

การยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้และส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวต่างพันธุ์
ด้วยแบคทีเรีย

Inhibiting Causal Agent Blast Disease and Growth Promoting of Different
Rice Varieties by Bacteria

¹จุฬาลักษณ์ มุ่งมาตร, ²ดุสิต อธิณวัฒน์, ³วิลาวรรณ เชื้อบุญ

¹Julalak Mungmart, ²Dusit Athinuwat, ³Wilawan Chuaboon

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี

¹Faculty of Science and Technology Thammasat University, Pathum Thani

*ผู้พิมพ์หลัก: julalak.mun@dome.tu.ac.th

*Corresponding author: julalak.mun@dome.tu.ac.th

Received: 8 July, 2024; Revised: 15 July, 2024; Accepted: 16 July, 2024

Abstract

The blast disease outbreaks are a major problem in rice production, caused *Pyricularia grisea* (Sacc.). The objective of this research is to isolate and efficacy test bacteria to inhibit the mycelium growth of *P. grisea* and induce seed germination and seedling vigor. A total of 196 bacteria isolates from leaves, root and rhizosphere were separated into 10 groups according to their morphological characteristics on nutrient glucose agar (NGA). The inhibiting mycelium growth of *P. grisea* strain JM01 by the Dual culture method. The experiment was arranged with a completely randomized design. The results found that the beneficial bacteria strain JMTU02 was most effective in inhibiting the growth of *P. grisea*, up to 55.72.% ($p \leq 0.05$) and in the test of efficiency in inhibiting germ that are infected or contaminated with seeds when compared with chemical control methods (positive control) and autoclave water (negative control). Bacteria strain JMTU02 was still highly effective in promoting germination, plant height, root length, and plant weight of all 4 rice varieties namely RD 15, RD 85, Pathum Thani 1 and Mae Jo 2 between 88-99%, 10.71- 12.33 cm., 1.19-4.64 cm., and plant weight 0.09-0.10 mg., respectively ($p \leq 0.05$).

Keywords: bacteria; *Pyricularia grisea*; blast disease; rice

บทคัดย่อ

การระบาดของศัตรูพืชเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตข้าว โดยเฉพาะโรคใบไหม้สาเหตุจากเชื้อรา *Pyricularia grisea* (Sacc.) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. grisea* สาเหตุโรคไหม้ของข้าว และส่งเสริมความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าข้าว ซึ่งสามารถแยกแบคทีเรียได้ 196 ไอโซเลท จากส่วน ใบ ราก และดินบริเวณรอบราก แบ่งเป็น 10 กลุ่ม ตาม

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา นำมาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *P. grisea* สายพันธุ์ JM01 ด้วยวิธี Dual culture วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์เทียบกับ mancozeb และน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ พบว่า แบคทีเรียสายพันธุ์ JMTU02 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ *P. grisea* สายพันธุ์ JM01 ได้ดีที่สุดถึง 55.72% ($p \leq 0.05$) รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ติดมากับเมล็ด อีกทั้งแบคทีเรียสายพันธุ์ JMTU02 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความงอก ความสูงต้น ความยาวราก และน้ำหนักต้นของข้าวพันธุ์ กข 15, กข 85, ปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 อยู่ระหว่าง 58-95%, 5.62-12.33 เซนติเมตร, 1.19-4.64 เซนติเมตร และน้ำหนักต้น 0.10-0.11 มิลลิกรัม ตามลำดับ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: แบคทีเรีย; *Pyricularia grisea*; โรคไหม้; ข้าว

บทนำ

ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในตระกูลหญ้า (Poaceae หรือ Gramineae) จัดอยู่ในสกุล (Genus) *Oryza* ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรโลกมากกว่า 3 พันล้านคน ส่วนใหญ่เป็นประชากรของประเทศที่กำลังพัฒนา และเป็นอาหารเสริมของประชากรอีกประมาณ 2 พันล้านคน ประมาณ 90% ของผลผลิตข้าวโลกจะมีการผลิตและการบริโภคอยู่ในทวีปเอเชีย (Department of Agriculture, 2005) โดยการผลิตข้าวพบปัญหาการระบาดของโรคข้าวสำคัญหลายชนิดโดยเฉพาะโรคไหม้ที่สามารถทำความเสียหายให้กับผลผลิตได้ในปริมาณเล็กน้อยจนถึงเสียหาย 100% และพันธุ์ข้าวส่วนใหญ่มีความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคไหม้ เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105, กข 53, กข 15 และ กข 6 เป็นต้น (Department of Agricultural Extension, 2021)

โรคไหม้เกิดจากเชื้อรา *Pyricularia grisea* (Sacc.) สามารถเข้าทำลายข้าวได้ทุกส่วนของข้าวที่อยู่เหนือดิน ตั้งแต่ระยะต้นกล้าถึงออกรวง โดยพบว่าเชื้อจะทำลายที่ใบและรวงมากที่สุด ซึ่งผลจะมีขอบเป็นสีน้ำตาลและลักษณะคล้ายกระสวย เมื่อเชื้อเข้าทำลายมากจะทำให้ใบไหม้คล้ายถูกน้ำร้อนลวก ต่อมาใบจะแห้งตายอย่างรวดเร็ว (Chettanachit et al., 2007) โดยโรคไหม้สามารถแพร่กระจายติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ เมื่อนำเมล็ดข้าวไปปลูกอาจทำให้ข้าวที่เจริญเติบโตขึ้นเป็นโรคไหม้ ส่งผลให้ผลผลิตลดลง โดยส่วนใหญ่เน้นเกษตรกรมักใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากให้ผลเร็ว ทำปฏิกิริยากับตำแหน่งเป้าหมายที่มีความจำเพาะเจาะจง ส่งผลให้เชื้อสาเหตุโรคพืชตายอย่างรวดเร็ว (Dethoup, 2018) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหาร และทำให้ดินเสื่อมโทรม การควบคุมโรคพืชด้วยชีววิธีเป็นอีกแนวทางเลือกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น Jungkhun et al. (2017) ได้ศึกษาผลกระทบการเข้าทำลายเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ ด้วยวิธี Dual culture พบว่า เชื้อ *Bacillus amyloliquefaciens* RAB14R มีประสิทธิภาพสูงสุด และศึกษาเทคนิคการพัฒนาชีวภัณฑ์ในรูปแบบ freeze dry โดยใช้น้ำตาลซูโครส 5% มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด ในสภาพแปลงนา และ Jitsuwannarak & Wongcharoen (2016) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของรา เอนโดไฟต์ต่อความรุนแรงของโรคไหม้ข้าว (*Manaportha oryzae*) ด้วยวิธี dual culture พบว่าเชื้อราไอโซเลท FL11 สามารถยับยั้งเส้นใยของ *M. oryzae* ได้อย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามงานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อแบคทีเรียปฏิสัมพันธ์ในการยับยั้งโรคไหม้ของข้าวในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัดและชีวภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ในระดับอุตสาหกรรมยังมีจำนวนน้อยและราคาสูง ดังนั้น การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียในการควบคุมโรคไหม้ข้าวและพัฒนาเป็นชีวผลิตภัณฑ์ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถควบคุมโรคไหม้ข้าวซึ่งเป็น

วิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อสุขภาพของเกษตรกร และเพื่อสุขภาพของผู้บริโภค ตลอดจนสามารถลด หรือ ทดแทนการใช้สารเคมีในระบบการผลิตข้าว

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแบคทีเรียในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. grisea* สาเหตุโรคไหม้ที่ติดมากับเมล็ดข้าวต่างสายพันธุ์ ได้แก่ กข 15, กข 85, กข 87, ปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 และ ประสิทธิภาพในการส่งเสริมการออก และความแข็งแรงของกล้าข้าวต่างพันธุ์เพื่อพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ในรูปแบบ ที่ใช้งานง่ายต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การแยกแบคทีเรีย

โดยแยกจากข้าวที่มีความอุดมสมบูรณ์ไม่แสดงอาการของโรคใด ๆ ด้วยวิธี Leaf wash technique ดัดแปลงจาก Athinuwat et al. (2014) โดยนำส่วน ใบ, ราก และดินบริเวณรอบราก ตัวอย่างละ 1 กรัม แช่ในน้ำ นึ่งฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร หยดสารลดแรงตึงผิว Tween 20 ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 1-2 หยด จากนั้นเขย่าบน เครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 160 รอบ/นาที่ เป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้แบคทีเรียออกมาอยู่ในน้ำ และใช้เป็น stock suspension เจือจางความเข้มข้นด้วยวิธี Ten-fold serial dilution นำส่วนใสที่ความเข้มข้น 10^{-8} โคโลนีต่อ มิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตร กระจายให้ทั่วผิวหน้าอาหาร nutrient glucose agar (NGA) บ่มที่ อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 3^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เลือกลูกโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญมาแยกเชื้อให้บริสุทธิ์เพื่อใช้ในการ ศึกษาขั้นต่อไป

การแยกเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ของข้าวและการทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรค

ทดสอบความสามารถในการก่อโรคตามหลักการของ Koch's Postulation โดยแยกเชื้อราสาเหตุโรค ไหม้ของข้าว ด้วยวิธี Tissue transplanting method ตัดชิ้นส่วนพืชที่แสดงอาการโรคให้มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร โดยให้ 1 ชิ้นมีบริเวณเนื้อเยื่อดีและเนื้อเยื่อที่ติดโรค จากนั้นแช่ใน Ethyl Alcohol 70% 10-15 วินาที เพื่อทำความสะอาด ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูปลอดเชื้อ นำชิ้นส่วนใบพืชที่ผ่านการฆ่าเชื้อข้างต้นวางบน อาหารเลี้ยงเชื้อรา Potato dextrose agar (PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$ นาน 24-48 ชั่วโมง เมื่อเส้นใยเชื้อรา เจริญออกจากบริเวณแผลบนชิ้นส่วนของพืช ให้ทำการแยกเชื้อราโดยเลี้ยงบนอาหาร PDA เมื่อได้เชื้อบริสุทธิ์แล้ว นำมาสังเกตลักษณะของเส้นใยที่เลี้ยงบนอาหาร PDA และสังเกตลักษณะของ conidia ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อระบุเชื้อสาเหตุโรค แล้วนำมาทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคโดยการพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา ความเข้มข้นเฉลี่ย 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อกระถาง ลงบนต้นข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบ ไหม้ จำนวน 5 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ กข 15, กข 85, กข 87, ปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 อายุ 21 วัน บ่มที่ ความชื้นสัมพัทธ์ 100% ที่อุณหภูมิ $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$ นาน 48 ชั่วโมง ประเมินการเกิดโรคทุก ๆ 24 ชั่วโมง และให้ค่า คะแนนเป็นระดับความรุนแรงของโรค (Jaihom & Parinthawong, 2014) ดังนี้ ระดับ 0 = ไม่มีแผลปรากฏ , ระดับ 1 = เกิดแผลจุดกลมสีน้ำตาลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร, ระดับ 2 = เกิดแผลจุดกลม หรือยาวสีน้ำตาลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.5-1 มิลลิเมตร, ระดับ 3 = เกิดแผลจุดเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1-3 มิลลิเมตร มีจุดสีเทาตรงกลาง, ระดับ 4 = เกิดแผลจุด ขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร แผลสีเทาตรงกลางขอบ แผลสีน้ำตาล, ระดับ 5 = แผลสีเทาเกาะกันเป็นกลุ่มมีขอบแผลสีน้ำตาล และระดับ 6 = เกิดแผลสีเทาถูกลาม ยาวติดต่อกัน ไม่มีขอบแผลที่แน่นอน แต่มีขนาดใหญ่ จากนั้นทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคจากต้นข้าวที่ได้รับการ

ปลูกเชื้อ หากมีลักษณะเช่นเดียวกับที่แยกเชื้อได้ในครั้งแรกแสดงว่าเป็นเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ของข้าวจริง และนำเชื้อราสายพันธุ์ที่รุนแรงที่สุดที่ก่อให้เกิดอาการโรคไหม้รุนแรงและเร็วนำไปทดสอบในการทดลองต่อไป

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. grisea* สาเหตุโรคไหม้

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 plate นำแบคทีเรียที่มีประโยชน์ที่แยกได้จากข้อ 1.1 ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ ด้วยวิธี Dual culture (Chuaboon & Prathuangwong, 2008) บนอาหาร PDA ทำการ streak แบคทีเรียลงบนอาหาร PDA และนำชิ้นเชื้อรา สายพันธุ์ JM01 ที่เจาะด้วย Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร วางขนานกับแบคทีเรียที่มีประโยชน์ โดยให้เชื้อทั้ง 2 อยู่ห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 1 เซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกข้อมูลการยับยั้งหลังทดสอบ 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าเชื้อราในจานอาหารควบคุมเจริญเต็มผิวหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับกรรมวิธีการสารเคมี mancozeb ความเข้มข้น 1500 ppm และกรรมวิธีควบคุมโดยใช้น้ำนิ่งฆ่าเชื้อ นำค่าที่ได้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง คัดแปลงจาก Akaranuchat et al. (2010) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเส้นใย} = ((A-B)/A) \times 100$$

A = ค่าเฉลี่ยการเจริญของเชื้อราบนอาหารเปรียบเทียบ

B = ค่าเฉลี่ยการเจริญของเชื้อราบนอาหารที่มีแบคทีเรีย

การควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ของข้าว

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด ทดสอบด้วยวิธี Blotter test โดยใช้เมล็ดข้าวทดสอบ 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กข 15, กข 85, กข 87, ปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 โดยคลุกเมล็ดข้าวด้วยแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูงสุด 3 สายพันธุ์ จากการทดลองข้อ 2.1 ความเข้มข้นเฉลี่ย 10^8 สปอร์ต่อมิลลิกรัม ในอัตราส่วน เมล็ด 1 กิโลกรัมต่อสารแขวนลอยแบคทีเรีย 10 มิลลิกรัม เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมสารเคมี mancozeb ความเข้มข้น 1500 ppm และ น้ำนิ่งฆ่าเชื้อ โดยกรรมวิธีประกอบด้วย 1) แช่เมล็ดข้าวด้วยน้ำนิ่งเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง 2) แช่เมล็ดข้าวด้วยน้ำสารแขวนลอยแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์ และ 3) แช่เมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วยสารเคมี mancozeb บ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกการเกิดโรคหลังจากเพาะ 14 วัน ประเมินประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ปนเปื้อนมากับเมล็ด ประกอบด้วย เชื้อรา *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp. และ *Aspergillus* spp. โดยตรวจสอบลักษณะเส้นใยและลักษณะ conidia ของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และประเมินการเกิดโรค (Disease incidence) โดยสูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค คัดแปลงจาก Akaranuchat et al. (2010) ดังนี้ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (%) = (จำนวนเมล็ดที่เกิดโรค/จำนวนเมล็ดที่เกิดโรคทั้งหมด) $\times$ 100

ประสิทธิภาพของแบคทีเรียในการส่งเสริมการออกและความแข็งแรงของกล้าข้าว

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด ทดสอบด้วยวิธี Blotter test โดยใช้เมล็ดข้าวทดสอบ 5 พันธุ์ กข 15, กข 85, กข 87, ปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 คลุกเมล็ดข้าวด้วยกรรมวิธีเช่นเดียวกับการทดลองข้อ 2.2 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมด้วยน้ำนิ่งฆ่าเชื้อ และสารเคมี mancozeb โดยประเมินความงอกของเมล็ดและความแข็งแรงของต้นกล้าหลังบ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกเปอร์เซ็นต์ความงอก เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่เกิดโรค (seed rot) ความยาวต้น ความยาวราก และน้ำหนักต้น หลัง

ทดสอบ 7 วัน (Chuaboon et al., 2007) โดยใช้สูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (Akaranuchat et al., 2010) ดังนี้

$$\text{ค่าเปอร์เซ็นต์การงอก (SG) (\%)} = (\text{จำนวนเมล็ดที่งอก/จำนวนเมล็ดที่เพาะทั้งหมด}) \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่เกิดโรค (seed rot) (\%)} = (\text{จำนวนเมล็ดที่เกิดโรคทั้งหมด/จำนวนเมล็ดที่เพาะทั้งหมด}) \times 100$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การแยกแบคทีเรีย

จากผลการทดลอง พบว่า สามารถแยกแบคทีเรียได้ทั้งหมด จำนวน 196 ไอโซเลท เมื่อแบ่งตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนอาหาร NGA มีความหลากหลายและปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ได้ 10 กลุ่ม โดย กลุ่มที่ 1 พบที่ส่วนใบ และดินบริเวณรอบราก มีลักษณะสีขาว ขอบหยัก มีจำนวน 13 ไอโซเลท (คิดเป็นร้อยละ 6.63 ของประชากรเชื้อทั้งหมดที่แยกได้) กลุ่มที่ 2 พบที่ส่วนดินบริเวณรอบราก มีลักษณะแบนราบ สีขาว ขอบหยักและใส 21 ไอโซเลท (ร้อยละ 10.71) กลุ่มที่ 3 พบที่ส่วนใบ และดินบริเวณรอบราก มีลักษณะกลม นูน สีเหลืองขุ่น ขอบเรียบ 14 ไอโซเลท (ร้อยละ 7.14) กลุ่มที่ 4 พบที่ส่วนใบ และดินบริเวณรอบราก มีลักษณะกลม สีขาว มีเส้นใยสีขาวตรงกลางโคโลนี จำนวน 18 ไอโซเลท (ร้อยละ 9.18) กลุ่มที่ 5 พบที่ส่วนราก และดินบริเวณรอบราก มีลักษณะกลม สีส้ม มีเส้นใยสีขาว จำนวน 8 ไอโซเลท (ร้อยละ 4.08) กลุ่มที่ 6 พบที่ส่วนดินบริเวณรอบราก มีรูปร่างไม่แน่นอน สีส้ม ขอบหยัก จำนวน 13 ไอโซเลท (ร้อยละ 6.63) กลุ่มที่ 7 พบที่ส่วนราก และดินบริเวณรอบราก มีลักษณะแบนราบ ขรุขระ สีขาว ขอบหยัก จำนวน 34 ไอโซเลท (ร้อยละ 17.34) กลุ่มที่ 8 พบที่ส่วนดินบริเวณรอบราก มีลักษณะรูปตา นูน สีชมพู ขอบเรียบ จำนวน 10 ไอโซเลท (ร้อยละ 5.10) กลุ่มที่ 9 พบที่ส่วนดินบริเวณรอบราก มีลักษณะแบนราบเป็นปื้น สีขาว ขอบหยัก จำนวน 25 ไอโซเลท (ร้อยละ 12.75) และกลุ่มที่ 10 พบที่ส่วนราก และดินบริเวณรอบราก มีลักษณะแบน ผิวด้าน สีขาว ขอบเรียบ จำนวน 40 ไอโซเลท (ร้อยละ 20.40) (Figure 1) โดยแบคทีเรียที่มีประโยชน์ที่แยกได้ส่วนใหญ่นั้นอยู่บริเวณดินบริเวณรอบราก (rhizosphere) ของข้าว ซึ่งปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์อาศัยอยู่อย่างหนาแน่นที่บริเวณรอบรากพืชเป็นผลมาจากสารที่รากพืชหลั่งออกมา เช่น คาร์โบไฮเดรต กรดอินทรีย์ และกรดอะมิโน ที่เป็นแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ (Dennis et al., 2010) โดยการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่ผิวรากนั้นไม่สม่ำเสมอ แต่เกิดขึ้นเป็นหย่อมๆ ครอบคลุม 15–40% ของพื้นที่รากทั้งหมด ความหนาแน่นและโครงสร้างของจุลินทรีย์บนผิวรากจะถูกกำหนดโดยสารอาหารที่มีอยู่และความแปรปรวนทางเคมีกายภาพทั่วผิวราก สารที่หลั่งจากรากสามารถทำหน้าที่เป็นอาหารและแหล่งดึงดูดจุลินทรีย์ (Danhorn & Faqua, 2007)

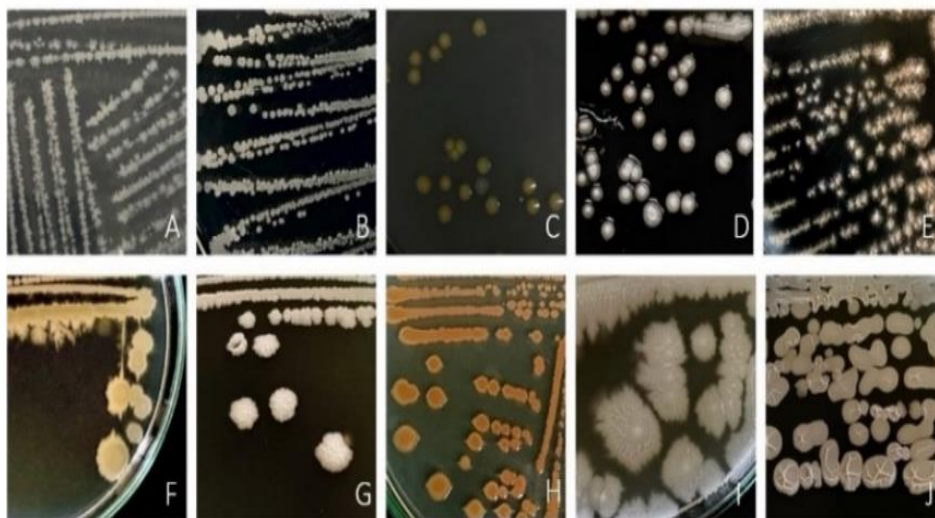


Figure 1 Characteristics of bacteria 10 groups on NGA 48 hr (A-J)

การแยกเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ของข้าวและการทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรค

สามารถแยกเชื้อราที่มีแนวโน้มเป็นเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ของข้าวจากต้นข้าวที่แสดงอาการลักษณะโรคไหม้ซึ่งมีแผลเป็นขีดลักษณะคล้ายกระสวย รอบแผลมีสีน้ำตาล เกิดบริเวณกลางใบถึงปลายใบ จำนวน 1 โอโซเลท มีลักษณะเส้นใยสีเทา-ดำ มีการเจริญแบบแตกกอ ปลายยอดมน ใน conidia ที่มี 3 เซลล์ มีผนังกันชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ou (1985) รายงานว่า conidia ของเชื้อ *P. grisea* มีรูปร่างไม่แน่นอน อาจจะเป็น pyriform หรือ obclavate ปลายยอดมีลักษณะแหลม (tapering) มี 3 เซลล์ บางครั้งมีผนังกัน อาจจะเป็นเว้า (septate) เล็กน้อย มีลักษณะใสหรือไม่มีสี (hyaline) และเมื่อทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรคบนข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคไหม้ จำนวน 5 พันธุ์ทดสอบ ประกอบด้วย พันธุ์ กข 15, กข 85, กข 87, ปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 อายุ 21 วัน พบว่า เชื้อรา *P. grisea* สายพันธุ์ JM01 ที่แยกได้ มีความสามารถในการก่อให้เกิดโรครุนแรง โดยข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 1 และข้าวพันธุ์ กข 15 แสดงอาการโรคระดับ 4 และ 2 ตามลำดับ (Figure 2) หลังปลูกเชื้อเพียง 5 วัน และพันธุ์ แม่โจ้ 2, กข 85 และ กข 87 แสดงอาการของโรคไหม้หลัง 7 วันเป็นต้นไป สอดคล้องกับ Ribot et al. (2008) กล่าวว่า การเกิดโรคไหม้นั้นขึ้นอยู่กับพัฒนาการของระยะต้นข้าวและสรีระของต้นข้าว โดยทั่วไปแล้วใบข้าวที่แสดงอาการของโรคไหม้นั้นจะปรากฏหลังจากได้รับการปลูกเชื้อ 5-7 วัน โดยจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตั้งแต่ใบสีเขียวอ่อนที่มีความไวต่อการสัมผัสของโรคไหม้ ไปจนถึงใบที่มีสีเขียวเข้มที่ไวต่อโรค เกิดแผลเพียงบางส่วนของใบ โดยรอยแผลจะแสดงขอบสีน้ำตาล ซึ่งเป็นลักษณะของโรคไหม้ที่เกิดขึ้นที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไหม้ และเมื่อแยกเชื้อบนใบข้าวที่ถูกปลูกเชื้อ พบว่า เชื้อที่แยกได้ลักษณะตรงกันกับเชื้อราที่ใช้ทดสอบความสามารถในการก่อให้เกิดโรค

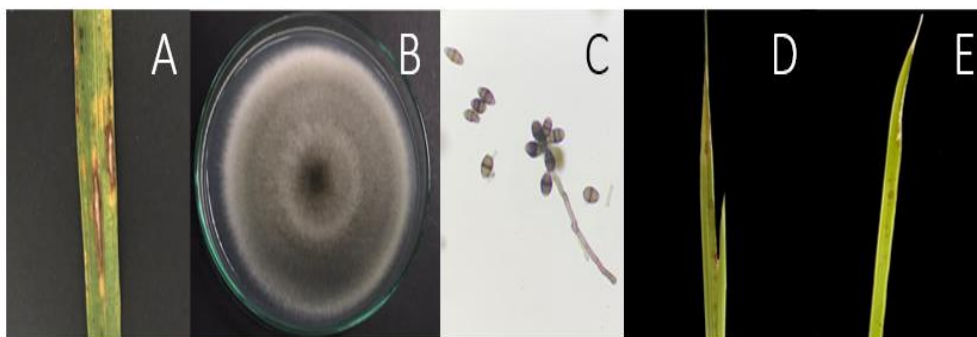


Figure 2 The rice blast disease symptom (A), colony morphology characteristics of *P. grisea* stains JM01 on PDA at room temperature at 7 days. (B) Conidia of *P. grisea* stains JM01 under compound microscope at 40x (C). Pathum Thani 1 shows rice blast disease symptom level 4 (D) and RD 15 shows rice blast disease symptom level 3 (E).

ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคไหม้

จากแบคทีเรียที่มีประโยชน์ที่แยกได้จำนวน 196 ไอโซเลต ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. grisea* สายพันธุ์ JM01 พบว่า แบคทีเรียที่มีประโยชน์ สายพันธุ์ JMTU01 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. grisea* สายพันธุ์ JM01 ได้ดีที่สุด 55.72% (เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อสาเหตุโรคเท่ากับ 3.4 เซนติเมตร) รองลงมาเป็น สายพันธุ์ JMTU02 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคได้ 50.7% (เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อสาเหตุโรค เท่ากับ 3.7 เซนติเมตร) โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ JMTU01 และ JMTU02 สามารถเจริญขยายตัวล้อมรอบเชื้อสาเหตุโรคใหม่และมีการสร้างสารปฏิชีวนะ ซึ่งเป็นสารที่ปล่อยออกมายับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคส่งผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราหูดะงัก (Ulloa-Ogaz et al., 2015) และเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ JMTU03 มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคได้ 40.5% (เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีขนาด 4.5 เซนติเมตร) (Figure 3) โดยแบคทีเรียสองสายพันธุ์นี้เจริญคลุมทับเชื้อสาเหตุโรคด้วยกลไกการแข่งขัน (competition) โดยมีความสามารถในการเจริญแข่งขันกับเชื้อสาเหตุโรคในการหาอาหารและเจริญเติบโตครอบครองพื้นที่ผิวพืชได้เร็วกว่า ทำให้เชื้อโรคพืชไม่สามารถเจริญเติบโตและก่อให้เกิดโรคพืชได้ หรือทำให้เกิดโรคได้น้อยลง (Taweethai, 2010) ซึ่งสอดคล้องกับ Norkaew et al. (2021) ได้รายงานว่เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus amyloliquefaciens* ไอโซเลต RC-1, RR-55 และ SR-31 ที่แยกได้จากดินบริเวณรอบราก สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium fujikuroi* สาเหตุโรคยอดฝักดาบของข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีผลทำให้เส้นใยของเชื้อรา *F. fujikuroi* มีอาการบวมพองได้ และเมื่อทดสอบคุณสมบัติทางเคมีบางประการพบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูโลส อะไมเลส และสร้างไฮโดรโรเฟอร์ได้

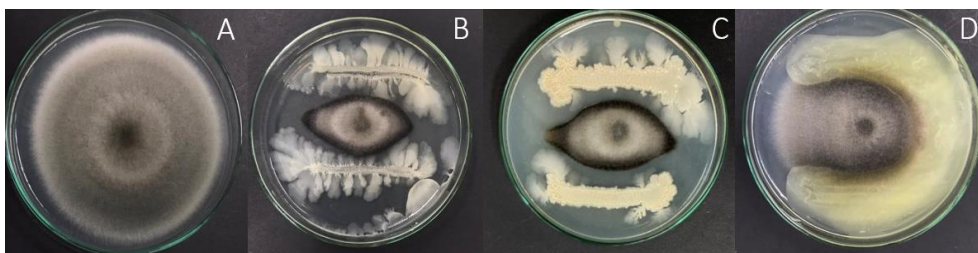


Figure 3 Efficiency of beneficial bacterial strains JMTU01 (B), JMTU02 (C), and JMTU03 (D) isolated from rice inhibited growth of *P. grisea* strain JM01 compared control treatment (A).

ประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ของข้าว

การคลุกเมล็ดข้าวด้วยแบคทีเรียทุกสายพันธุ์ ได้แก่ JMTU01, JMTU02 และ JMTU03 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ โดยจากการวิจัยครั้งนี้พบเชื้อ 4 ชนิด คือ *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp. และ *Aspergillus* spp. (Figure 4) ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวซึ่งตรวจสอบลักษณะเส้นใยและลักษณะ conidia ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อรา *Fusarium* spp. มีลักษณะคล้ายทรงกระบอก ปลายเรียวแหลมและโค้งงอเล็กน้อย และไม่มีสี เช่นเดียวกับ Somrith et al. (2010) ได้กล่าวว่า เชื้อรา *Fusarium* spp. ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคข้าว เชื้อราได้สร้าง microconidium จำนวนมาก และยาวต่อกันเป็นโซ่ แบบ monophialide microconidium รูปไข่ ถึงรูปกระบอก มี 1 เซลล์ ไม่มีสี ในส่วนของ *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp. และ *Aspergillus* spp. มีลักษณะเช่นเดียวกับ Suwan (2012) ที่ได้ศึกษาลักษณะของเชื้อรา *Penicillium* sp. จะสร้าง conidia ต่อกันเป็นลูกโซ่บนก้านที่แตกแขนง ลักษณะของ *Rhizopus* spp. มี sporangium รูปร่างรี ภายในมี sporangiospores จำนวนมาก และ *Aspergillus* spp. จะมีผนังของ conidiophores หยาบและขรุขระมี sterigma แบบชั้นเดียว และมี conidia รูปร่างกลมรีผนังขรุขระ โดยเชื้อราดังกล่าวเป็นเชื้อสาเหตุก่อให้เกิดเมล็ดข้าวเกิดอาการเน่า ทำให้เมล็ดข้าวเกิดความเสียหาย มีความงอก และความแข็งแรงของต้นกล้าต่ำลง โดยสังเกตจากลักษณะเส้นใยและลักษณะ conidia ของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งการศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่แยกได้สามารถยับยั้งเชื้อปนเปื้อนที่ระบาดอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งแบคทีเรียสายพันธุ์ JMTU02 มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ในข้าวทั้ง 3 พันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเทียบเท่าการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช mancozeb โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่ติดมากับเมล็ดข้าวทั้ง 5 พันธุ์ทดสอบระหว่าง 12.50-75.00%, *Penicillium* spp. (12.50-62.50%), *Rhizopus* spp. (4.16-50.00%) และ *Aspergillus* spp. (0.00-16.66%) (Table 1) ในขณะที่พันธุ์ข้าวที่นำมาทดสอบไม่พบการปนเปื้อนหรือติดมาของเชื้อรา *P. grisea* ในเมล็ดข้าวทดสอบทั้ง 5 พันธุ์ ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดข้าวที่ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมีนาคม 2566 ซึ่งอาจเป็นช่วงที่ไม่เกิดการระบาดของโรคไหม้ของข้าว และเมล็ดพันธุ์ข้าวที่นำมาทดสอบไม่ทราบแหล่งผลิตที่แน่นอนซึ่งพื้นที่ดังกล่าวอาจไม่มีการ

ระบาดของโรคใหม่ส่งผลให้เมล็ดข้าวไม่พบโรคสาเหตุโรคใบไหม้บนเปลือกที่เมล็ดพันธุ์ อีกทั้งการจัดการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพจะสามารถลดหรือป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรคมากับเมล็ดข้าวได้มากยิ่งขึ้น

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียกับเมล็ดข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อโรคไหม้ ทั้ง 5 พันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์ กข 15, ปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 ที่คลุกกับแบคทีเรียที่มีประโยชน์ สายพันธุ์ JMTU02 มีประสิทธิภาพสูงสุดในยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ปนเปื้อนติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้ mancozeb ส่วนข้าวพันธุ์ กข 85 และ กข 87 ที่คลุกเมล็ดด้วยน้ำและสารเคมีมีอัตราการงอกสูง และอัตราเกิดโรคต่ำ เนื่องมาจากข้าวพันธุ์ กข 85 และ กข 87 มีการคลุมสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เมล็ดพันธุ์ระหว่างรอจำหน่าย ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารเคมีนั้นสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราที่อาจมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ โดยสารเคมีเหล่านี้นับว่ายับยั้งการเจริญเติบโตของสปอร์เชื้อรา

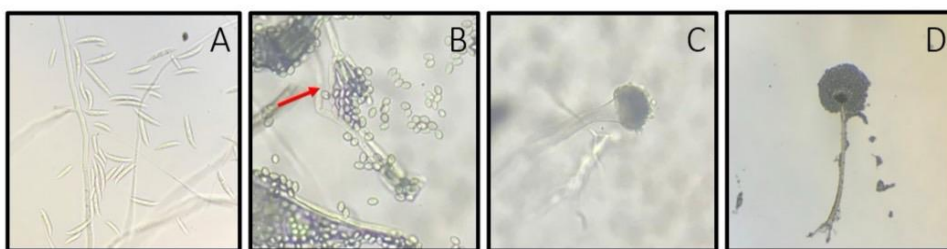


Figure 4 The conidiophore and conidia of *Fusarium* spp. (A), *Penicillium* spp. (B), *Rhizopus* spp. (C) and *Aspergillus* spp. (D) under compound microscope at 40x

ประสิทธิภาพของแบคทีเรียในการส่งเสริมการงอกและความแข็งแรงของกล้าข้าว

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียจำนวน 3 สายพันธุ์ ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว 5 พันธุ์ทดสอบ พบว่า สามารถส่งเสริมการเจริญการงอกของข้าว ตั้งแต่ 58-99% (Table 1) โดยพบว่า การคลุกเมล็ดด้วยแบคทีเรียทั้ง 3 สายพันธุ์ให้ประสิทธิภาพในการส่งเสริมความงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ กข 15 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการคลุกด้วยแบคทีเรีย JMTU02 มีอัตราการงอก 88% มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้ mancozeb ที่มีอัตราการงอก 92% (Table 1) และอัตราการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ กข 15 เมล็ดพันธุ์ที่คลุกกับแบคทีเรีย JMTU02 มีความยาวต้นสูงที่สุด 11.83 เซนติเมตร ในขณะที่ความยาวของรากไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และน้ำหนักของข้าวพันธุ์ กข 15 โดยข้าวที่คลุกกับแบคทีเรีย JMTU02 มีน้ำหนัก 0.09 มิลลิกรัม (Table 2) ในส่วนของข้าวพันธุ์ กข 85 มีความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการใช้ mancozeb มีอัตราการงอกสูงที่สุด 80% (Table 1) และอัตราการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ กข 85 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมล็ดพันธุ์ที่คลุกกับแบคทีเรีย JMTU02 มีความยาวต้น, ความยาวราก และน้ำหนักสูงที่สุดคือ 10.71, 4.26 เซนติเมตร และ 0.10 มิลลิกรัม (Table 2) ข้าวพันธุ์ กข 87 มีความงอก (Table 1) และอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) ในส่วนของข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 1 มีความงอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) และอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยความยาวต้นของพันธุ์ ปทุมธานี 1 เมล็ดพันธุ์ที่คลุกกับแบคทีเรีย JMTU02 มีความยาวต้น และความยาวรากสูงที่สุดคือ

12.33 และ 4.64 เซนติเมตร ตามลำดับ และน้ำหนักของข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 1 มีน้ำหนักไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) และข้าวพันธุ์ แม่โจ้ 2 มีความออกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการคลุกด้วยแบคทีเรีย JMTU02 มีอัตราการงอกสูงสุด 88% รองลงมาเป็นการใช้ mancozeb มีอัตราการงอก 87% (Table 1) และอัตราการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ แม่โจ้ 2 โดยเมล็ดข้าวที่คลุกกับ JMTU02 และ JMTU03 มีความยาวสูงสุด 11.71 และ 11.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ความยาวรากและน้ำหนักของข้าวพันธุ์ ปทุมธานี 1 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2)

Table 1 Efficacy of bacteria inhibited seed born and seed contamination at rice seed cv. RD15, RD85, RD87, Pathum Thani 1, and Mae jo 2^{1/2}

Rice Variety	Treatment	SG (%)	Seed rot (%)	Pathogen incidence (%)			
				F	P	R	A
RD 15	ddH ₂ O	74.00±5.16 ^b	26.00±5.16 ^a	35.17±5.83 ^b	28.57±6.52 ^a	14.28±2.91 ^a	21.42±6.25
	mancozeb	92.00±5.65 ^a	8.00±5.65 ^b	62.5±22.82 ^a	12.50±0.00 ^b	12.50±0.00 ^{ab}	12.50±0.00
	JMTU01	79.00±2.00 ^b	21.00±2.00 ^a	50.00±10.75 ^{ab}	25.00±7.60 ^a	4.16±0.00 ^c	20.83±3.40
	JMTU02	88.00±4.61 ^a	12.00±4.61 ^b	33.33±13.60 ^b	33.33±15.21 ^a	8.33±0.00 ^{bc}	25.00±9.62
	JMTU03	79.00±3.82 ^b	21.00±3.82 ^a	33.33±7.60 ^b	37.50±3.40 ^a	12.50±7.61 ^{ab}	16.66±7.60
	F-test	**	**	*	**	**	ns
	C.V. (%)	5.39	5.23	3.45	3.26	5.17	3.16
RD 85	ddH ₂ O	58.00±6.92 ^d	42.00±6.92 ^a	36.36±5.24	29.54±4.14	15.90±4.14	18.18±4.14
	mancozeb	80.00±3.26 ^a	20.00±3.26 ^d	30.00±9.12	35.00±8.16	20.00±4.08	15.00±5.77
	JMTU01	69.00±3.82 ^{bc}	31.00±3.82 ^{bc}	37.50±9.12	30.00±4.56	12.50±4.56	20.00±2.04
	JMTU02	72.00±3.26 ^b	28.00±3.26 ^c	42.85±6.25	25.00±6.52	17.85±2.91	14.28±2.91
	JMTU03	63.00±5.03 ^{cd}	37.00±5.03 ^{ab}	37.50±7.35	25.00±2.04	17.50±2.04	20.00±2.04
	F-test	**	**	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	6.83	4.79	2.70	1.03	2.91	2.98
RD 87	ddH ₂ O	95.00±7.30	5.00±3.82	12.50±0.00 ^b	62.50±10.20 ^a	25.00±1.20 ^b	0.00±0.00
	mancozeb	98.00±2.30	2.00±2.30	25.00±0.00 ^b	50.00±0.00 ^b	25.00±0.00 ^b	0.00±0.00
	JMTU01	95.00±7.57	5.00±3.82	25.00±0.00 ^b	25.00±0.00 ^c	50.00±2.41 ^a	0.00±0.00
	JMTU02	99.00±3.82	1.00±2.06	50.00±20.41 ^a	25.00±0.00 ^c	25.00±0.00 ^b	0.00±0.00
	JMTU03	92.00±3.26	8.00±7.57	25.00±14.43 ^b	25.00±0.00 ^c	50.00±1.20 ^a	0.00±0.00
	F-test	ns	ns	**	**	**	ns
	C.V. (%)	5.77	6.93	4.65	1.08	3.94	0.00
Pathum Thani 1	ddH ₂ O	84.00±8.64	20.00±7.30 ^a	50.00±14.71 ^b	40.00±4.08 ^a	10.00±4.08 ^c	0.00±0.00
	mancozeb	92.00±3.26	8.00±3.26 ^c	37.00±10.20 ^b	25.00±10.20 ^{bc}	37.50±1.20 ^a	0.00±0.00
	JMTU01	84.00±8.64	16.00±8.64 ^{ab}	43.75±7.21 ^b	31.25±11.41 ^{ab}	25.00±7.21 ^b	0.00±0.00
	JMTU02	95.00±3.82	5.00±3.82 ^{bc}	75.00±22.81 ^a	12.50±0.00 ^c	12.50±0.00 ^c	0.00±0.00
	JMTU03	85.00±3.82	15.00±3.82 ^{ab}	50.00±5.10 ^b	31.25±11.41 ^{ab}	18.75±5.10 ^{bc}	0.00±0.00
	F-test	ns	*	*	**	**	ns
	C.V. (%)	6.99	5.28	6.46	3.18	3.4	0.00
Mae jo 2	ddH ₂ O	78.00±4.00 ^b	22.00±4.00 ^a	37.50±3.40 ^c	37.50±7.60	12.50±3.40	12.50±3.40 ^a
	mancozeb	87.00±2.00 ^a	13.00±2.00 ^b	56.25±11.41 ^a	25.00±11.41	12.50±5.10	6.25±0.00 ^b
	JMTU01	82.00±2.30 ^b	18.00±2.30 ^a	55.00±9.12 ^{ab}	20.00±8.16	10.00±5.77	15.00±0.00 ^a
	JMTU02	88.00±3.26 ^a	12.00±3.26 ^b	41.66±9.62 ^{bc}	25.00±9.62	16.66±6.80	16.66±6.80 ^a
	JMTU03	80.00±3.26 ^b	20.00±3.26 ^a	45.00±9.12 ^{abc}	20.00±4.08	20.00±4.08	15.00±4.08 ^a
	F-test	**	**	*	ns	ns	*
	C.V. (%)	3.68	7.97	1.02	3.46	3.10	29.51

^{1/2}Means in a same column followed by the different letters are significantly different by CRD ($p \leq 0.05$, *), ($p \leq 0.01$, **), ns is not significantly), ddH₂O=distilled water, SG=Seed germination, F=*Fusarium* spp., P=*Pennicillium* spp., R=*Rhizopus* spp., and A=*Aspergillus* spp.

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรีย สายพันธุ์ JMTU02 สามารถควบคุมโรคใบไหม้ในข้าวที่มีสาเหตุมาจาก *P. grisea* สายพันธุ์ JM01 ได้ดีเทียบเท่ากับการใช้สารเคมี mancozeb นอกจากนี้ยังมีการรายงานอีกด้วยว่า เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดนอกจากจะสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคได้แล้วยังมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้อีกด้วย เช่น Naureen et al. (2009) ได้รายงานว่แบคทีเรียที่แยกได้จากบริเวณรากของต้นข้าวที่ปลูกในดินเค็ม สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า และสามารถยับยั้งโรคใบไหม้ได้ รวมทั้งมีความสามารถในการป้องกันโรคอื่น ๆ ของข้าวได้ด้วย Buachard et al. (2022) ได้รายงานประสิทธิภาพของผงชีวภัณฑ์ *Bacillus* sp. Ks5 ที่คัดแยกได้จากดินบริเวณรอบรากข้าว สามารถยับยั้งเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* เชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้งได้ดีที่สุด 1.43 เซนติเมตร และสามารถผลิตแอมโมเนียได้ แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินบริเวณรอบรากหรือส่วนต่าง ๆ ของข้าว นอกจากจะสามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคข้าวได้ และยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้

Table 2 Efficacy of bacteria to enhance seedling vigor of rice seed cv. RD 15, RD 85, RD 87, Pathum Thani 1, and Mae jo 2

Rice Variety	Treatment	Seedling vigor ^{1/}		
		Shoot (cm.)	Root (cm.)	Weight (mg.)
RD 15	ddH ₂ O	5.67±4.65b	1.25±0.96	0.05±0.01b
	mancozeb	6.02±4.13b	2.26±1.88	0.06±0.01b
	JMTU01	9.24±0.93ab	3.13±0.55	0.06±0.01b
	JMTU02	11.83±1.33a	3.26±1.24	0.09±0.00a
	JMTU03	9.73±1.82ab	2.60±0.85	0.07±0.01b
	F-test	*	ns	*
	C.V. (%)	3.18	4.95	0.00
RD 85	ddH ₂ O	8.12±0.42b	1.19±0.39b	0.06±0.12b
	mancozeb	8.10±0.35b	3.89±0.96a	0.07±0.00b
	JMTU01	8.48±0.68b	1.69±0.47b	0.09±0.00a
	JMTU02	10.71±0.98a	4.26±0.86a	0.10±0.00a
	JMTU03	6.32±1.46c	2.41±1.02b	0.07±0.00b
	F-test	**	**	**
	C.V. (%)	1.58	2.30	0.00
RD 87	ddH ₂ O	8.05±1.40	5.93±0.73	0.09±0.18
	mancozeb	7.15±1.07	7.24±1.55	0.09±0.29
	JMTU01	7.83±1.13	5.67±1.27	0.08±0.02
	JMTU02	7.64±0.33	6.05±0.69	0.11±0.02
	JMTU03	7.79±1.28	4.70±0.99	0.08±0.00
	F-test	ns	ns	ns
	C.V. (%)	4.45	1.57	0.00
	ddH ₂ O	6.67±4.69b	2.28±1.52b	0.08±0.01

Pathum Thani 1	mancozeb	7.24±2.58b	1.82±0.92b	0.09±0.01
	JMTU01	8.23±1.80ab	2.72±0.74b	0.09±0.01
	JMTU02	12.33±1.89a	4.64±0.65a	0.11±0.02
	JMTU03	11.73±1.07a	2.94±0.66b	0.10±0.02
	F-test	*	**	ns
	C.V. (%)	2.34	3.24	0.00
Mae jo 2	ddH ₂ O	8.03±3.11ab	2.57±0.41	0.08±0.01
	mancozeb	5.62±2.71b	3.10±1.65	0.05±0.01
	JMTU01	8.79±2.71ab	2.27±0.47	0.08±0.00
	JMTU02	11.67±1.29a	1.72±0.39	0.10±0.01
	JMTU03	11.71±2.16a	1.94±1.81	0.09±0.01
	F-test	*	ns	ns
	C.V. (%)	2.04	5.36	0.00

^{1/4}Means in a same column followed by the different letters are significantly different by CRD ($p \leq 0.05$, *), ($p \leq 0.01$, **), and ns is not significantly).

สรุปผลการวิจัย

แบคทีเรียที่แยกได้จากส่วนต่าง ๆ ของข้าวทั้งหมด สามารถแบ่งออกตามลักษณะโคโลนีบนอาหาร NGA ได้เป็น 10 กลุ่ม โดยแบคทีเรีย สายพันธุ์ JMTU02 มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. grisea* สายพันธุ์ JMTU01 ซึ่งเป็นเชื้อที่มีความรุนแรงในการก่อให้เกิดโรคไหม้ของข้าวได้หลังจากปลูกเชื้อเพียง 5 วัน นอกจากนี้ แบคทีเรีย สายพันธุ์ JMTU02 ยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราอื่นที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว เช่น *Fusarium* spp. *Penicillium* spp. *Rhizopus* spp. และ *Aspergillus* spp. ได้อีกด้วย รวมทั้งยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต กระตุ้นการงอก และส่งเสริมความแข็งแรงของต้นกล้าข้าว 4 พันธุ์ คือ กข 15, กข 85, ข้าวหอมปทุมธานี 1 และแม่โจ้ 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรีย สายพันธุ์ JMTU02 มีประสิทธิภาพสูงทั้งในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและควบคุมโรคไหม้ได้ และเพื่อยืนยันประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจำแนกชนิดแบคทีเรียสายพันธุ์ JMTU02 ทดสอบประสิทธิภาพทั้งสภาพเรือนทดลอง และสภาพไร่ รวมทั้งการพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ในรูปแบบที่ใช้งานได้สะดวกซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Akaranuchat. P., Changtang. S., Thobunluepop, P., Vearsilp, S., & Thanapornpoonpong S. (2010). Effect of Essential Oils Coating on Seed-borne Fungi in Maize Seeds. *Journal of Agriculture*, 26(1), 85-92.
<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/article/view/246224/168350>
- Athinuwat, D., Chuaboon, W., Buensantei, N., & Prathuangwong, S. (2014). Efficiency of new plant growth promoting rhizobacteria on corn diseases control. *African Journal of Microbiology Research*, 8(7), 710-717. <https://doi.org/10.5897/AJMR2013.6118>

- Buachard, S., Phuangphee, P., & Jamsa, N. (2022). Efficiency of Dry Formulation *Bacillus* sp. Ks5 to Plant Growth Promotion and Biological Control of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Caused Bacterial Leaf Blight Disease. *YRU Journal of Science and Technology*, 7(2), 63-71. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/yrjst/article/view/253810/174348>
- Chettanachit, D., Nilpanit, N., Aranyanat, P., Sirisanthana, W., Rattanakarn, W., Dhitikiattipong, R., Rojanahasadin, W., & Arayapan, T. (2007). *Rice disease and prevention and elimination*. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, LTD.
https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3/Eb_017.pdf
- Chuaboon, W., & Prathuangwong S. (2008). Appropriate Management Practices, Frequency and Concentration of Beneficial Bacteria Co-operation onto Increasable Control Efficiency of Economic Diseases on Cauliflower Plant. *Kasetsart university annual conference 56th (subject: plant)*, 572-580.
https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN/search_detail/download_digital_file/10809/100597
- Chuaboon, W., Kasem, S., & Prathuangwong S. (2007). Co-Efficacy of Beneficial Bacteria Combined with Natural Products for Growth Promoting and Induced Resistance Against Diseases of Cauliflower Farm Production. *Kasetsart university annual conference 45th (subject: plant)*, 357-363.
https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_AGRl/search_detail/download_digital_file/10152/100098
- Danhorn, T., & Faqua, C. (2007). Biofilm formation by plant-associate bacteria. *ANNUAL REVIEW OF MICROBIOLOGY*, 64, 401-422.
<https://doi.org/10.1146/annurev.micro.61.080706.093316>
- Dennis, P. G., Miller, A. J., & Hirsch, P. R. (2010). Are root exudates more important than other sources of rhizodeposits in structuring rhizosphere bacterial communities. *FEMS Microbiology Ecology*, 72(3), 313-327.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2010.00860.x>
- Department of Agricultural Extension. (2021). *Rice Blast Disease*.
<http://www.ppsf.doae.go.th/wordpress/wp-content/uploads/2021/10/%E0%B9%82%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B9%84%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B9%89%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7.pdf>
- Department of Agriculture. (2005). *Rice*. Dok-bia. <http://lib.doa.go.th/multim/e-book/EB00263.pdf>
- Dethoup, T. (2018). *Plant disease: Chemical control*. Text and Journal Publication Company Limited. <https://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/20210101/>

- Jaihom, N., & Parinthawong, N. (2014). Disease assessment and cluster analysis of rice blast fungus collected in Thailand. *Kasetsart university annual conference 52nd (subject: plant)*, 71-78.
https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/rice/search_detail/download_digital_file/13510/89057
- Jitsuwannarak, K., & Wongcharoen, A. (2016). Efficiency of endophytic fungi to control rice blast disease (*Oryza sativa* L.). *J. Khon Kaen AGR*, 44(1), 232-237.
<https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=O038%20Pat12.pdf&id=2252&keeptrack=5>
- Jungkhun, N., Ham, J. H., Shrestha, B. K., & Groth, D. E. (2017). Biological Control of Rice Blast Fungus: A Study Caseat Louisiana State University, United State of America *Thai Rice Research Journal*, 8(2), 95-105.
http://thairiceresearchjournal.ricethailand.go.th/images/PDF/8_2_2560/08.pdf
- Naureen, Z., Price, A. H., Hafeez F. Y., & Roberts, M. R. (2009). Identification of rice blast disease suppressing bacterial strains from the rhizosphere of rice grown in Pakistan. *Crop protection*, 28,1052-1060.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.08.007>
- Norkaew, J., Khemmuk, W., McGovern, R. J., & To-anun C. (2021). Selection of antagonistic bacteria against *Fusarium fujikuroi* causing bakanae disease of rice. *J. Khon Kaen AGR*, 49(1), 144-154. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj/article/view/249324/173721>
- Ou, S. H. (1985). *Rice Disease* (2nd ed.). Commonwealth Agricultural Bureaux international. <https://books.google.co.th/books?id=k3meww9nMoC&pg=PR1&dq=1985.%20Rice%20disease%20ou&lr&hl=th&pg=PP1#v=onepage&q=1985.%20Rice%20disease%20ou&f=false>
- Ribot, C., Hirsch J., Balzergue, S., Tharreau, D., Nottéghem J., Lebrun M., & Morel, J. (2008). Susceptibility of rice to the blast fungus, *Magnaporthe grisea*. *Journal of Plant Physiology*, 165(1), 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.06.013>
- Somrith, A., Jiamchaisri, Y., Bhasabutra, T., & Seemaduea, S. (2010). Surveying, Collecting and Identification of Plant Pathogen *Fusarium*. *Research and development results in 2010*, 1762-1781. <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=931>
- Suwan, N. (2012). *Isolation and characterization of antagonistic bacteria to control postharvest disease of Karen chili* [Master's degree thesis, Chiang Mai University]. http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2555/patho41055ns_ch4.pdf
- Taweechai, N. (2010). Plant diseases and biological management: Mechanisms for controlling plant diseases using microorganisms.
<https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=35&chap=4&page=t35-4-infodetail02.html>

Ulloa-Ogaz, A. L., Munoz-Castellanos, L. N., & Nevarez-Moorillon, G. V. (2015). Biocontrol of phytopathogens: Antibiotic production as mechanism of control. *A Battle Against Microbial Pathogens: Basic Science, Technological Advances and Educational Programs*, 1, 305-309.

https://www.researchgate.net/publication/285926137_Biocontrol_of_phytopathogens_Antibiotic_production_as_mechanism_of_control