

ผลกระทบของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่มีต่อการเจริญและประสิทธิภาพของ เชื้อรา *Streptomyces*-PR87

Effect of fungicides to growth and antibiosis capability of antagonistic *Streptomyces*-PR87

วรนิมา ชูดพิมาย¹ และ เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล^{1,2*}

Worachima Chudpimai¹ and Petcharat Thummabenjapone^{1,2*}

บทคัดย่อ: เชื้อ *Streptomyces*-PR87 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญ ในการนำไปใช้ควบคุมโรคพืชในแปลงปลูกจำเป็นต้องทราบถึงผลกระทบของสารเคมีกำจัดเชื้อราที่ใช้ในโปรแกรมการปลูกพืชต่อความมีชีวิตและกิจกรรมการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชของ *Streptomyces*-PR87 ก่อน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์คือ การประเมินความสามารถในการเจริญได้และสภาวะการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช (antibiosis) ของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 หลังจากเพาะเลี้ยงไว้บนอาหาร AGMA ที่ผสมสารเคมีกำจัดเชื้อรา (fungicide) แต่ละชนิด ได้แก่ bordeaux mixture, copper hydroxide, mancozeb, pyraclostrobin, trifloxystrobin, iprodione, carboxin และ carbendazim ที่ระดับความเข้มข้นตามคำแนะนำที่ระบุในฉลากสำหรับใช้พ่นควบคุมโรคพืชในแปลง ทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Aac) สาเหตุโรคผลเน่าแบคทีเรีย จำนวน 4 ไอโซเลต และเชื้อ *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวเฉาเหี่ยวมะเขือเทศ จำนวน 5 ไอโซเลต ด้วยวิธี bioassay ผลการทดลองพบว่าสารเคมีกำจัดเชื้อราที่ส่งเสริมการเจริญและ antibiosis ของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ได้ดีและมีความกว้างของแนวยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชที่นำมาทดสอบมากกว่าเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงบนอาหาร AGMA มากที่สุดได้แก่ copper hydroxide และ carboxin รองลงมาคือ bordeaux mixture, pyraclostrobin , trifloxystrobin และ iprodione ซึ่งสามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทั้งสองชนิดได้มากกว่าเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงบนอาหาร AGMA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารเคมี mancozeb และ carbendazim ไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ อย่างไรก็ตามสารเคมีทั้งสองชนิดส่งผลเชิงลบกับ antibiosis ของเชื้อ *Streptomyces*-PR 87 ต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

¹สาขาวิชาโรคพืชวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 40002

¹Plant Pathology Section, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

² ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยร่วม มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร เพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 40002

²Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok, Thailand and Agricultural Biotechnology Research Center for Sustainable Economy, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: petsir@kku.ac.th

คำสำคัญ: การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี โรคผลเน่าแบคทีเรีย โรคเหี่ยวเหี่ยว

Abstract: The *Streptomyces*-PR87 is a broad spectrum antagonist to inhibit both of major phytopathogenic bacteria and fungi. In order to use this *Streptomyces*-PR87 to control diseases in field condition, the effect of fungicides which general used in plant production program to survival and antibiosis of *Streptomyces*-PR87 is necessary. This research aims to evaluate the capability of *Streptomyces*-PR87 to grow on a culture medium containing particular fungicide, including bordeaux mixture, copper hydroxide, mancozeb, pyraclostrobin, trifloxystrobin, iprodione, carboxin and carbendazim and their antibiosis activity in laboratory condition. The AGMA medium was mixed with tested fungicides at recommended concentration to control diseases by spraying in field. The antibiosis activity was assayed using four isolates of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Aac), causal agent of bacterial fruit blotch disease and five isolates of *Ralstonia solanacearum*, causal agent of bacteria wilt disease in tomato. Results showed that the growth of *Streptomyces*-PR 87 and antibiosis activities were significantly promoted by six fungicides in which the most active fungicides were copper hydroxide and carboxin, followed by bordeaux mixture, pyraclostrobin, trifloxystrobin and iprodione. The growth of *Streptomyces*-PR87 was not inhibited by carbendazim and mancozeb. However, these fungicides significantly reduced antibiosis activities of *Streptomyces*-PR87 against both of tested phytopathogenic bacteria.

Key words: biological control, bacterial fruit blotch disease, bacteria wilt disease

บทนำ

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีเป็นอีกแนวทางหนึ่ง ที่ช่วยลดปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดโรคพืชในแปลงเพาะปลูก อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดในด้านความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มักจำเพาะกับกลุ่มเชื้อสาเหตุโรคพืชเป้าหมายที่ได้ทดสอบเท่านั้น จึงทำให้การนำไปใช้ในแปลงปลูกจริงยังต้องมีการใช้สารเคมีกำจัดโรคพืชอื่นๆ ควบคู่ไปด้วย นอกเหนือจากความเสี่ยงของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีกำจัดโรคพืชเป็นพื้นฐานของการปลูกพืช การเลือกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีผลยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืชได้หลากหลายชนิดจึงมีความจำเป็น กลุ่มงานวิจัยโดยเพชรรัตน์และคณะ สาขาวิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ค้นพบเชื้อ *Streptomyces* spp. ที่มีความสามารถในการยับยั้งได้ทั้งเชื้อแบคทีเรีย *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Aac) สาเหตุโรคผลเน่าแบคทีเรียและ *Ralstonia*

solanacearum สาเหตุโรคเหี่ยวเหี่ยว และเชื้อราสาเหตุโรคที่สำคัญ เช่น *Didymella bryoniae* สาเหตุโรคต้นแตกยางไหลของแตง (gummy stem blight) (บรรจบ และคณะ, 2547; ภัทรกร และคณะ, 2547; เพชรรัตน์ และอัสนิ, 2548; เมธาวี และคณะ, 2550) เพื่อเป็นแนวทางในการนำเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ไปใช้ควบคุมโรคพืชในแปลงปลูก ข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของสารเคมีกำจัดเชื้อราต่อการเจริญและความสามารถในการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช พร้อมกับมีคำแนะนำที่ถูกต้องในการใช้เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่จะยังรักษาเชื้อให้คงอยู่กับต้นพืชที่ปลูกเพื่อการควบคุมโรคพืชเป้าหมายให้มีประสิทธิภาพตลอดการปลูกพืช จัดเป็นข้อมูลที่จะเป็นมากสำหรับการวางแผนนำเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ไปใช้ควบคุมโรคพืชในระดับแปลงปลูก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของสารเคมีกำจัดเชื้อราต่างๆ ที่นิยมกำหนดไว้ในโปรแกรมการผสมมะเขือเทศและพริก ต่อการเจริญเติบโตและความสามารถด้าน

antibiosis ต่อเชื้อ Aac และ *R. solanacearum* และศึกษาชนิดของสารเคมีกำจัดเชื้อราที่จะใช้ร่วมกับเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ได้ถ้าหากจำเป็น

วิธีการศึกษา

1. การเจริญของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารเคมีกำจัดเชื้อรา

นำเชื้อ *Streptomyces*-PR87 มาเพาะเลี้ยงบนอาหาร Arginine glycerol mineral salt agar (AGMA) ที่ผสมสารกำจัดเชื้อราแต่ละชนิด จำนวน 8 ชนิด ในความเข้มข้นของสารตามที่ระบุในตาราง ดังนี้ bordeaux mixture มีสารออกฤทธิ์ 77% ใช้ในอัตรา 40 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร, copper hydroxide มีสารออกฤทธิ์ 77% ใช้ในอัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร, mancozeb มีสารออกฤทธิ์ 80% ใช้ในอัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร, pyraclostrobin มีสารออกฤทธิ์ 25% ใช้ในอัตรา 15 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร, trifloxystrobin มีสารออกฤทธิ์ 50% ใช้ในอัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร, iprodione มีสารออกฤทธิ์ 50% ใช้ในอัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร, carboxin มีสารออกฤทธิ์ 75% ใช้ในอัตรา 10 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร, carbendazim มีสารออกฤทธิ์ 50% ใช้ในอัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับอาหาร AGMA บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 28 °C นาน 7 วัน สังเกตการเจริญของ substrate mycelium และ aerial mycelium สีและขนาดของโคโลนี ทำการทดสอบ 3 ซ้ำต่อชนิดอาหาร

2. ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรครพืช (antibiosis)

เลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Aac) จำนวน 4 โยโซเลต คือ Aac-001, Aac-G005, Aac-SQ025 และ Aac-WM1 และเชื้อ *Ralstonia solanacearum* MPNC3, Pewcks, RSTO, FI10-195 และ FI10-198 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar (NA) ที่

อุณหภูมิ 28 °C นาน 48 ชั่วโมง นำมาเตรียมเป็นสารแขวนลอย OD 600 เท่ากับ 0.1 และ 0.01 ตามลำดับ จากนั้นใช้ cotton buds ที่นิ่งมาเช็ดจุ่มสารแขวนลอยแบคทีเรียแล้วทาลงบนผิวหน้าอาหาร NA นำเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงไว้บนอาหาร AGMA และบนอาหารทดสอบที่ผสมสารกำจัดเชื้อราชนิดต่างๆ บ่มที่อุณหภูมิ 28 °C นาน 7 วัน ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร เจาะชั้นวุ้นที่มีเชื้อ *Streptomyces*-PR87 เจริญอยู่และย้ายชั้นวุ้นวางลงบนอาหาร NA ที่มีเชื้อแบคทีเรียทดสอบแต่ละไอโซเลต บ่มเชื้อที่ 28 °C นาน 48 ชั่วโมง สังเกตลักษณะของวงใส (inhibition zone) ที่เกิดขึ้น และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส ทั้งสองด้านแล้วจึงคำนวณค่าเฉลี่ย ทำการทดลอง 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ complete randomized design (CRD)

ผลการศึกษา

1. การเจริญของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารเคมีกำจัดเชื้อรา

เชื้อ *Streptomyces*-PR87 สามารถเจริญเติบโตได้ดีบนอาหารที่ผสมสาร bordeaux mixture, copper hydroxide, pyraclostrobin, trifloxystrobin, iprodione, mancozeb และ carbendazim โดยขนาดโคโลนีและความเร็วในการสร้าง aerial mycelium ก็คล้ายกับเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ต้นแบบที่เลี้ยงไว้บนอาหาร AGMA ยกเว้นในอาหารที่ผสมสาร carboxin โคโลนีเชื้อมีขนาดเล็กกว่าอาหารผสมสารชนิดอื่นๆ นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่าเชื้อ *Streptomyces*-PR87 เลี้ยงบนอาหารผสมสาร bordeaux mixture, mancozeb และ carbendazim สีของ aerial mycelium เริ่มเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลแดงจนถึงน้ำตาลเทาในวันที่ 10 หลังการเพาะเลี้ยง (Figure 1)

2. ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช (antibiosis)

เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงบนอาหาร AGMA ผสมสารเคมีกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืชมีการเจริญเติบโตและยังคงมีความสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง *R. solanacearum* และ *A. avenae* subsp. *citrulli* ได้อย่างชัดเจน โดยสร้างแนวยับยั้งเชื้อ *R. solanacearum* ทั้ง 5 ไอโซเลต (MPNC3, Pewcks, RSTO, FI10-195 และ FI10-198) ของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงบนอาหาร AGMA ผสมสาร copper hydroxide และ carboxin สร้างแนวยับยั้งเชื้อ *R. solanacearum* ทั้ง 5 ไอโซเลตได้กว้างมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส (2.675 -3.325 ซม. และ 2.675-3.4 ซม.) แตกต่างกันทางสถิติกับ antibiosis จากเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงไว้บน AGMA (1.45-2.575 ซม.) ($P<0.01$) รองลงมาคือเชื้อจากอาหารผสม Bordeaux mixture, pyraclostrobin, trifloxystrobin และ iprodione ซึ่งยับยั้งได้กว้างมากกว่าเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงไว้บนอาหาร AGMA ในขณะที่เชื้อจากอาหาร AGMA ผสมสาร mancozeb และ carbendazim มีแนวยับยั้งเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลตต่างๆ ได้แคบกว่าเชื้อที่เลี้ยงไว้บนอาหาร AGMA โดยเฉพาะจากอาหารผสม carbendazim มีความกว้างของวงใส 1.575-2.075 ซม. ซึ่งแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) ยกเว้นในไอโซเลต Pewcks ที่แนวยับยั้งมีความกว้างมากกว่ากับ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงบนอาหาร AGMA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

ในทำนองเดียวกัน เชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่เลี้ยงบนอาหารผสมสารเคมีกำจัดเชื้อราส่วนใหญ่ยังคงให้กิจกรรม antibiosis ต่อเชื้อ Aac ทั้ง 4 ไอโซเลต (Aac-001, Aac-G005, Aac-SQ025 และ Aac-WM1) ได้อย่างชัดเจน โดยเชื้อจากอาหาร AGMA ที่ผสมสาร copper hydroxide สร้างแนวยับยั้งเชื้อ Aac ไอโซเลต (Aac-001, -SQ025 และ -WM1) ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *Streptomyces*-PR87

ที่เลี้ยงบนอาหารที่ผสมสาร carboxin, bordeaux mixture และ pyraclostrobin สามารถสร้างแนวยับยั้งการเจริญของเชื้อ Aac ทั้ง 4 ไอโซเลตได้ดีกว่าเชื้อที่เลี้ยงไว้บนอาหาร AGMA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเชื้อที่เลี้ยงไว้บนอาหารผสม mancozeb และ carbendazim มีแนวโน้มของ antibiosis ลดลงต่ำกว่าเชื้อที่เลี้ยงไว้บนอาหาร AGMA ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะในอาหารที่ผสม carbendazim (Table 1)

สรุปและวิจารณ์

ชนิดของสารเคมีกำจัดเชื้อราที่มีผลกระทบในทางส่งเสริมการเจริญและเพิ่มความสามารถ antibiosis ต่อเชื้อ *R. solanacearum* และเชื้อ *A. avenae* subsp. *citrulli* ของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ได้แก่ bordeaux mixture, copper hydroxide, pyraclostrobin, trifloxystrobin, iprodione และ carboxin ซึ่งคล้ายกับการทดสอบของ Anand et al. (2010) โดยเลี้ยงเชื้อ *Pseudomonas fluorescens* ร่วมกับสาร azoxystrobin ช่วยทำให้พืชต้านทานโรคแอนแทรคโนสของพริก โดยจะไปเพิ่ม phenolic compounds ในพืช ทำให้เชื้อสาเหตุโรคเข้าทำลายได้ยาก ผลการทดลองได้ชี้ให้เห็นว่าสารเคมีในกลุ่ม copper (Cu) ที่เป็นองค์ประกอบหลักของ bordeaux mixture, copper hydroxide ไม่อยู่ในรูปแบบที่จะมีผลกระทบในทางเสียหายต่อการเจริญและ antibiosis ของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ส่วนสารเคมีที่ส่งผลในเชิงลบต่อความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช เป้าหมายในการทดสอบนี้คือ carbendazim ทั้งนี้เนื่องจาก carbendazim เป็นสารกำจัดเชื้อราประเภทดูดซึม (systemic fungicide) ชื่อเคมีคือ Methyl 1H-benzimidazol-2-ylcarbamate อยู่ในกลุ่ม benzimidazole ที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ DNA ในกระบวนการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิส (mitosis) และไมโอซิส (meiosis) ซึ่ง

อาจไปรบกวนยีน (gene) บางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สาร secondary metabolites ที่ไปยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชที่นำมาทดสอบทั้งสองเชื้อ ส่วน mancozeb ชื่อเคมีคือ manganese ethylenebis(dithiocarbamate) polymeric complex with zinc salt เป็นสารเคมีในกลุ่ม dithiocarbamate มีแนวโน้มให้ผลในเชิงลบต่อความสามารถในการเป็นปฏิสัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคที่นำมาทดสอบทั้งสองชนิดได้เช่นกันแต่ยังไม่มากเท่ากับ carbendazim ดังนั้นในการนำเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ไปใช้ควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อ *R. solanacearum* หรือ *A. avenae* subsp. *citrulli* ในแปลงปลูกสามารถใช้ร่วมกับสารเคมีในกลุ่ม 6 ชนิดแรกได้เป็นอย่างดีโดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Streptomyces*-PR87 หรือลดภาวะความเป็นจุลินทรีย์ปฏิสัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชเป้าหมายนั้นลงแต่ไม่ควรใช้ร่วมกับสารเคมี mancozeb หรือ carbendazim โดยตรง

คำขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่งจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สบว.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการและศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืนมหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่นและสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

บรรจบ วันกิ่ง, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล, และอัสนี ปาจิณบุรารณ์. 2547. ศักยภาพของเชื้อ *Streptomyces*

ในการควบคุมโรคผลเน่าแบคทีเรียของแตงโมในสภาพเรือนทดลอง. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 วันที่ 26-27 มกราคม 2547 ณ ห้องประชุมกวีจิตกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. หน้า 480-490.

เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล และอัสนี ปาจิณบุรารณ์. 2548. การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพของ *Streptomyces* spp. ในการยับยั้งเชื้อ *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวเฉาเหี่ยวเหี่ยวเทศ-พริก. บทคัดย่อ การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 7 วันที่ 2-4 พฤศจิกายน 2548. ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, เชียงใหม่. หน้า 45.

ภัทรกร ภูริชินวุฒิ, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล, พิศาล สิริธร, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, และอัสนี ปาจิณบุรารณ์. 2547. *Streptomyces* : ความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา *Didymella bryoniae* และการสังเคราะห์สาร hydrolytic enzymes. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547 วันที่ 26-27 มกราคม 2547 ณ ห้องประชุมกวีจิตกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. หน้า 454-465.

เมธาวิ ธิมาศ, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล, และอัสนี ปาจิณบุรารณ์. 2550. ความคงตัวและประสิทธิภาพการยับยั้ง เชื้อ *Ralstonia solanacearum* ในแนวกว้างโดยเชื้อ *Streptomyces* spp. ปฏิบัติ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 วันที่ 20-22 พฤศจิกายน 2550. ณ โรงแรมอมรินทร์ลาดูน, พิษณุโลก. หน้า 222.

Anand, T., A. Chandrasekaran, S. Kuttalam, G. Senthilraja, and R. Samiyappan. 2010. Integrated control of fruit rot and powdery mildew of chilli using the biocontrol agent

Pseudomonas fluorescens and a chemical fungicide. Biological Control 52 : 1–7.

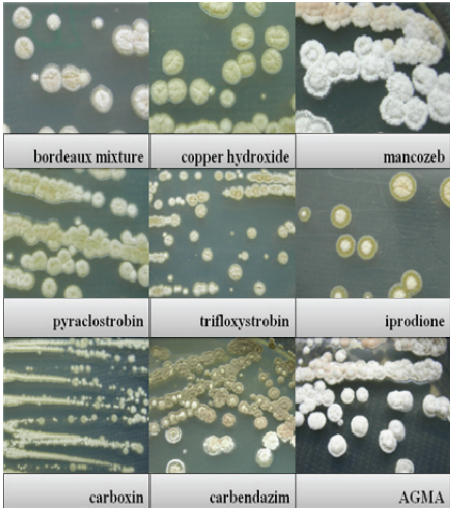


Figure1 Colony morphology of *Streptomyces*–PR87 on Arginine glycerol mineral salt agar (AGMA) and AGMA plus particular fungicides as indicated under each picture. The cultures were incubated at 28 °C for 10 days.

Table 1 Average diameters of inhibition zone by *Streptomyces*-87 from AGMA and AGMA plus particular fungicides against various isolates of *Ralstonia solanacearum* and *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*.

Fungicide	Inhibition Zone (cm) ¹								
	<i>Ralstonia solanacearum</i> isolates					<i>Acidovorax avenae</i> subsp. <i>citrulli</i> isolates			
	MPNC3	Pewcks	RSTO	FI10-195	FI10-198	001	G005	SQ025	WM1
Bordeaux mixture	2.425 b	2.650 c	2.950 c	2.925abc	2.750 bc	2.950 b	2.475 b	2.700 c	2.925 bc
Copper hydroxide	2.675 a	3.000 a	3.150 b	3.100 ab	3.325 a	3.550 a	2.550 b	3.200 a	3.250 a
Mancozeb	2.073 d	2.400 d	2.250 e	2.350 d	2.575 c	2.350 e	1.925 d	2.120 e	2.512 d
Pyraclostrobin	2.300 c	2.775 b	2.975 c	2.725 c	2.875 b	2.950 b	2.550 b	2.575 cd	3.050 ab
Trifloxystrobin	2.150 d	2.775 b	2.600 d	2.700 c	2.825 b	2.625 cd	2.325 c	2.425 d	2.400 d
Iprodione	2.425 b	2.900 a	3.000 c	2.800 bc	2.850 b	2.825 bc	2.287 c	2.562 cd	2.825 c
Carboxin	2.675 a	2.925 a	3.375 a	3.075 a	3.400 a	2.975 b	2.875 a	2.900 b	3.175 a
Carbendazim	1.573 e	1.975 e	1.975 f	2.075 d	2.075 d	2.000 f	1.525 e	1.650 f	1.875 e
AGMA	2.550 b	1.450 f	2.650 d	2.525 cd	2.575 c	2.400 de	2.325 c	2.225 e	2.275 e
CV(%)	3.51	3.05	3.22	7.22	4.84	6.60	3.47	4.610	5.28
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**

¹ Means within the same column with a common latter are not significantly different by DMRT (P<0.01)