การใช้เชื้อบาซิลลัสและสเตรปโตมัยซีสควบคุมเชื้อราโรคพืชบางชนิดโดยชีววิธี
Use of *Bacillus* sp. and *Streptomyces* sp. for biological control of some plant pathogens

สุวภา สาวิภาค[1*], ชนัญกาญจน์ แสงประสาน[2], อรุณ วงศ์จิรัฐิติ[1]
Suwapha Sawiphak[1*], Chanankarn Saengprasan[2], Aroon Wonggiratthiti[1]

Received: 22 May 2019 ; Revised: 2 September 2019 ; Accepted: 20 September 2019

บทคัดย่อ

เชื้อราโรคพืชเป็นปัญหาสำคัญในการเกษตรซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ในการศึกษานี้ได้ศึกษาผลการยับยั้งของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. ต่อการเจริญเชื้อราโรคพืช*Bipolaris oryzae* DOAC 1760*, Aspergillus flavus* TISTR 3366*, Phytophthora palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. ทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยการสังเกตบริเวณวงใสรอบ ๆ เชื้อรา โดยใช้วิธีรีราดทับ ผลการศึกษาพบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. สามารถยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus flavus* TISTR 3366, *Phytophthora palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. ได้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส เท่ากับ 6.58±0.54, 2.83±0.47 และ 6.03±0.10 ตามลำดับ ส่วนแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. สามารถยับยั้งการเจริญของ *Bipolaris oryzae* DOAC 1760, *Aspergillus flavus* TISTR 3366 และ *Phytophthora palmivora* DOAC 2072 ได้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส เท่ากับ 15.53±0.67, 1.78±0.43 และ 1.81±0.01 ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียทั้งสองชนิดสามารถใช้เป็นจุลินทรีย์ควบคุมทางชีวภาพได้

คำสำคัญ: การควบคุมโดยชีววิธี เชื้อราโรคพืช บาซิลลัส สเตรปโตมัยซีส

Abstract

Plant parasitic fungi are major problem in agriculture that affect yield and quality of agricultural products. In this study, antagonistic effects of *Streptomyces* sp. and *Bacillus* sp. were evaluated against plant parasitic fungi *Bipolaris oryzae* DOAC 1760, *Aspergillus flavus* TISTR 3366, *Phytophthora palmivora* DOAC 2072 and *Penicillium* sp. The abilities of *Streptomyces* sp. and *Bacillus* sp. in inhibiting the growth of parasitic fungi were tested by the agar overlay method. *Streptomyces* sp. *inhibited the radial growth of Aspergillus flavus* TISTR 3366, *Phytophthora palmivora* DOAC 2072 and *Penicillium* sp was 6.58±0.54, 2.83±0.47 and 6.03±0.10, respectively.The antagonist *Bacillus* sp. was shown to inhibit the growth of *Bipolaris oryzae* DOAC 1760, *Aspergillus flavus* TISTR 3366 and *Phytophthora palmivora* DOAC 2072 was 15.53±0.67, 1.78±0.43 and 1.81±0.01, respectively. This study *demonstrated* that both bacteria can be used as *biological control microorganisms.*

Keywords: Biological control, Plant pathogens, *Bacillus* sp., *Streptomyces* sp.

[1] อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000
[2] อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000
[1] Lecturer, Program of Biology, Faculty of Science and Technology, Sakonnakhon Rajabhat University, Sakonnakhon 47000
[2] Lecturer, Program of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Sakonnakhon Rajabhat University, Sakonnakhon 47000
* Corresponding author: Suvapa Yottakot, Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Sakonnakhon Rajabhat University, Sakonnakhon 47000, ssuvapa@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีมีบทบาทในการป้องกันโรคพืชมากขึ้น เนื่องจากการควบคุมโรคพืชด้วยสารเคมีมักมีผลเสียตกค้างกับพืชผลการเกษตรและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังทำให้โรคพืชดื้อยา ดังนั้นการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี จึงเป็นอีกวิธีที่จะช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี ลดปัญหาสารพิษที่สะสมในผลิตผลทางการเกษตร และรักษาความสมดุลของธรรมชาติ[1] การควบคุมโดยชีววิธีโดยใช้แบคทีเรียแกรมบวก เป็นทางเลือกที่มีความปลอดภัยโดยเฉพาะการใช้แบคทีเรีย *Bacillus* sp และ *Streptomyces* sp. แบคทีเรียแกรมบวกทั้งสองชนิดมีความสามารถในสร้างสารประกอบระเหยที่สามารถออกฤทธิ์ทำลายเชื้อราก่อโรคพืชได้[2,3] นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสปอร์ที่ทนสภาพร้อนและแห้งได้ดี สามารถมีชีวิตอยู่ที่ผิวของพืชผลที่แห้งได้เป็นระยะเวลานาน[1] ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม คนส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร ดังนั้นการปลูกพืชเศรษฐกิจจึงเหมาะสำหรับคนไทยอย่างมาก และในปัจจุบันนี้ก็ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ

พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมีหลายอย่าง ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย ยางพารา เป็นต้น ปัญหาสำคัญในการปลูกพืชเศรษฐกิจ คือ โรคที่เกิดจากเชื้อรา ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อปริมาณและคุณภาพของพืช เชื้อรา *Bipolaris oryzae* เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว เชื้อราจะแพร่ระบาดไปที่รวงและเมล็ดทำให้เกิดอาการเมล็ดด่าง คลุมเมล็ดข้าวเปลือก ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกสกปรกและหักง่าย ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของข้าวลดลง[4] เชื้อรา *Aspergillus flavus* สามารถผลิตสารพิษอะฟลาท็อกซิน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง อาหารที่มีการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาท็อกซิน คือ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ผลิตภัณฑ์จากแป้ง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วลิสง ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเสื่อมสภาพ[5] *Phytophthora palmivora* เป็นเชื้อราทำลายส่วนต่างๆ ของพืช ทำให้เกิดอาการรากเน่า โรคเน่าระดับดิน โรคเน่าระดับลำต้นและหัว อีกทั้งยังทำให้เกิดโรคกับพืช เช่น มะละกอ มะเขือเทศ ยาสูบ มันฝรั่ง และยางพารา[6] *Penicillium* sp. เป็นราที่พบได้ทั่วไป สร้างสารพิษ ทำให้เกิดโรคผลเน่าเสียหาย โดยเฉพาะโรคหลังการเก็บเกี่ยว[7]

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการควบคุมเชื้อราโรคพืช *B. oryzae* DOAC 1760, *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. โดยการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp.ซึ่งแยกได้จากดิน และ แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. ที่แยกได้จากปุ๋ยหมัก จากผลการวิจัยการใช้เชื้อ *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. เบื้องต้นในการควบคุมเชื้อ *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในมะละกอ พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้งสองชนิดสามารถควบคุม เชื้อ *Colletotrichum* sp. ได้ และมีรายงานว่าของ *Streptomyces* และ *Bacillus* สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้มากกว่า 10,000 ชนิด[8] จากคุณลักษณะดังกล่าว *Streptomyces* sp.และ *Bacillus* sp. จึงเป็นเชื้อที่มีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมเชื้อราโรคพืช และสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อลดการใช้สารเคมีที่อาจมีสารตกค้างในพืชผลและสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การเตรียมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp.

Streptomyces sp. เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากดินบริเวณสวนพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เตรียมโดยใช้ที่เจาะจุกคอร์กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ตัดชิ้นวุ้นโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp.วางบนอาหาร Nutrient agar (NA) โดยวางในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของจานอาหาร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

การเตรียมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp.

Bacillus sp. เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากปุ๋ยหมักบริเวณคอกโค คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เตรียมโดยใช้ลูปแตะโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp.วางบนอาหาร NA โดยแตะในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของจานอาหาร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

การเตรียมสปอร์เชื้อรา *B. oryzae* DOAC 1760

ใช้เข็มเขี่ยชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยของเชื้อรา *B. oryzae* DOAC 1760 มาวางบนอาหารสำเร็จรูป Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 168 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อรา *B. oryzae* DOAC 1760 ไปฉายรังสีเนียร์ยูวี เป็นเวลา 7 ชั่วโมง แล้วนำเชื้อรา *B. oryzae* DOAC 1760 บ่มไว้ที่มืด อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเตรียมสปอร์เชื้อรา *A. flavus* TISTR 3366 และ เชื้อรา *Penicillium* sp.

ใช้เข็มเขี่ยชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยของเชื้อรา *A. flavus* TISTR 3366 และเชื้อรา *Penicillium* sp. มาวางบนอาหารสำเร็จรูป PDA บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง

การเตรียมสปอร์เชื้อรา *P. palmivora* DOAC 2072

ใช้เข็มเขี่ยชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยของเชื้อรา *P. palmivora* DOAC 2072 วางบนอาหารสำเร็จรูป PDA บ่มที่อุณหภูมิ

25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 192 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อรา *P. palmivora* DOAC 2072 ไปเลี้ยงในน้ำกลั่น เป็นเวลา 96 ชั่วโมง

การเตรียมสารละลายสปอร์เชื้อรา

ทำการเก็บสปอร์ *B. oryzae* DOAC 1760, *A. flavus* TISTR 3366 และ *Penicillium* sp. โดยเติมน้ำกลั่นฆ่าเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในจานอาหาร ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อขูดบริเวณผิวหน้าอาหาร กรองเพื่อแยกเส้นใยที่ติดมาออก *ด้วยกระดาษกรอง* Whatman *No.*1 ล้างสปอร์ด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 1 ครั้ง นับสปอร์ด้วย Haemacytometer ให้ได้ความเข้มข้นของสปอร์เป็น 10^7 spore/mL สำหรับเชื้อรา *P. palmivora* DOAC 2072 ทำการเก็บสปอร์ โดยนำไปกรอง*ด้วยกระดาษกรอง* whatman *no.*1 เพื่อแยกเส้นใยรา นับสปอร์ด้วย Haemacytometer ให้ได้ความเข้มข้นของสปอร์เป็น 10^7 spore/mL การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา โดยใช้วิธีราดทับ[9]

นำสารละลายสปอร์ความเข้มข้น 10^7 spore/mL ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับอาหารสำเร็จรูป PDA หลอมเหลว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วราดทับบนจานอาหาร NA ที่มีการเจริญของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตรวจผลการทดสอบโดยการสังเกตวงใสรอบๆ โคโลนี (Inhibition zone) ของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp.และ *Bacillus* sp. และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสด้วยเวอร์เนีย (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Tukey ที่ $P<0.05$ โดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) เวอร์ชัน 22

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *B. oryzae* DOAC 1760, *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. โดยใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp.

แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของสปอร์รา *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. ได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยการสร้างบริเวณใสรอบๆ โคโลนี พบบริเวณใสของการยับยั้งกว้าง 6.58±0.54, 2.83±0.47 และ 6.03±0.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์รา *B. oryzae* DOAC 1760 ได้ (Table 1) และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของสปอร์รา *A. flavus* TISTR 3366 และ*P. palmivora* DOAC 2072 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P\leq0.05$) Figure 1 แสดงลักษณะบริเวณใสรอบๆ โคโลนีแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp.

Table 1 Antifungal activity of *Streptomyces* sp. and *Bacillus* sp.

Test organisms	Zone of inhibition (mm)	
	***Streptomyces* sp.**	***Bacillus* sp.**
B. oryzae DOAC 1760	0c	15.53±0.67a
A. flavus TISTR 3366	6.58±0.54a	1.78±0.43b
P. palmivora DOAC 2072	2.83±0.47b	1.81±0.01b
Penicillium sp.	6.03±0.10a	0c

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *B. oryzae* DOAC 1760, *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. โดยใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp.

แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของสปอร์รา *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *B. oryzae* DOAC 1760 ได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยการสร้างบริเวณใสรอบๆ โคโลนี พบบริเวณใสของการยับยั้งกว้าง 1.81±0.01, 1.78±0.43 และ 15.53±0.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์รา *Penicillium* sp. ได้ (Table 1) และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของสปอร์รา *B. oryzae* DOAC 1760 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P\leq0.05$) ลักษณะบริเวณใสรอบๆ โคโลนีแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. แสดงใน Figure 2

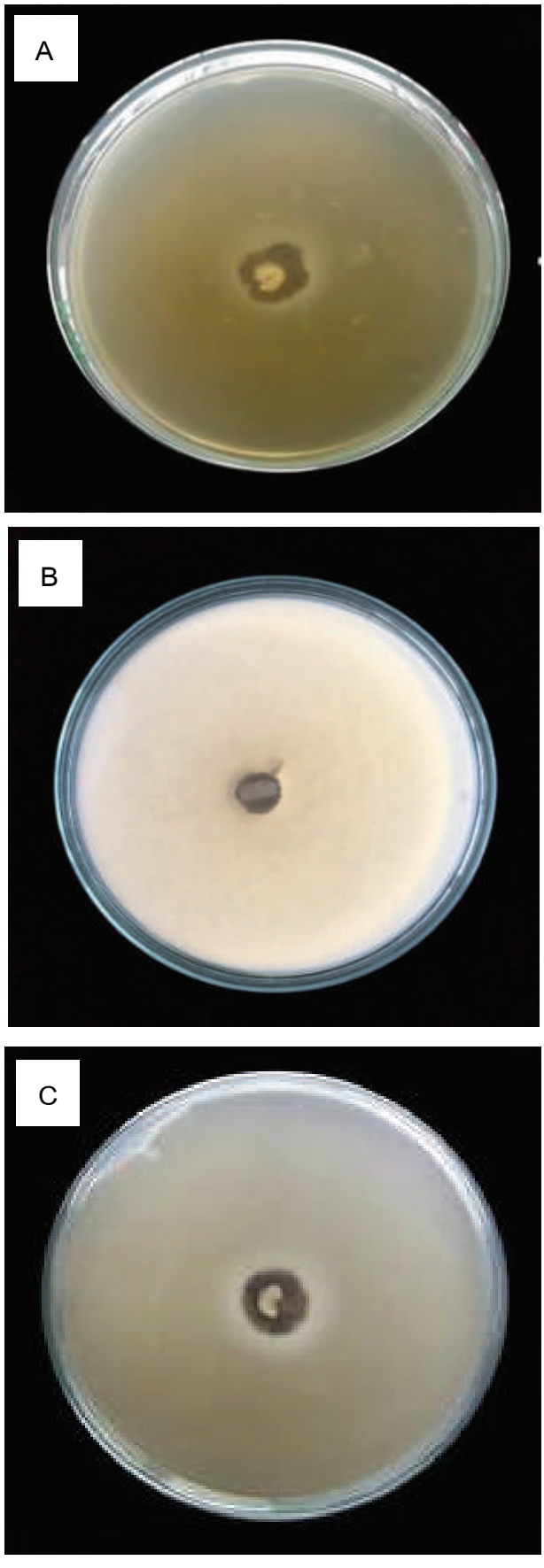

Figure 1 Inhibition zone of *Streptomyces* sp. against (A) *A. flavus* TISTR 3366, (B) *P. palmivora* DOAC 2072 and (C) *Penicillium* sp.

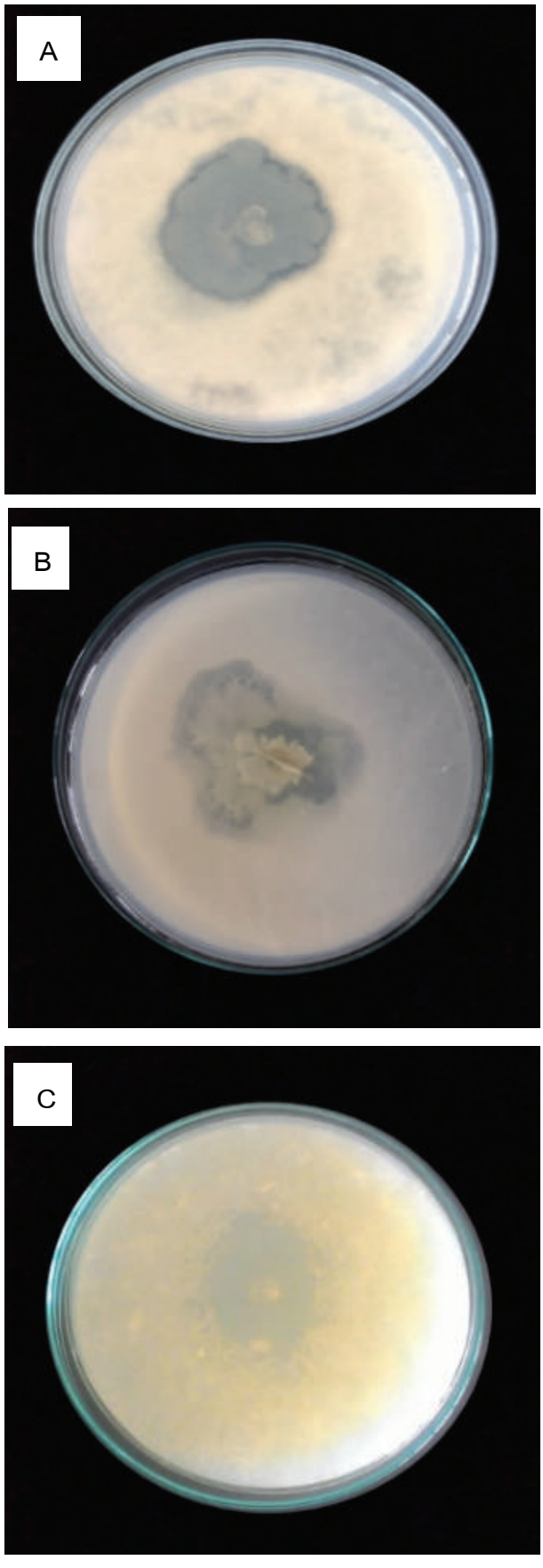

Figure 2 Inhibition zone of *Bacillus* sp. against (A) *P. palmivora* DOAC 2072, *A. flavus* TISTR 3366, (B) and (C) *B. oryzae* DOAC 1760

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *B. oryzae* DOAC 1760, *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. โดยใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้งสองชนิด มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา ซึ่งสอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการยับยั้งเชื้อราของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. Oskay [10] ได้ศึกษาการยับยั้งของเชื้อสายพันธุ์ *Streptomyces* KVK30, KEH23, KGG13, KMY10 และ KAK35 ต่อเชื้อรา *Penicillium* sp. พบว่าสายพันธุ์ *Streptomyces* KEH23, KGG13, KMY10 และ KAK35 สามารถยับยั้ง *Penicillium* sp. ได้ อีกทั้งยัง สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee และคณะ[11] ได้ศึกษาการยับยั้งของ *Streptomyces* sp. AMG-P1 ต่อเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Phytophthora palmivora* และ *Penicillium oxalicum* พบว่า *Streptomyces* sp. AMG-P1 สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ Paromomycin ออกมายับยั้งเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Phytophthora palmivora* และ *Penicillium oxalicum* ได้

สำหรับการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. ต่อเชื้อ *B. oryzae* DOAC 1760, *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *Penicillium* sp. พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. สามารถยับยั้งเชื้อ *A. flavus* TISTR 3366, *P. palmivora* DOAC 2072 และ *B. oryzae* DOAC 1760 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Siahmoshteh และคณะ[12] ได้ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* ได้ การศึกษาของ Zongzheng และคณะ[13] ได้ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora parasitica* (Dast). โดยใช้ *Bacillus subtilis* SY1 พบว่า *Bacillus subtilis* SY1 สามารถยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora parasitica* (Dast). รวมทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Carissimi และคณะ[14] ที่ได้ศึกษาฤทธิ์ของ *Bacillus* sp. E164 ต่อการยับยั้งเชื้อรา *Bipolaris sorokiniana* พบว่า *Bacillus* sp. E164 สามารถยับยั้งเชื้อรา *Bipolaris sorokiniana* ได้

แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณการใช้สารเคมีที่กำจัดเชื้อราที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อพืช ส่งผลทำให้อัตราการเน่าเสียของพืชลดลง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ในการสนับสนุนเครื่องมือ และห้องปฏิบัติการในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Emmert EAB, Handelsman J. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective, FEMS Microbiology Letters 1999 ; 171(1): 1-9.
2. Sumi CD, Yang BW, Yeo IC, Hahm YT. Antimicrobial peptides of the genus *Bacillus*: a new era for antibiotics, Can J Microbiol 2014 ; 61(2): 93-103.
3. Procópio REDL, Silvaa IRD, Martins MK, Azevedo JLD, Araújo JM. Antibiotics produced by *Streptomyces*, Braz j infect dis 2012 ; 16(5): 466-471.
4. Picco AM, Rodolfi M. *Pyricularia grisea* and *Bipolaris oryzae*: a preliminary study on the occurrence of airborne spores in a rice field, Aerobiologia 2002 ; 18: 163-167.
5. Okoth S, Boevre MD, Vidal A, Mavungu JDD, Landschoot S, Kyallo M, Njuguna J, Harvey J, Saeger SD. Genetic and Toxigenic Variability within *Aspergillus flavus* Population Isolated from Maize in Two Diverse Environments in Kenya, Frontiers in Microbiology 2018 ; 9(57): 1-14.
6. Torres GA, Sarria GA, Martinez G, Varon F, Drenth A, Guest DI. Bud Rot Caused by *Phytophthora palmivora*: A Destructive Emerging Disease of Oil Palm, Phytopathology 2016 ; 106(4): 320-329.
7. Visagie CM, Houbraken J, Frisvad JC, Hong SB, Klaassen CHW, Perrone G, Seifert KA, Varga J, Yaguchi T, Samson RA. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*, Studies in mycology 2014 ; 78: 343-371
8. Bérd J. Bioactive Microbial Metabolites, The Journal of Antibiotics 2005 ; 58(1): 1-26.
9. Hockett KL, Baltrus DA. Use of the Soft-agar Overlay Technique to Screen for Bacterially Produced Inhibitory Compounds, Journal of Visualized Experiments 2017 ; 119: 1-5.
10. Oskay M. Antifungal and antibacterial compounds form *Streptomyces* strains, African Journal of Biotechnology 2009 ; 8(13): 3007-3017.
11. Lee HB, Kim Y, Kim JC, Choi GJ, Park SH, Kim CJ, Jung HS. Activity of some aminoglycoside antibiotics against true fungi, *Phytophthora* and *Pythium* species, Journal of Applied Microbiology 2004 ; 99: 836-843.

12. Siahmoshteh F, Sicilianob I, Banani H, Hamidi ZE, Razzaghi AM, Gullinob ML, Spadarob D. Efficacy of *Bacillus subtilis* and *Bacillusamylo liquefaciens* in the control of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxins production on pistachio, International Journal of Food Microbiology 2017 ; 254: 45-53.
13. Zongzheng Y, Xin L, Zhong L, Jinzhao P, Jin Q, Wenyan Y. Effect of *Bacillus subtilis* SY1 on antifungal activity and plant growth, International Journal of Agricultural and Biological Engineering 2009 ; 2(4): 55-61.
14. Carissimi M, Schipani MG, Carlos JG, Van Der Sand ST. Antifungal activity of *Bacillus* sp. E164 against *Bipolaris sorokiniana*, BIOCIENCIAS 2009 ; 17(1): 48.