มีอาการบนเปลือกเมล็ดข้าวโดยแสดงอาการจุดสีดำขนาดเล็กและขยายใหญ่ขึ้น ในบางครั้งพบอาการแผลขนาดใหญ่หรือเป็นรอยดำดำทั่วทั้งเมล็ดและเมล็ดลีบ เชื้อราสาเหตุของโรคเมล็ดต่างข้าวทำลายได้ตั้งแต่ช่วงที่ข้าวเริ่มตั้งท้องเป็นต้นไป ซึ่งสาเหตุของโรคเมล็ดต่างนั้นเกิดจากเชื้อรา 6 ชนิด ได้แก่ *C. lunata* (Wakk) *B. oryzae* (Breda de Haan) *F. Incomatum* (Berk & Rav) *Cercospora oryzae* (I. Miyake) *Trichocoris pockwickii* (Ganguly) และ *Saroctacum oryzae* (Sawada) เชื้อราเหล่านี้เพิ่มปริมาณโดยการสร้างโคนเดียซึ่งสามารถแพร่กระจายไปกับน้ำ ลม หรือติดไปกับเมล็ดพันธุ์ข้าว เมื่อข้าวแสดงอาการเมล็ดต่างทำให้สูญเสียทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณ (กวิวิท และคณะ, 2559) รายงานว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3 มีความอ่อนแอต่อโรคเมล็ดต่าง และเมื่อตรวจหาสาเหตุพบว่าเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อราหลายชนิด ได้แก่ *C. lunata* *F. semitectum* และ *B. oryzae* โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อรา *C. lunata* พบมากที่สุดและพบทั่วไปบนเมล็ดพันธุ์ข้าวเก็บมาจากภาคกลางและภาคใต้ของประเทศไทย เชื้อราสามารถเข้าไปทำลายตั้งแต่ข้าวเริ่มติดเมล็ดและพัฒนาต่อไปจนทำให้เกิดอาการเมล็ดต่างและเมล็ดลีบในระยะใกล้เก็บเกี่ยว

คุณภาพของเมล็ดข้าว

เมื่อความรุนแรงของโรคเมล็ดต่างเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลผลิตของข้าวลดลง 0.646 เปอร์เซ็นต์ (พากเพียร และคณะ, 2532) เมล็ดข้าวที่มีระดับความรุนแรงของโรคเมล็ดต่างมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผลผลิตมีผลให้ความงอก และอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวลดลงอย่างมาก นอกจากนี้การมีเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เป็นโรคนี้นั้นรุนแรงกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ปนอยู่ในสัดส่วนของปริมาณเกิน 30-50 เปอร์เซ็นต์ (ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว) มีผลทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง (อัญชลี และคณะ, 2546) และเมื่อนำไปขัดสีจะได้เมล็ดข้าวที่มีคุณภาพต่ำ และแตกหักง่าย

แบคทีเรียปฏิปักษ์

แบคทีเรียปฏิปักษ์ (Antagonist) ที่ เป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ โดยแบคทีเรียมักเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อโรคพืชโดยการแย่งแย่งอาหาร การยับยั้งทำลาย และการเป็นปรสิต ส่วนใหญ่มักจะเน้นการศึกษาการควบคุมโรคที่ทำลายส่วนของพืชที่อยู่ใต้ดิน ปัจจุบันวิธีนี้เป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีที่มีโอกาสสูงในการนำไปเป็นกลยุทธ์ในการป้องกันกำจัดโรคพืช แบคทีเรียปฏิปักษ์กลุ่ม *Bacillus* spp. เป็นแบคทีเรียปฏิปักษ์ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมโรคพืช เพราะสามารถพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ แบคทีเรียชนิดนี้สามารถสร้างเอนโดสปอร์ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ทนต่อสภาพแวดล้อมทั้งสารเคมี รังสี และความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ปกติ (Kloepper et al., 2004) แม้ในที่มี อุณหภูมิสูงประมาณ 55 องศาเซลเซียส แบคทีเรียปฏิปักษ์กลุ่ม *Bacillus* spp. สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotic) ที่มีคุณสมบัติในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น เชื้อรา *Botryodiplodia* sp. (โรคผลเน่าของลำไย), *Sphaerotheca fulipinea* (โรคราแป้งของแตงกวา), *Pythium* spp. (โรคโคนเน่า), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (โรคเหี่ยวของพืชตระกูลพริกและมะเขือเทศ) *Sclerotium rolfsii* (โรคโคนเน่า *Colletotrichum gloeosporioides* (โรค

แอนแทรคโนส) *Didymella bryoniae* (โรคต้นแตงกวางไหลของพืชตระกูลแตง) *Ralstonia solanacearum* (โรคเหี่ยวเหี่ยวของมะเขือเทศ), *Macrophomina phaseolina* (โรคเน่าของหัวเหลืองหัวเหี่ยวและงา), *F. oxysporum* (โรคเหี่ยวของหัวแขก) *C. falcatum* และ *F. monitiforme* (โรคเน่าแดงของอ้อย) เป็นต้น

กลไกการควบคุมโรคโดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์

1. กระบวนการ Antibiosis ใช้ผลผลิตซึ่งได้จากกระบวนการเมตาบอลิซึมจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งเข้าไปยับยั้งหรือทำลายสิ่งมีชีวิตหนึ่ง

1.1 การสร้างสารปฏิชีวนะ (Antibiotics) สารปฏิชีวนะซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ผลิตโดยจุลินทรีย์ มีความสามารถในการทำลายหรือยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นในระดับความเข้มข้นต่ำ (Fravel, 1988) บทบาทของสารปฏิชีวนะต่อความสามารถในการยับยั้งเชื้อราโรคพืชได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เพื่อนำมาผลิตในอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี

1.2 การสร้างสารระเหย (Volatile substances) มีรายงานการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี พบว่าสารระเหยบางชนิดมีความสามารถในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อรา Howell *et al.* (1988) รายงานการควบคุมเชื้อ *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* และ *Verticillium dahliae* จากสารระเหยแอมโมเนียซึ่งผลิตจากแบคทีเรีย *Enterobacter cloacae* นอกจากนั้น Alkyl pyrones ก็เป็นสารระเหยชนิดหนึ่งซึ่งผลิตโดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *Trichoderma harzianum* ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อราหลายชนิดโดยเฉพาะ *R. solani* ซึ่งเป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค Damping-Off ของผักกาดหอม (Claydon *et al.*, 1987) ไฮโดรเจนไซยาไนด์จาก *Pseudomonas fluorescens* ควบคุมเชื้อ *Thielaviopsis basicola* ซึ่งเป็นสาเหตุก่อโรครากเน่าของต้นยาสูบ (Schippers *et al.*, 1990)

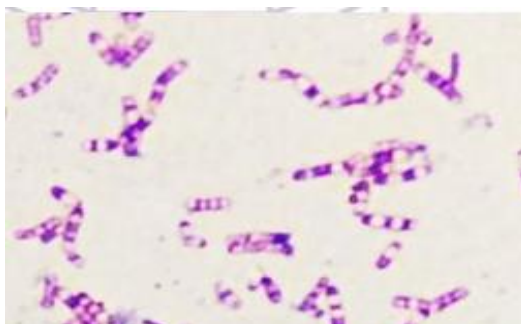
2. กระบวนการแก่งแย่งอาหาร (Nutrient competition) แหล่งคาร์บอนซึ่งได้รับจากคาร์โบไฮเดรตและกลูโคสเป็นสารอาหารหลักที่มีจำกัด เป็นเหตุให้จุลินทรีย์เกิดการแข่งขันซึ่งกันและกันในการนำสารอาหารนี้มาใช้ จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้เร็วและกระบวนการที่มีประสิทธิภาพซึ่งสามารถที่จะนำเอาสารอาหารซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดมาใช้ได้ย่อมมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์อื่น (Gilbert *et al.*, 1990) จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีกลไกหลักในการควบคุมโรคพืชแบบแข่งขันที่สำคัญเช่น *Fusarium oxysporum* (Lemanceau *et al.*, 1993) ตัวอย่างเช่น *F. oxysporum* F047bio ใช้ควบคุมเชื้อ *F. arysporum* WES 816 ซึ่งเป็นสาเหตุโรคเน่าของมะเขือเทศ

3. กระบวนการปรสิต (Parasitism) พบในจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ผลิตเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อโรค ส่วนใหญ่มักเป็นเชื้อราเอนไซม์ตัวหลักที่สำคัญที่ทำหน้าที่นี้คือเอนไซม์ chitinase และ B-1, 3-glucanase จะย่อยสลาย chitin และ R-1,3-glucan อันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโครงสร้างของผนังเซลล์ของเส้นใยเชื้อราชั้นสูง (Tweddell *et al.*, 1992) และผนังเซลล์ของ *Sclerotium* (Bcnyagoub and Jabaji Hare, 1992) จุลินทรีย์ปฏิปักษ์มักจะสร้าง chitinase และ 1,3-glucanase ในอาหารที่มีสภาพค่อนข้างเป็นกรด (Elad *et al.*, 1982)

เชื้อ *Bacillus* spp. หลายชนิด (Species) มีคุณสมบัติเป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืช (Chen *et al.*, 2014) มีรายงานว่าเชื้อ *Bacillus* spp. สร้างสารที่มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิดเช่น Iturin, fengycin และ surfactin (Zhao *et al.*, 2014) เอนโดสปอร์ที่ถูกสร้างขึ้นในเซลล์ทำให้เชื้อ *Bacillus* spp. ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และง่ายต่อการนำไปพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืช (Raaijmakers *et al.*, 2002) นอกจากนี้ยังมีรายงานที่แสดงให้เห็นว่ามีเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด มีคุณสมบัติเป็นทั้งเชื้อปฏิปักษ์และคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโตพืช (Ahmad *et al.*, 2008) กลไกเชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืชมีหลายกลไก เช่น การผลิตสารที่มีลักษณะคล้ายฮอร์โมนพืช (Indole-3-acetic acid (IAA), gibberellic acid and ethylene) การตรึงไนโตรเจน การละลายธาตุฟอสฟอรัสในดินให้อยู่ในรูปรากพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ การผลิตเอนไซม์ 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase ช่วยลดภาวะเครียดในพืช รวมทั้งการผลิตสาร Siderophore เป็นต้น (Souza *et al.*, 2015)

แบคทีเรียกลุ่มบาซิลลัส

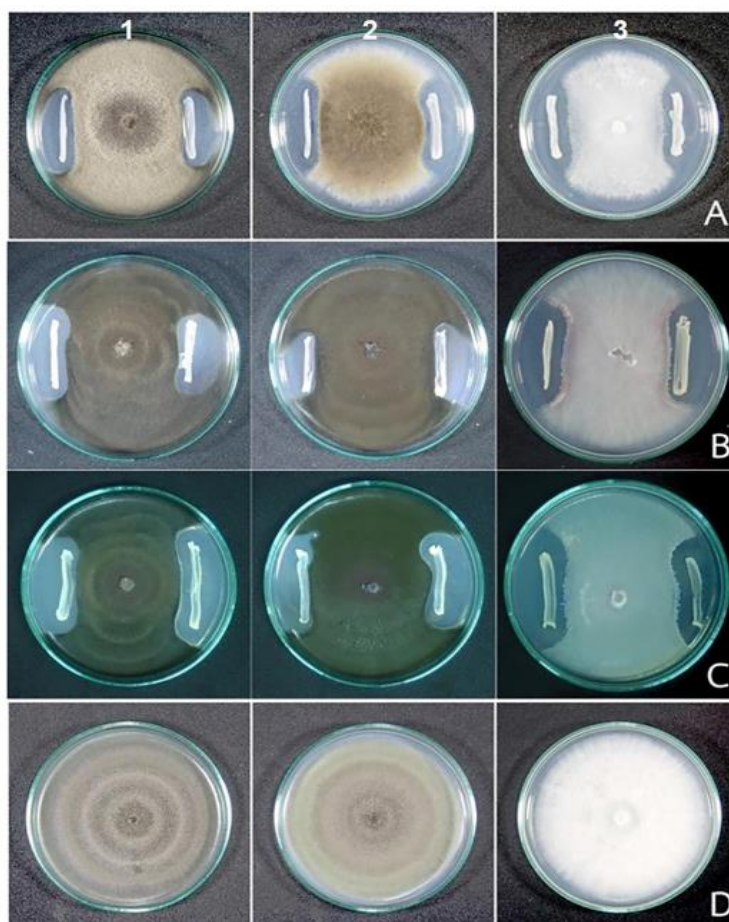
เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram-positive) มีรูปร่างเป็นท่อนทรงกระบอก (Rod shape) อาจเป็นท่อนเดี่ยวหรือต่อกันเป็นสาย มีขนาด $0.5-2.5 \times 1.2-10$ ไมโครเมตร หรือ $0.3-2.2 \times 0.7-1.2$ ไมโครเมตร (ดวงพร, 2537) ต้องการออกซิเจนในการหายใจ บางครั้งสามารถเจริญได้ดีในที่ไม่มีออกซิเจน (Facultative anaerobe) 1 เซลล์ต่อ 1 สปอร์ ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เจริญได้ในอาหารหลายชนิด เติบโตในอุณหภูมิปกติ และ pH เป็นกลาง สามารถผลิตเอนไซม์หลายชนิด เช่น ไคตินเนส (Chitinase) ไคโตซานเนส (Chitosanase) ไลเปส (Lipase) ลามินาติเนส (Laminatinase) และโปรติเอส (Protinase) เคลื่อนที่ได้ด้วย Peritrichous flagella และ *Bacillus* spp. สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้หลายชนิด เช่น Bacitracin ผลิตจาก *B. licheniformis* สาร Polymyxin ผลิตจาก *B. polymyxa* สาร Gramicidin และสาร Tyrocidine ผลิตจาก *B. brevis* และสาร Subtitin และ Bacilycin ผลิตจาก *B. subtilis* การศึกษาลำดับ DNA base (DNA sequence) ในแบคทีเรียสกุล *Bacillus* spp. มีความแตกต่างกันอย่างมากมีเปอร์เซ็นต์ G+C content มีความแปรปรวนตั้งแต่ 33 เปอร์เซ็นต์ ใน *B. anthracis* จนถึง 69 เปอร์เซ็นต์ในแบคทีเรีย *B. thermocatenulatus* ซึ่งสูงกว่าความแปรปรวนของลักษณะภายในสกุล ปกติความแปรปรวนของลักษณะในสกุลไม่ควรเกิน 15 เปอร์เซ็นต์ (Rosovitz *et al.* 1998)



ที่มา: ปิยรัตน์ (2561)

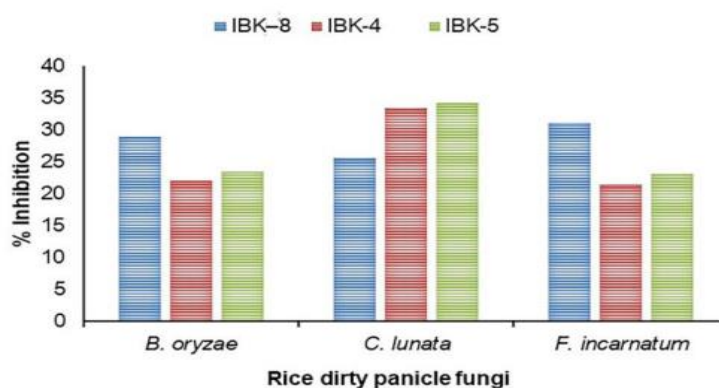
ภาพที่ 1 ลักษณะรูปร่างของ แบคทีเรีย *Bacillus* spp. กำลังขยาย 1,000 เท่า

Jintana *et al.* (2021) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่แยกได้จากปารุในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างข้าวประเทศไทย ได้สำรวจและสุ่มตัวอย่างดินในปี 2560-2561 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพความเป็นปฏิปักษ์ของแบคทีเรีย ที่แยกได้จากปารุในประเทศไทย สามารถแยกแบคทีเรียได้ทั้งหมด 513 ไอโซเลท และเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างข้าว 3 ไอโซเลท ได้แก่ *B. oryzae* (NPT0508) *C. lunata* (SPB0627) และ *F. incarnatum* (SKA06131) ทำการคัดเลือกแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างโดยใช้วิธีการ Dual culture method (ภาพที่ 2) และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราผลการศึกษาพบว่าแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ (IBK-4, IBK-8 และ IBK -5) จากทั้งหมด 513 สายพันธุ์มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างทั้ง 3 ชนิดได้สูงที่สุดคือ *C. lunata* (0-34.55%) *B. oryzae* (0-38,78%) และ *F. incarnatum* (0-34.97%) (ภาพที่ 3)



ที่มา: Jintana *et al.* (2021)

ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่เป็นปฏิปักษ์ต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างข้าว A: IBK-8; B: IBK-4; C: IBK-5 and D: Control (fungi); 1: *B. oryzae* NPT0508; 2: *C. lunata* SPB0627 และ 3: *F. incarnatum* SKA06131



ที่มา: Jintana *et al.* (2021)

ภาพที่ 3 เปอร์เซนต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างข้าว 3 ไอโซเลท *B. oryzae* NPT0508, *C. lunata* SPB0627, *F. incarnatum* SKA06131 โดยแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ (IBK-8, IBK-4, IBK-5) โดยวิธี Dual Culture Tests

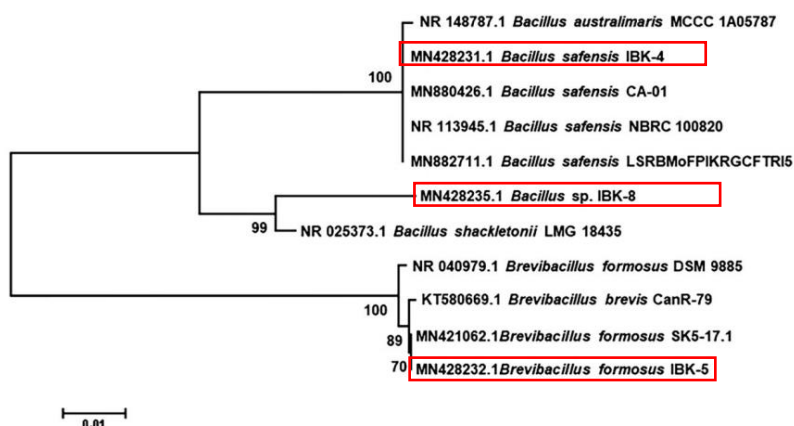
การทดสอบการเกิดโรคในข้าวโดยการเตรียมเชื้อบนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง (25-28°C) เป็นเวลา 7 วัน และเตรียมเชื้อแบคทีเรีย IBK-8, IBK4 และ IBK-5 เพาะเลี้ยงบนอาหาร NB เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวัดความเข้มข้นของแบคทีเรียด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ 600 นาโนเมตร แล้วปรับเป็น O.D. 1.1-1.2 ด้วย 10^8 CFU/ml. (Schaad *et al.*, 2001) จากนั้นทำการฉีดพ่นด้วย IBK-8, IBK-4 และ IBK-5 จากนั้นฉีดพ่นเชื้อราสาเหตุโรค (SPB0627) ถูกเพาะเชื้อบนข้าวพันธุ์กข. 47 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอ ในระยะตั้งท้องข้าวโดยใช้สปอร์แขวนลอย (105 สปอร์/มล.) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยพ่นบนรวงข้าว 3 รวง/ต้น จำนวน 5 ต้น การประเมินโรคทำได้โดยนำเมล็ดที่ได้จาก 15 รวง แล้วสุ่มเลือก 400 เมล็ด 5 ครั้ง เพื่อการประเมินความรุนแรงของโรคได้ดำเนินการที่ 21 วัน หลังการฉีดพ่นเชื้อสาเหตุโรค ผลการทดลองพบว่าแบคทีเรียไอโซเลท IBK-8 สามารถควบคุมการเกิดโรคเมล็ดต่างข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *B. oryzae* NPT0508 (27.6%), *C. tunata* SPB0627 (22.6%) และ *F. Incanctum* SKA06131 (19.40%) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความรุนแรงของโรคและอัตราการเกิดโรคหลังฉีดพ่นด้วย *B. oryzae* NPT0508, *C. lunata* SPB0627, *F. incarnatum* SKA06131 และกรรมวิธีที่ใช้แบคทีเรียที่เป็นปฏิปักษ์สายพันธุ์ IBK-4, IBK-5, IBK-8 ภายใต้โรงเรือน

Treatment	Disease severity (%)	Disease index (%)
<i>B. oryzae</i> NPT0508 + IBK-4	32.4	30.60c
<i>B. oryzae</i> NPT0508 + IBK-5	36.2	32.60c
<i>B. oryzae</i> 9NPT0508 + IBK-8	30.6	27.60d
<i>B. oryzae</i> NPT0508	45.0	44.60a
C.V. (%)		4.2259
<i>C. lunata</i> SPB0627 + IBK-4	28.2	23.60c
<i>C. lunata</i> SPB0627 + IBK-5	34.7	33.20b
<i>C. lunata</i> SPB0627 + IBK-8	25.1	22.00c
<i>C. lunata</i> SPB0627	46.3	45.40a
C.V. (%)		4.8175
<i>F. incarnatum</i> SKA0627 + IBK-4	30.8	28.20b
<i>F. incarnatum</i> SKA0627 + IBK-5	27.7	25.00c
<i>F. incarnatum</i> SKA0627 + IBK-8	23.8	19.40d
<i>F. incarnatum</i> SKA0627	33.9	32.00a
C.V. (%)		5.7962

ที่มา: Jintana *et al.* (2021)

แบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์มีการยืนยันการจำแนกโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลำดับนิวคลีโอไทด์ถูกระบุว่าเป็น *Bacillus* (IBK-4 และ IBK-8) *Bacillus* (IBK-5) ตามการจัดลำดับ 16S rRNA (ภาพที่ 4) จากนั้นจึงประเมินทั้ง 3 สายพันธุ์ในพันธุ์ข้าวพบว่า *Bacillus* สายพันธุ์ IBK-8 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมการพัฒนาของโรคตามที่ได้สังเกตได้จากความรุนแรงและดัชนีของโรค



ที่มา: Jintana *et al.* (2021)

ภาพที่ 4 แผนผังต้นไม้วิวัฒนาการของแบคทีเรียที่แยกได้จากปาฟรุ เปรียบเทียบฐานข้อมูล GenBank ตามการวิเคราะห์ลำดับของ 16S rRNA โดยใช้วิธี Neighborjoining method ใน MEGA 7

รัตน์พร และเพชรรัตน์ (2021) การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีฤทธิ์กว้างสำหรับควบคุมโรคเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวในห้องปฏิบัติการ ดำเนินงานทดลองโดยนำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* spp. 2 ไอโซเลท ได้แก่ *Streptomyces* PR87, *Streptomyces*-PR15 และเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. จำนวน 9 ไอโซเลท ได้แก่ *Bacillus*-MS4, *Bacillus*-Ba029, *Bacillus*-S32, *Bacillus*-Ba033, *Bacillus*-NTS3, *Bacillus*-BS, *Bacillus*-BK, *Bacillus*-PSK และ *Bacillus*-Ba037N มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคข้าวที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *Fusarium fujikuroi*-FURS017, *Fusarium proliferatum* FUSR002, *Fusarium* spp. - FUSR021, *Bipolaris oryzae*-BiKD5, *Curvularia lunata*-CurRD, *Alternaria padwickii* AlKD5 และ *Rhizoctonia oryzae*-Rhi-SMN1 โดยวิธี dual culture bioassay พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. จัดเรียงลำดับเชื้อที่มีศักยภาพมากที่สุดมีฤทธิ์กว้างควบคุมเชื้อสาเหตุโรคได้ทั้ง 7 ไอโซเลท คือ *Bacillus*-MS4 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ในช่วง 71.93% ขึ้นอยู่กับชนิดเชื้อราสาเหตุโรคข้าวที่นำมาทดสอบ รองลงมาอันดับสองคือ *Bacillus*-Ba029 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคข้าวอยู่ในช่วง 80.23% และลำดับที่สามมีหลายไอโซเลท ที่ระดับการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคได้ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ หรือแตกต่างกันเล็กน้อย ได้แก่ *Bacillus*-NTS3 ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ในช่วง 69.64%, *Bacillus*-Ba033 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ในช่วง 67.97%, *Bacillus*-BS มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ในช่วง 66.57% , *Bacillus*-S32 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ในช่วง 69.92% และ *Bacillus*-BK มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ในช่วง 66.56% (ตารางที่ 2)

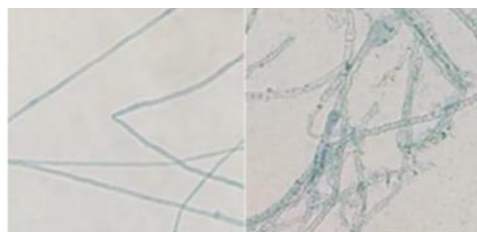
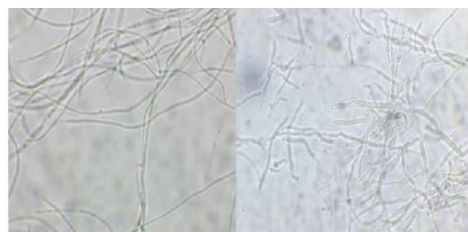
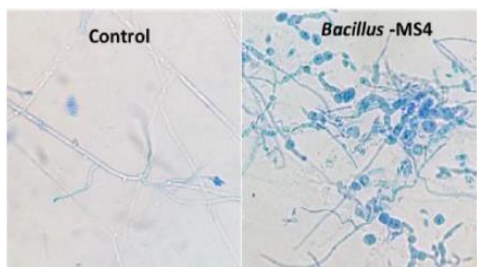
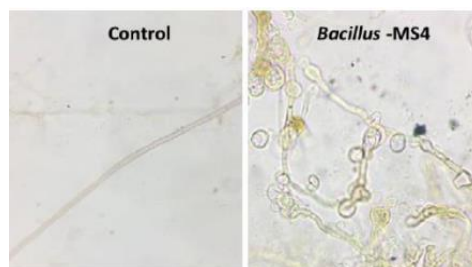
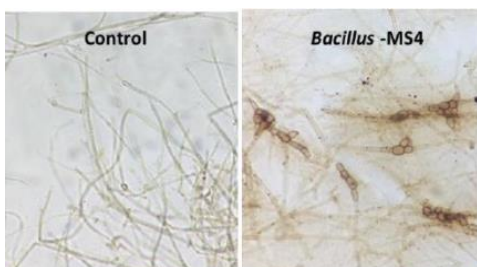
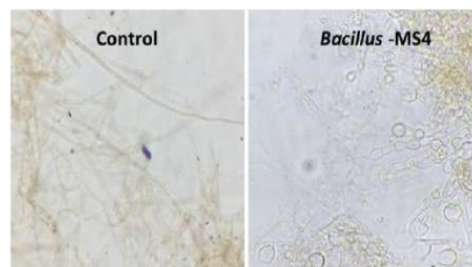
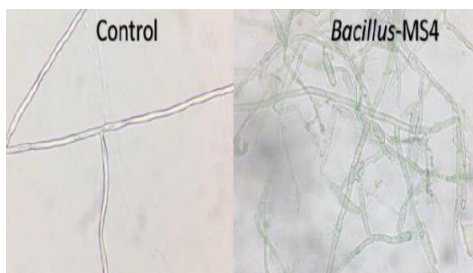
ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยบน *Fusarium fujikuroi* FUSR017, *Fusarium periferatum*-FUSR002, *Fusarium* spp.-FUSR021, *Bipolaris oryzae*-BiKD, *Curvularia lunata*-CurRD, *Alternaria padwickii*-AlKD5 และ *Rhizoctonia oryzae*-Rhi-SMN1 โดย *Streptomyces* spp. และ *Bacillus* spp. ที่เป็นปฏิปักษ์ โดยวิธี Dual Culture Bioassay บน PDA เป็นเวลา 7 วัน

Antagonists	Inhibition of mycelium growth (%) ^{1/} of pathogenic fungi						
	FUSR017	FUSR002	FUSR021	BiKD5	CurRD	AlKD5	Rhi-SMN1
Control	0.00 g	0.00 e	0.00 f	0.00 h	0.00 h	0.00 h	0.00 d
<i>Streptomyces</i> -PR87	45.12 e	0.00 ² e	50.79 c	24.69 e	49.38 d	57.65 e	0.00 ² d
<i>Streptomyces</i> -PR15	7.96 f	0.00 ² e	48.75 d	20.48 f	45.00 e	58.19 e	0.00 ² d
<i>Bacillus</i> -PSK	0.00 g	0.00 e	2.04 e	8.08 g	19.69 g	46.75 g	0.00 d
<i>Bacillus</i> -Ba037N	0.00 g	0.00 e	2.73 e	10.54 g	27.19 f	53.75 f	0.00 d
<i>Bacillus</i> -NTS3	56.71 b	62.16 d	62.73 b	46.24 c	59.07 c	69.64 ab	64.77 b
<i>Bacillus</i> -BK	54.55 d	62.61 bcd	62.39 b	39.56 d	66.56 b	65.47 d	60.91 c
<i>Bacillus</i> -MS4	71.93 a	63.3. b	79.89 a	65.71 a	67.82 b	70.75 a	67.50 a
<i>Bacillus</i> -BS	54.89 cd	62.62 bcd	62.27 b	43.02 cd	65.63 b	66.57 a	64.09 b
<i>Bacillus</i> -Ba029	57.16 b	64.09 a	80.23 a	44.54 c	72.19 a	66.57 cd	64.55 b
<i>Bacillus</i> -S32	56.36 bc	62.39 cd	62.39 b	58.65 b	66.88 b	67.40 cd	60.00 c
<i>Bacillus</i> -Ba033	54.66 cd	63.07 bc	61.93 b	58.95 b	66.25	67.97 bc	60.68 c
F-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.14	1.50	1.66	7.99	3.06	2.34	3.65

ที่มา: รัตนาพร และเพชรรัตน์ (2021)

ประเมินผลกระทบของสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่ปลดปล่อยออกจากเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์โดยอ้อมได้ โดยสังเกตจากลักษณะของเส้นใยใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า สารทุติยภูมิจากเชื้อปฏิปักษ์แต่ละไอโซเลทมีผลกระทบต่อเส้นใยเชื้อราทดสอบในลักษณะที่สอดคล้องไปกับการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคข้าว โดยเชื้อปฏิปักษ์แต่ละไอโซเลทเมื่อตรวจสอบที่ 7 วัน หลังจากบ่มเชื้อร่วมกัน พบว่าเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคในบริเวณที่เกิดแนวยับยั้งนั้นมีลักษณะที่ผิดปกติ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไปในลักษณะบวมพองเสียวปร่าง เส้นใยบิดงอ หรือเส้นใยมีผนังหนาสีเข้มมากขึ้น และบวมพองด้วยในอัตราที่มากกว่าเส้นใยปกติในชุดควบคุม ในกรรมวิธีที่ใช้เชื้อปฏิปักษ์ *Bacillus*-MS4 มีระดับการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคที่รุนแรงชัดเจนมากกว่าเชื้อปฏิปักษ์ไอโซเลทที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ต่ำกว่า (ภาพที่ 5) ส่วนเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyce*PR87 และ *Streptomyce*-PR15 ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *F. fujikuroi* -FUSR017, *Fusarium* sp.-FUSR021, *B. oryzae* -BiKD 5, *C. lunata* -CurRD และ *A. Padwickii*-ALKD5 ได้อย่างชัดเจน โดยเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะบวมพอง บิดงอ หรือเส้นใยมีผนังสีเข้มมากขึ้นและบวมพองเช่นเดียวกับที่พบใน *Bacillus*-MS4 และยังพบว่าแม้แต่ในกรรมวิธีที่ทดสอบกับเชื้อรา *F. proliferatum* -FUSR002 และ *R. oryzae*-Rhi-SMN1 ซึ่งยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้เล็กน้อยนั้นเมื่อนำเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคทั้ง 2 ไอโซเลทซึ่งเจริญได้บ้าง ใกล้เคียงกับชั้นวันที่แบคทีเรียปฏิปักษ์เจริญอยู่ไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ก็พบว่าเส้นใยมีการบวมพองเช่นเดียวกัน

บังอร และคณะ (2018) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif สูตรผงเปียกน้ำในการควบคุมโรคเมล็ดต่างและการเพิ่มผลผลิตของข้าว ในแปลงปลูกขนาดเล็ก 1 x 3 ตารางเมตร พ่นบนต้นข้าว 3 ครั้ง คือ ก่อนปลูกเชื้อสาเหตุโรค 7 วัน หลังปลูกเชื้อสาเหตุโรคที่ 7 และ 14 วัน โดยใช้ชีวภัณฑ์ในอัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร โดยประเมินบนรวงข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยว หลังนวดเมล็ดจากรวงข้าวแล้วสุ่มเมล็ดข้าวมาชั่งตัวอย่างละ 10 กรัม นับจำนวนเมล็ดดี เมล็ดต่าง และเมล็ดลีบ โดยชั่งเมล็ดข้าวกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ จากนั้นคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อจำนวนเมล็ดทั้งหมด ตรวจสอบคุณภาพการขัดสี โดยบันทึกน้ำหนักของข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหัก หลังจากการขัดสีข้าวเปลือกเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้ RRK1-Rif มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีที่ใช้ RRK1-Rif สูตร 1 (Sk+Ps3) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุด คือ 87.49 % และมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ Ta สูตร 2 (Sk+Ps3) กรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ลามิน่า (Sk+Ps3) และการใช้สารเคมี (Ps3) อย่างมีนัยสำคัญ การตรวจเปอร์เซ็นต์เมล็ดต่าง พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ RRK1-Rif สูตร 1 (Sk+Ps3) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดต่างน้อยที่สุด 7.86% ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ลามิน่า (Sk+Ps3) (11.00%) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3)

(a) *Fusarium fujikuroi* -FUSR017(b) *Fusarium proliferatum* -FUSR002(c) *Fusarium* spp.-FUSR021(d) *Bipolaris oryzae* -BiKD5(e) *Curvularia lunata* -CurRD(f) *Alternaria padwickii* -AlKD5(g) *Rhizoctonia oryzae*-Rhi-SMN1

ที่มา: รัตนาพร และเพชรรัตน์ (2021)

ภาพที่ 5 การสังเกตการเจริญเติบโตที่ผิดปกติของเส้นใยที่ทำให้เกิดโรคด้วยกล้องจุลทรรศน์จากบริเวณการยับยั้งหลังจากเพาะเลี้ยงร่วมกับ *Bacillus*-MS4 ที่เป็นปฏิปักษ์ (ฝ่งขาว) กับเส้นใยปกติในกรรมวิธีกลุ่มควบคุม (ฝ่งซ้าย)

ตารางที่ 3 ผลของ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif ต่อการเกิดโรคเมล็ดต่างข้าว และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ เมล็ดดี เมล็ดต่าง และเมล็ดลีบ (ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1)

Treatments	Dirty panicle Disease incidence (%) ^{1/}	Healthy Seed (%) ^{2/}	Dirty panicle Infected seed (%) ^{2/}	Empty Seed (%) ^{2/}
RRK1-Rif1 (Sk ^{4/} +Ps3 ^{5/})	1.48 ^{e3/} (-37.02%)	87.49 ^a (+11.27%) ^{6/}	7.86 ^c (-32.71%)	4.66 ^{fg} (-51.68%)
RRK1-Rif2 (Sk+Ps3)	1.91 ^{b-d} (-18.72%) ^{6/}	84.10 ^b (+6.96%)	10.36 ^{ab} (-11.20%)	5.54 ^{ef} (-42.58%)
RRK1-Rif1 (Sk)	1.93 ^{bc} (-17.87%)	84.21 ^b (+7.10%)	9.50 ^{bc} (-18.81%)	6.31 ^{de} (-34.54%)
RRK1-Rif2 (Sk)	1.95 ^b (-17.02%)	83.38 ^b (+6.05%)	9.40 ^{bc} (-19.48%)	7.22 ^{cd} (-25.15%)
RRK1-Rif1 (Sk+Ps1 ^{7/})	1.91 ^{b-d} (-18.72%)	84.38 ^b (+7.32%)	10.46 ^{ac} (-3.73%)	4.33 ^g (-55.11%)
RRK1-Rif2 (Sk+Ps1)	1.90 ^{b-d} (-19.15%)	84.01 ^b (+6.85%)	11.29 ^{ab} (-3.29%)	4.85 ^{fg} (-49.65%)
Ta 2 ^{8/} (Sk+Ps3)	1.66 ^{cd} (-29.36%)	81.77 ^b (+4.00%)	10.19 ^{ab} (-12.72%)	8.04 ^{bc} (-16.58%)
(Larminar®) (Sk+Ps3)	1.68 ^{c-d} (-28.51%)	84.62 ^{bc} (+7.32%)	11.00 ^{ab} (-5.75%)	4.38 ^g (-54.55%)
Validamycin (Ps3)	1.72 ^{b-e} (-18.72%)	81.76 ^b (+3.99%)	9.05 ^{bc} (-16.92%)	8.74 ^{ab} (-9.38%)
Control (+R. solani)	-2.35 ^a -	78.63 ^c -	11.67 ^a -	9.64 ^a -
Control (-R. solani)	1.55 ^e (-34.04%)	83.19 ^b (+5.81%)	10.75 ^{ab} (-7.88%)	6.05 ^e (-37.23%)
C.V. (%)	10.07	2.46	13.76	12.26

^{1/} ร้อยละของการเกิดโรคเมล็ดต่างข้าวทำการทดลองซ้ำ 4 ซ้ำ/ทรีตเมนต์ ^{2/} เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดดี, เมล็ดต่าง และเมล็ดลีบ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ/ทรีตเมนต์ (10 กรัม/ซ้ำ); ^{3/} ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรตัวเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (LSD) (P<0.05) ^{4/}SK=แช่เมล็ด; ^{5/}Ps3= พืชที่ฉีดพ่นด้วย 3 อย่าง ^{6/}เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือ ลดลง (-) ของการฉีดพ่นแต่ละครั้งเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

^{7/}Ps1 = พืชที่ฉีด 1 อย่าง ^{8/}Ta2 = ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจาก *Trichoderma asperellum* CB-Pin-01 สูตร 2

ที่มา: บังอร (2018)

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่แยกได้จากดินในป่าพรุเพื่อควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่างข้าวประเทศไทย พบว่า แบคทีเรียไอโซเลท IBK 8 สามารถควบคุมการเกิดโรคเมล็ดต่างข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *B. oryzae* NPT0508 (27.6%), *C. tunata* SPB0627 (22.6%) และ *F. Incanctum* SKA06131 (19.40%) และเมื่อนำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในกลุ่มของ *Streptomyces* spp. 2 ไอโซเลท ได้แก่ *Streptomyces* PR87, *Streptomyces*-PR15 และเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์กลุ่ม *Bacillus* spp. จำนวน 9 ไอโซเลท ได้แก่ *Bacillus*-MS4, *Bacillus*-Ba029, *Bacillus*-S32, *Bacillus*-Ba033, *Bacillus*-NTS3, *Bacillus*-BS, *Bacillus*-BK, *Bacillus*-PSK และ *Bacillus*-Ba037N ทดสอบความสามารถในการยับยั้งเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์กลุ่ม *Bacillus* spp. มีศักยภาพมากที่สุดในควบคุมเชื้อสาเหตุโรคได้ คือ *Bacillus*-MS4 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ในช่วง 71.93% จากการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif ในการควบคุมโรคเมล็ดต่างและการเพิ่มผลผลิตของข้าวพบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif ทำให้ผลผลิตข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีที่ใช้ RRK1-Rif สูตร 1 (Sk+Ps3) มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุดที่สุด คือ 87.49 % และมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ Ta สูตร 2 (Sk+Ps3) กรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ลามีนา (Sk+Ps3) และการใช้สารเคมี (Ps3)

เอกสารอ้างอิง

- กฤติเดช อนันต์ และดุสิต อธิวัฒน์. 2559. การพัฒนาชีวภัณฑ์จาก *Bacillus subtilis* TU-Orga1 เพื่อควบคุมโรคที่สำคัญของผักคะน้า. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(5): 779-812.
- กวินธรรพ์ บุปผา, เทตศักดิ์ สวัสดิ์สุข, รัศมี ฐิติเกียรติพงศ์, ศิริพร กออินทรศักดิ์ และจินตนา อันอาตมงาม. 2559. การสำรวจโรคเมล็ดต่างข้าวที่เกิดจากเชื้อราและการพัฒนาวิธีการประเมินโรคในสภาพโรงเรือน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 47(3): 339-349.
- บังอร น้อยไสย, จิรเดช แจ่มสว่าง และวรรณวิไล อินทนู. 2561. ประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif สูตรผงเปียกน้ำในการควบคุมโรคกาบใบแห้งและโรคเมล็ดต่างและการเพิ่มผลผลิตของข้าว. วารสารแก่นเกษตร 46(4): 633-642.
- ปิยรัตน์ นามเสมา. 2561. การคัดเลือกแบคทีเรีย *Bacillus* spp. จากดินที่มีคุณสมบัติเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อราก่อโรคพืชในป่าชุมชน ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- รัตนพร รัฐเมือง และเพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. 2564. การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีฤทธิ์กว้างสำหรับควบคุมโรคขอบใบแห้งและโรคเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวให้องค์การบริหาร. วารสารแก่นเกษตร 49(6): 1474-1486.
- วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ, นวลศิริ สืบบุญมี, ไสวบุรณพานิชพันธุ์, ปภพ สินชยกุล และจิราพร กุลสาริน. 2559. ประสิทธิภาพสารพางชนิดในการเก็บรักษาเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* MRT-PCH 048 เพื่อควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. วารสารเกษตร. 34(2): 227-234.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ข้าว: สถิติการส่งออก ปี 2564. แหล่งที่มา: http://www.impexp.oae.go.th/workflow/export_report.php. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2565.
- สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2560. โรคเมล็ดต่าง. แหล่งที่มา: http://www.brrd.in.th/rkb2/enemy_khao/index.php-file. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2565.
- หฤษฎ์ นิรมรักษา. 2561. การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma harzianum* เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพสำหรับควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช. วารสารวิจัยรามคำแหง (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 21(1): 13-28.
- Unartngam, J., T. Naunnet, S. Sangsuk, O. Chountragoon, C. Kerdkhong and M. Tantirungkij. 2021. Effectiveness of Bacteria Isolated from Peat Swamp Forests to Control Rice Dirty Panicle Fungi in Thailand. AGRIVITA Journal of Agricultural Science. 43(2): 262-272.