

แอกติโนมัยซีทจากดินป่าชายเลน การส่งเสริมการเจริญเติบโตและฤทธิ์ยับยั้งโรคแคงเกอร์
ในพืชตระกูลส้ม

ACTINOMYCETES FROM MANGROVE FOREST SOILS AND PLANT GROWTH
PROMOTING WITH INHIBITORY EFFECT ON CANKER
DISEASE IN CITRUS PLANT



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACTINOMYCETES FROM MANGROVE FOREST SOILS AND PLANT GROWTH
PROMOTING WITH INHIBITORY EFFECT ON CANKER
DISEASE IN CITRUS PLANT



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตยอ งอิงเงิ งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


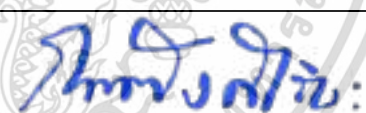

ACADEMIC YEAR 2022

หัวข้อโครงการพิเศษ แอคติโนมัยสีทจากดินป่าชายเลน การส่งเสริมการเจริญเติบโตและฤทธิ์ยับยั้งโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม
Actinomycetes from mangrove forest soils and Plant Growth Promoting with inhibitory effect on Canker disease in citrus plant

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวเบญจมาศ สายเสื่อ รหัสนักศึกษา 62050618
นางสาวอภิษฎา สุขจิตร รหัสนักศึกษา 62050661

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา ชีววิทยา
ปีการศึกษา 2565
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2565

อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. จิตติ ท่าไว ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร. กานต์ วงศาริยะ กรรมการ	
ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	แอกติโนมัยสีทจากดินป่าชายเลน การส่งเสริมการเจริญเติบโตและฤทธิ์ยับยั้งโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวเบญจมาศ	สายเสื่อ	รหัสนักศึกษา 62050618
	นางสาวอภิษฎา	สุขจิตร	รหัสนักศึกษา 62050661
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)		
ภาควิชา	ชีววิทยา		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2565		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. คณิงกานต์ กลั่นบุญชัย		

บทคัดย่อ

เชื้อแอกติโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท ซึ่งคัดแยกได้จากดินป่าชายเลนศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 จังหวัดสมุทรสาครและวนอุทยานปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นำมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ทำการคัดเลือกโดยทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นด้วยวิธีการ Agar plug เพื่อทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ที่ก่อโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม พบว่ามีแอกติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบจำนวน 10 ไอโซเลท ไอโซเลทที่มีบริเวณยับยั้งสูงสุดได้แก่ PC13070 เท่ากับ 22.0 และ 23.0 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งทางชีวภาพด้วยวิธี Agar disc diffusion ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าแอกติโนมัยสีททั้ง 10 ไอโซเลทไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ นำไปทำการทดสอบการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช พบว่าแอกติโนมัยสีททั้ง 10 ไอโซเลท สามารถสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติกได้ ทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟตพบว่า PC02770 PC13070 และ PC15800 สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ ทดสอบการผลิตแอมโมเนียพบว่าแอกติโนมัยสีททั้ง 10 ไอโซเลทสามารถผลิตแอมโมเนียได้ ทดสอบการสร้างซิเดโรฟอร์พบว่าแอกติโนมัยสีททั้ง 9 ไอโซเลทสามารถผลิตซิเดโรฟอร์ได้ และการทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์พบว่าทุกไอโซเลทไม่มีการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์

คำสำคัญ : แอกติโนมัยสีท, ป่าชายเลน, *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, ฤทธิ์การต้านจุลชีพ, การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Actinomycetes from mangrove forest soils and Plant Growth Promoting with inhibitory effect on Canker disease in citrus plant			
Students	Miss Benjamas	Saisua	Student ID	62050618
	Miss Apichaya	Sukjit	Student ID	62050661
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)			
Department	Biology			
School	Science			
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)			
Academic Year	2022			
Advisor	Dr. Khanungkan Klanbut			

Abstract

Forty-seven isolates of actinomycetes were isolated from mangrove forest soils in Mangrove Forest Resources Education and Development Center, Samut Sakorn and Pran Buri Forest Park, Prachuapkhirikhan, all isolates were examined the morphological by slide culture technique. Selection was performed by preliminary bioactivity test using agar plug method to test the ability to inhibit pathogenic bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* cause Canker disease in citrus plants, 10 isolates of actinomycetes could inhibit this bacterium. The isolate with the highest inhibitory zone; PC13070 could inhibit as 22.0 and 23.0 mm. Then followed by Agar disc diffusion method at concentrations of 1 and 50 mg/ml, found that none of the actinomyces could resist against the bacteria that cause the disease. Plant Growth-Promoting (PGP) experiment found ten isolates of actinomycetes were found to produce indole-3-acetic acid. Additionally, it was discovered that PC02770, PC13070, and PC15800 could produce phosphate solubilization. Ammonia production test showed that all ten isolates of actinomycetes were able to produce ammonia. The actinomycetes test for siderophore production revealed that nine isolates were able to create siderophore and all of the isolates could not produce hydrogen cyanide.

Keywords: Actinomycetes, mangrove forest, *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, antimicrobial activity, Plant Growth-Promoting (PGP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำ โดย ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตรวจสอบและแก้ไขร่างโครงการพิเศษมาโดยตลอด ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติ ท่าไฉ่ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการ โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ วงศาริยะ เป็นกรรมการในการสอบโครงการพิเศษในครั้งนี้ซึ่งได้กรุณาตรวจแก้ไขโครงการพิเศษฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยความสะดวกและประสานงานในการทำโครงการพิเศษให้ผู้เขียนมาตลอดจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการนำเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม มาใช้ในการทดลองสำหรับโครงการพิเศษฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณกำลังใจต่างๆจากครอบครัวที่ได้คอยให้การสนับสนุนในทุกๆด้านเสมอมา ขอขอบคุณตัวผู้วิจัยเอง ขอขอบคุณเพื่อนสนิทที่น่ารักและเพื่อน พี่ น้อง คนอื่นๆที่มีส่วนช่วยเหลือในโครงการพิเศษครั้งนี้ ดาราศิลปินที่ชื่นชอบ เพลงทุกเพลงและอนิเมะทุกเรื่อง ที่ทำให้รู้สึกดีขึ้น อยู่เคียงข้างและคอยมอบกำลังใจที่ดีในวันที่เหนื่อยล้าจนกลับมามีกำลังใจในการทำโครงการพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ

เบญจมาศ สายเสื่อ

อภิชญา สุขจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระบบนิเวศป่าชายเลน.....	4
2.2 แอคติโนไมยสีท	7
2.3 การจัดจำแนกแอคติโนไมยสีท	8
2.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนไมยสีท	10
2.5 แหล่งที่พบแอคติโนไมยสีท.....	17
2.6 แอคติโนไมยสีทจากป่าชายเลน.....	17
2.7 ที่มาและความสำคัญของพืชตระกูลส้มในประเทศไทย.....	17
2.8 โรคที่เกิดกับพืชตระกูลส้ม (มะนาว).....	19
2.9 โรคแคงเกอร์	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช Plant-growth-promoting (PGP) โดยใช้ประโยชน์ได้จนกว่าจะ 21 ปี
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3_วิธีการดำเนินงานวิจัย	28
3.1 เครื่องมือ.....	28
3.2 อุปกรณ์.....	28
3.3 สารเคมี.....	29
3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ	31
3.5 เชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ (กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช).....	31
3.6 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย	31
บทที่ 4_ผลการวิจัยและการอภิปราย.....	37
4.1 การคัดแยกเชื้อแอกติโนมัยสีท.....	37
4.2 การศึกษาการเจริญของแอกติโนมัยสีทบนอาหารแข็ง International Streptomyces Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) เป็นองค์ประกอบ.....	39
4.3 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอกติโนมัยสีท.....	41
4.4 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ทั้งหมด 47 ไอโซเลท	93
4.5 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i> เบื้องต้นด้วยวิธี Agar plug (Preliminary screening for antimicrobial activity).....	95
4.6 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม <i>X. axonopodis</i> pv. <i>citri</i> ของสารสกัดยับยั้งแอกติโนมัยสีท ด้วยวิธี Agar disc diffusion	98
4.7 การทดสอบความสามารถในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญของพืชจากแอกติโนมัยสีท.....	100
บทที่ 5_บทสรุปและข้อเสนอแนะ	107
5.1 สรุปผลการวิจัย	107
5.2 ข้อเสนอแนะ	109
เอกสารอ้างอิง	111
ภาคผนวก	
เอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ	119
ภาคผนวก ก_อาหารเลี้ยงเชื้อให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข	120

ภาคผนวก ข.Reagent.....	124
ภาคผนวก ค.ภาพถ่ายสถานที่เก็บตัวอย่างดิน	126
ภาคผนวก ง.การทดสอบความสามารถของแอกติโนไมยีสท์ในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i> ด้วยวิธี Agar plug	132
ภาคผนวก จ.การทดสอบความสามารถของแอกติโนไมยีสท์ในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i> ด้วยวิธี Agar disc diffusion	136
ภาคผนวก ฉ.ตารางสารออกฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช(Plant Growth-Promoting : PGP).139	
ภาคผนวก ช.การทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิติก(Indole—3-acetic acid : IAA) ของแอกติโนไมยีสท์	142
ภาคผนวก ซ.การทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของแอกติโนไมยีสท์ ..	143
ภาคผนวก ฌ.การทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN) ของแอกติโนไมยีสท์	145
ภาคผนวก ฎ.การทดสอบการสร้างแอมโมเนีย (NH ₃) ของแอกติโนไมยีสท์ทั้งหมด	147
ภาคผนวก ฏ.การทดสอบการสร้างซิดิโรฟอร์ (Siderophore) ของแอกติโนไมยีสท์	148
ภาคผนวก ฐ.ความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0, 1.5 และ 3 %w/v ของแอกติโนไมยีสท์.....	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญัตินำ

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 ไอโซเลทของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาครจำนวน 10 ไอโซเลท.....	37
ตารางที่ 4.2 ไอโซเลทของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินป่าชายเลนจังหวัดประจวบคีรีขันธ์จำนวน 37 ไอโซเลท.....	38
ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการเจริญบนอาหารแข็ง International Streptomyces Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นองค์ประกอบ.....	39
ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ความสามารถในการเจริญบนอาหารแข็ง International Streptomyces Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นองค์ประกอบ.....	40
ตารางที่ 4.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน.....	42
ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน.....	43
ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน.....	44
ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน.....	45
ตารางที่ 4.5 แสดงผลทดสอบความสามารถเบื้องต้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ <i>X.axonopodis</i> pv. <i>citri</i>	96
ตารางที่ 4.5 (ต่อ) แสดงผลทดสอบความสามารถเบื้องต้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ <i>X.axonopodis</i> pv. <i>citri</i>	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลทดสอบความสามารถของสารสกัดหยาบในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ
X. axonopodis pv. *citri*..... 99

ตารางที่ 4.7 แสดงการส่งเสริมการเจริญของพืช (Plant Growth-Promoting : PGP) ของแอคติโนมัยซีท
 106



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างโคโลนีของแอกติโนมัยสีทที่แยกได้จากดิน	11
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างโคโลนีของแอกติโนแบคทีเรียบนอาหารแข็ง	12
รูปที่ 2.3 การสร้างสปอร์เดี่ยวของแอกติโนมัยสีทในสกุลต่างๆ	13
รูปที่ 2.4 การสร้างสปอร์รูปแบบต่างๆของแอกติโนมัยสีท	14
รูปที่ 2.5 การสร้างสปอร์แบบสายยาว ของ <i>Streptomyces</i>	14
รูปที่ 2.6 รูปทรงของอัสปอร์ที่เจริญบนเส้นใยอาหาร	15
รูปที่ 2.7 รูปทรงของอัสปอร์ที่เจริญบนเส้นใยอากาศ	16
รูปที่ 2.8 อาการของโรคแคแคงเกอร์ที่พบในমনาว	21
รูปที่ 2.9 วัฏจักรไนโตรเจน	22
รูปที่ 3.1 การวางชิ้นวุ้นของแอกติโนมัยสีทลงบนอาหาร Nutreint Agar (NA) ที่ป้ายเชื้อทดสอบแล้วด้วยวิธี Agar plug	34
รูปที่ 4.1 แสดงความสามารถในการเจริญบนอาหารแข็ง International Streptomyces Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นองค์ประกอบ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน ของไอโซเลท PC15600	41
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS00110 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v.....	46
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS00410 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v.....	47
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS00510 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v.....	48
รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS00710 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v.....	49
รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS00910 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	50
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS01210 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS01310 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	52
รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS02210 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	53
รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS03210 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	54
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS03310 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	55
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC00100 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	56
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC00200 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	57
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC00600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	58
รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC00870 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	59
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC00970 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	60
รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC01270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	61
รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC01470 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	62
รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC01670 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	63
รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC01770 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	64
รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC02370 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	65
รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC02770 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC03300 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	67
รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC03500 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	68
รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC03600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	69
รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC05100 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	70
รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC07170 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	71
รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC08070 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	72
รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC08970 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	73
รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC09270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	74
รูปที่ 4.31 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC09370 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	75
รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC09870 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	76
รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC10270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	77
รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC10470 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	78
รูปที่ 4.35 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC10570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	79
รูปที่ 4.36 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC11170 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	80
รูปที่ 4.37 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PC11570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือ	
เอกสรนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า	
โซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	81
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้	

รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC11670 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	82
รูปที่ 4.39 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC12570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	83
รูปที่ 4.40 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC13070 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	84
รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC14270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	85
รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC14570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	86
รูปที่ 4.43 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC14900 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	87
รูปที่ 4.44 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC15600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	88
รูปที่ 4.45 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC15800 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	89
รูปที่ 4.46 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC16070 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	90
รูปที่ 4.47 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC16370 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	91
รูปที่ 4.48 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC16600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v.....	92
รูปที่ 4.49 แสดงลักษณะโคโลนีของแอกติโนมัยสีทจำนวนทั้งหมด 47 ไอโซเลท	94
รูปที่ 4.50 แสดงลักษณะของโคโลนีของแบคทีเรีย <i>X.axonopodis</i> pv. <i>citri</i> บนเพลทอาหาร (a), แสดงลักษณะโคโลนีภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (b).....	95
รูปที่ 4.51 กราฟแสดงฤทธิ์ของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย <i>X.axonopodis</i> pv. <i>citri</i>	97
รูปที่ 4.52 แสดงผลการทดสอบความสามารถเบื้องต้นในการยับยั้งแบคทีเรีย <i>X.axonopodis</i> pv. <i>citri</i> ของไอโซเลท PC13070 และ PC16070 ด้วยวิธี Agar plug.....	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.53 แสดงการทดสอบการสร้างสารออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย <i>X.axonopodis</i> pv. <i>citri</i> ด้วยวิธี Agar disc diffusion.....	99
รูปที่ 4.54 แสดงผลการทดสอบการผลิต IAA หลังจากหยดสาร Salkowsky's reagent	100
รูปที่ 4.55 แสดงผลการทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของไอโซเลท PC02770 ในอาหาร Pikovskaya's agar	101
รูปที่ 4.56 แสดงผลการทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของไอโซเลท PC13070 ในอาหาร Pikovskaya's agar	102
รูปที่ 4.57 แสดงผลการทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของไอโซเลท PC15800 ในอาหาร Pikovskaya's agar	102
รูปที่ 4.58 แสดงผลการทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ของไอโซเลท PC13070 บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมไกลซีน 0.44% ที่บ่มพร้อมกระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ชุบด้วย Picric acid solution	103
รูปที่ 4.59 แสดงผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย หลังหยดสารละลาย Nessler's reagent	104
รูปที่ 4.60 แสดงผลการทดสอบการสร้างซิติโรฟอร์ของไอโซเลท SS00110 SS01210 และ PC02770 บนอาหารแข็ง ISP2 ที่มีการผสมสารละลาย Chrome Azural S (CAS)	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการพิเศษ

ป่าชายเลนเป็นพื้นที่ที่มีระบบนิเวศที่ค่อนข้างหลากหลายอุดมไปด้วยพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์นานาชนิดดำรงชีวิตอยู่ร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนและมีการหมุนเวียนสารอาหารกันอย่างสมดุลทำให้ดินบริเวณป่าชายเลนนั้นมีความอุดมสมบูรณ์อย่างมาก เนื่องจากมีทั้งซากพืชและซากสัตว์ถูกทับถมจึงทำให้บริเวณป่าชายเลนมีแร่ธาตุที่สูง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565) ในขณะที่เดียวกันป่าชายเลนเองก็จะทำหน้าที่เป็นป้อมปราการที่คอยปกป้องและรักษาไว้ซึ่งความสมดุลของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เอื้ออำนวยต่อการเป็นแหล่งกำเนิดของห่วงโซ่อาหาร(Food chain) ของมวลมนุษยชาติ (สถานีวิจัยเพื่อพัฒนาชายฝั่งอันดามัน, 2562) ส่วนประกอบที่สำคัญในระบบนิเวศป่าชายเลนอีกอย่างหนึ่งคือ ผู้ย่อยสลายซึ่งหมายถึงจุลินทรีย์ทั้งหลายที่ช่วยในการทำลายหรือช่วยย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์ให้เกิดการเน่าเปื่อยจนกลายเป็นธาตุอาหารและกลายเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้ผลิตต่อไป (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565) ป่าชายเลนบริเวณประเทศไทยขึ้นอยู่อย่างกระจุกกระจายตามบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ภาคกลางและภาคใต้ โดยจะพบจากทั้งทางด้านฝั่งอ่าวไทย และฝั่งด้านทะเลอันดามัน (ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล, 2565) โดยการศึกษาโครงการพิเศษครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่การคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากบริเวณดินป่าชายเลน ซึ่งแบคทีเรียที่จะทำการคัดแยกจะเป็นแบคทีเรียในกลุ่มแอกติโนมัยสิต เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาล้ำกับเชื้อราที่สามารถพบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น สารปฏิชีวนะ (จิตติ, 2565) ในปัจจุบันแอกติโนมัยสิตจึงเป็นแหล่งสร้างสารปฏิชีวนะที่สำคัญ ซึ่งแอกติโนมัยสิตมีด้วยกันหลายสายพันธุ์ที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์และมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อก่อโรคที่หลากหลายและแอกติโนมัยสิตเองยังมีบทบาทในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting Rhizobacteria : PGPR) ที่สำคัญคือ แอกติโนมัยสิตมีความสามารถในการสร้างฮอร์โมนพืชซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช อย่างเช่น การผลิตสาร Indole-3-Acetic Acid (IAA), การผลิตซิเดโรฟออร์ เป็นสารที่จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่ก่อโรคในพืชโดยจะแย่งจับกับธาตุเหล็กในดินบริเวณรอบๆรากของพืช, ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน (ปัญหานัน, 2564) , ความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พร้อมใช้งานเพื่อที่พืชจะสามารถนำไปเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ธาตุอาหารต่อไป รวมทั้งการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์และการผลิตแอมโมเนีย (เพ็ญกวี และคณะ, 2564)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษานี้จึงมีความสนใจที่จะนำแอคติโนมัยสีที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนมาทำการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อก่อโรคแคงเกอร์ ในพืชตระกูลส้ม

โรคแคงเกอร์ (Canker disease) นับเป็นโรคที่มีความอันตรายร้ายแรงแก่พืชตระกูลส้ม สามารถพบการระบาดได้ในหลายประเทศ ซึ่งในประเทศไทยเองก็พบการระบาดของโรคนี้อย่างกว้างขวางโดยเชื้อก่อโรคที่เป็นสาเหตุของโรคแคงเกอร์มาจากเชื้อแบคทีเรียที่ชื่อว่า *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้สามารถเข้าทำลายและก่อให้เกิดโรคในพืชตระกูลส้มได้ เช่น มะนาว มะกรูด ส้มโอ เป็นต้น (บริษัท กรีน อินโนเวทีฟ ไบโอเทคโคโนโลยีจำกัด, 2565) โดยจะมีลักษณะอาการของโรคคือ ใบมีลักษณะตกสะเก็ดจนสีน้ำตาลอ่อนถึงแก่ ทั้งใบ กิ่งและผล ผลจะขยายวงใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เห็นเป็นวงซ้อนกันต่อมาจะเหลืองแห้งและหลุดร่วงลงไปเอง (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560)

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีความสนใจที่จะทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยสีจากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อทำการศึกษากการสร้างสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแคงเกอร์ที่เป็นปัญหาในพืชตระกูลส้มที่เป็นพืชเศรษฐกิจของไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. เพื่อคัดแยกแอคติโนมัยสีจากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยสีที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
3. เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ที่เป็นสาเหตุของโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้มของแอคติโนมัยสีที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ด้วยวิธี Agar plug และวิธี Agar disc diffusion
4. เพื่อศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชบางประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. คัดแยกแอกติโนมัยสีทจากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
3. ศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ที่เป็นสาเหตุของโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้มของแอกติโนมัยสีทที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ด้วยวิธี Agar plug และวิธี Agar disc diffusion
4. ศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชบางประการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถคัดแยกแอกติโนมัยสีทจากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. สามารถระบุลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
3. สามารถคัดแยกแอกติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ที่เป็นสาเหตุของโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้มของแอกติโนมัยสีทที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ด้วยวิธี Agar plug และวิธี Agar disc diffusion
4. สามารถคัดแยกแอกติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชบางประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบนิเวศป่าชายเลน

ป่าชายเลน หรือ ป่าโกงกาง มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า “mangrove forest” หรือ “intertidal forest” พบได้ทั่วไปตามพื้นที่ชายฝั่งทะเล บริเวณปากแม่น้ำ อ่าว ทะเลสาบ ลำคลอง และเกาะที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเกิดป่าชายเลน คือ อ่าวที่มีน้ำนิ่งๆ และมีแม่น้ำสายใหญ่ๆ ไหลลงมา เมื่อน้ำนิ่งพวกโคลนเลนและตะกอนต่างๆ ที่ไหลปะปนมากับกระแสน้ำก็จะจมลง การตกตะกอนของดินโคลนเหล่านี้จะทำให้เกิดแผ่นดินโคลนหรือเลนบริเวณท้องอ่าว (สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 13 ชลบุรี, 2561)

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการยังชีพ การผลิต การบริโภค และการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่การจัดสรร การควบคุมดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ประกอบกับการขยายตัวอย่างรวดเร็วทางเศรษฐกิจ ในภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรมมีการขยายตัวตามไปด้วย ได้นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในภาคอุตสาหกรรม และด้านการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิต แต่ยังคงขาดวิธีการที่เหมาะสม จนเกิดปัญหาความเสื่อมโทรมทางทรัพยากรธรรมชาติ ก่อให้เกิดวิกฤตการณ์ทางสิ่งแวดล้อมขึ้นในประเทศไทย และเป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจจากหลายฝ่ายในปัจจุบัน (วิศิระ, 2561)

ความแตกต่างทางลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน เช่น ชนิดการกระจาย และการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้และพันธุ์สัตว์นานาชนิด และกิจกรรมหลายอย่างที่เกิดขึ้นในป่าชายเลนที่มีผลมาจากอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของป่าชายเลนเหล่านี้ จำแนกประเภทได้ดังนี้ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)

1. ภูมิประเทศชายฝั่ง (coastal physiography) ภูมิประเทศชายฝั่ง เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของป่าชายเลน โดยเฉพาะการกระจายพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำและขนาดของพื้นที่ป่าชายเลน เช่น ถ้าชายฝั่งทะเลที่จมตัวเป็นที่ราบแคบๆ หรือบริเวณรอบเกาะเป็นภูเขาสูงๆ ป่าชายเลนเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น ป่าชายเลนในแถบประเทศบราซิล นอกจากนี้บริเวณที่เป็นป่าชายเลนชายฝั่งหรือปากแม่น้ำหรืออ่าวที่มีแม่น้ำหลายสายมาบรรจบกัน พื้นที่ดังกล่าวจะมีป่าชายเลนที่ขึ้นอย่างสมบูรณ์ มีพันธุ์ไม้และสัตว์หลากหลายชนิด ทั้งนี้เนื่องจากมีธาตุอาหารมารวมกันในปริมาณมาก ป่าชายเลนโดยทั่วไปชอบขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นดินเลนและเป็นที่ยากลำบาก มีน้ำทะเลท่วมถึง
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
อย่างไรก็ตาม (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภูมิอากาศ (climate) ปัจจัยสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวกับภูมิอากาศที่สำคัญ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ฝนและลม ป่าชายเลนส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่ในเขตโซนร้อน เพราะมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสม (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2565)

3. น้ำขึ้นน้ำลง (tides) น้ำขึ้น-น้ำลง นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง ในการกำหนดเขตการขึ้นของพันธุ์ไม้หรือสัตว์ในป่าชายเลน ช่วงเวลาน้ำขึ้น-น้ำลง จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในบริเวณป่าชายเลน กล่าวคือ ในขณะที่น้ำทะเลขึ้น ค่าปริมาณความเค็มของน้ำห่างจากชายฝั่งหรือตลอดจนแม่น้ำจะสูงขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้าม เมื่อน้ำทะเลลดลง ค่าปริมาณความเค็มของน้ำก็จะลดต่ำลงด้วย นอกจากนี้ ความเค็มของน้ำ ยังขึ้นอยู่กับช่วงเวลาน้ำเกิด-น้ำตาย อีกด้วย กล่าวคือ ในช่วงน้ำเกิด (ปรากฏการณ์น้ำขึ้นสูงสุด) ความเค็มของน้ำจะสูงขึ้น และความเค็มของน้ำจะลดลงเมื่อน้ำทะเลอยู่ในช่วงน้ำตาย (ปรากฏการณ์น้ำลงต่ำสุด) (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)

4. คลื่นและกระแสน้ำ (waves and currents) เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้มีการตกตะกอนบริเวณชายฝั่ง ช่วยพัดพาฝักของไม้ป่าชายเลนไปสู่แหล่งต่างๆ เพื่อขยายพันธุ์เจริญเติบโต ช่วยพัดพาธาตุอาหารจากป่าชายเลนออกสู่ชายฝั่งทะเล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำและการเพาะเลี้ยงชายฝั่งอย่างมาก (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2565)

5. ความเค็มของน้ำ (water salinity) และความเค็มของน้ำในดิน (soil water salinity) มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต การรอดตายและกระจายตัวของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน มีความสำคัญต่อการขึ้นอยู่ของชนิดพันธุ์ไม้และการอยู่อาศัยของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำ ในป่าชายเลนที่ความเค็มของน้ำต่างกันจะมีการขึ้นอยู่ของชนิดพันธุ์ไม้และชนิดของสัตว์ต่างกัน ซึ่งโดยปกติป่าชายเลนสามารถขึ้นและเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณน้ำกร่อยโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความเค็มของดินและน้ำระหว่าง 10-30 เเปอร์เซ็นต์ (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2565)

6. ออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ เป็นตัวจำกัดทั้งชนิดการเจริญเติบโตของพืช และการแพร่กระจายของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ การเกิดกระบวนการย่อยสลายของเศษใบไม้หรืออินทรีย์สาร จะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นสำคัญ (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2565)

7. ดิน (soil) ดินป่าชายเลนมีความแตกต่างจากดินป่าชนิดอื่นๆมาก คือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำเลว เค็ม มีออกซิเจนต่ำ เนื้อละเอียด และมีอินทรีย์วัตถุสูงมาก ดินป่าชายเลนจะอยู่ในวัฏจักรของน้ำขึ้นและน้ำลง คือ ถูกน้ำท่วมเมื่อน้ำขึ้นและไหลรับแสงเมื่อน้ำลง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินส่วนใหญ่มาจากการผุสลายของอินทรีย์สาร ซึ่งเป็นผลผลิตของป่าชายเลนเอง การผุสลายจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดเล็กน้อยโดยจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แบคทีเรีย รา และอาจรวมถึง สาหร่ายด้วย (กรมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ธาตุอาหาร (nutrients) มีแหล่งที่มาจากภายนอกป่าชายเลนและจากป่าชายเลนเอง คือ มาจากน้ำที่ไหลผ่านแผ่นดิน จากดินตะกอน จากน้ำทะเล และจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในป่าชายเลน เป็นต้น ธาตุอาหารในป่าชายเลนพบ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ธาตุอาหารประเภทอนินทรีย์สาร (inorganic minerals) และธาตุอาหารประเภทอินทรีย์สาร (organic detritus) โดยที่ธาตุอาหารที่ได้มาจากภายนอก จะมีปริมาณสูงในฤดูฝน จึงทำให้ธาตุอาหารที่มาจากภายนอกจะมีปริมาณมากกว่าธาตุอาหารที่ได้จากป่าชายเลนเอง ป่าชายเลนทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศในทะเลและระบบนิเวศบนบก ดังนั้น สังคมป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างมาก (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)

2.1.2 คุณสมบัติของดินป่าชายเลน

ดินเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการแบ่งเขตพืชป่าชายเลน ปัจจัยที่เกี่ยวกับดินในบริเวณใด บริเวณหนึ่งนั้นย่อมเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดชนิดของสังคมพืชในบริเวณนั้น ในแต่ละวันแต่ละฤดู สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินย่อมจะมีการผันแปรไปมาอยู่เสมอ ทั้งนี้เป็นผลมาจากน้ำขึ้นน้ำลง ปริมาณน้ำฝนและอัตราการระเหยของน้ำ ดังนั้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินกับสังคมพืชนั้นสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินกับการปรากฏแนวเขตต่างๆ ของสังคมพืชป่าชายเลน Steenis (1958) สรุปไว้ว่า ดินเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาลักษณะทางนิเวศวิทยาป่าชายเลนโดยคุณสมบัติทางกายภาพของดินมีผลต่อพืชมากกว่าคุณสมบัติทางเคมี (เกสรี, 2543)

ดินในป่าชายเลนเป็นดินที่เกิดจากกลุ่มของตะกอน การตกตะกอนของสารแขวนลอยในน้ำ การสลายตัวของอินทรีย์สารที่ทับถมกันและเกิดจากการกัดเซาะชายฝั่งจากแม่น้ำ อนุภาคที่มีขนาดใหญ่จนเกินกำลังของน้ำไม่สามารถพัดพาไปได้ก็จะตกตะกอนและทับถม ส่วนอนุภาคขนาดเล็กก็จะมีการจมตัวลงและไหลมาตามแม่น้ำลำคลอง ลักษณะของตะกอนดินต่างๆ ที่มาทับถมในบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลนนั้น มีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องมาจากแหล่งกำเนิดของตะกอนเป็นสำคัญ เช่น ถ้าเป็นตะกอนจากแม่น้ำลำคลองอาจจะเป็นดินโคลนละเอียดหรือตะกอนมาจากชายฝั่งอาจเป็นดินทรายส่วนมาก (กนกเรขา, 2554)

2.1.3 ประโยชน์และความสำคัญของป่าชายเลน (ภูริภัทร, 2548)

1.) ด้านป่าไม้ พันธุ์ไม้จากป่าชายเลนหลายชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างบ้านเรือน ผลิตเครื่องมือการประมง เฟอร์นิเจอร์ และนำมาทำถ่านไม้ที่ให้ความร้อนสูง นอกจากนี้เปลือกของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนหลายชนิดยังมีสารแทนนิน ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายชนิด เช่น ใช้ย้อมอวน และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง

ทำหมึก สี และกาวสำหรับติดไม้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ด้านการประมง ป่าชายเลนเป็นที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะ ปู กุ้ง หอยซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญรวมทั้งสัตว์น้ำอื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหารโดยเฉพาะปลาหลายชนิดที่เรานิยมบริโภค เช่น ปลากระพง ปลาทะเลหลายชนิดที่วางไข่ในป่าชายเลนและอาศัยเจริญเติบโตในระยะแรกเมื่อเจริญเติบโตแข็งแรงดีแล้วจึงออกสู่ทะเลและหลายชนิดที่แม่จะวางไข่ในทะเลแต่ตัวอ่อนจะเคลื่อนย้ายสู่ป่าชายเลนเพื่ออาศัยหลบซ่อนศัตรูและหาอาหาร

3.) ด้านการแพทย์ พันธุ์ไม้ป่าชายเลนหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรใช้รักษาโรคต่างๆได้ ตัวอย่าง คือ ต้นเหียงอกปลาหมอ โพธิ์ทะเล สำมะงา โปรง ตะบูน แสมและ โกงกาง เป็นต้น

4.) ด้านการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ ป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเลจากคลื่นลมแรงและการกัดเซาะดินได้เป็นอย่างดี ชายฝั่งทะเลบริเวณที่มีป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์จะไม่ได้รับความเสียหายจากคลื่นลมแรงและพายุ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เชื่อมโยงกับระบบนิเวศใกล้เคียงคือระหว่างป่าชายเลนกับทะเลและระหว่างป่าชายเลนกับป่าบก มีสัตว์หลายชนิดที่อพยพไปมาระหว่างระบบนิเวศดังกล่าว (ภูริภัทร, 2548)

2.2 แอคติโนมัยสีท

แอคติโนมัยสีทเจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน เป็นกลุ่มแบคทีเรียแกรมบวกสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยที่มีลักษณะเป็นซีสเตรตและไมซีเลียมเติบโตในอากาศ (Asma *et al.*, 2017) เนื่องจากสามารถสร้างเส้นใยสั้น ๆ บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ พบได้แพร่หลายในระบบนิเวศต่าง ๆ ทั่วโลกสามารถพบได้ในถิ่นอาศัยที่แตกต่างกันทั้งในสภาพแวดล้อมปกติและสภาพแวดล้อมที่มีความรุนแรงต่าง ๆ (นฤมล และคณะ, 2565) นอกจากนี้ยังมีสปอร์ที่มีพื้นผิวสปอร์ต่างกัน และมีปริมาณ Guanine + Cytosine สูงขึ้นอยู่กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเคมี (Selim *et al.*, 2021) แอคติโนมัยสีทพบได้ในดิน น้ำ พืช และสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น สาหร่าย ปะการัง ฟองน้ำ และเพรียงหัวหอม และอาศัยอยู่ในระบบนิเวศมีหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้สารอาหารหมุนเวียนในวัฏจักร นอกจากนี้พบว่าแอคติโนมัยสีทมีความสามารถในการผลิตสารเมทาบอลิท์ทุติยภูมิที่เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่สารกำจัดวัชพืช ยาฆ่าแมลง สารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และมากกว่า 90% สามารถผลิตยาปฏิชีวนะ บางชนิดสามารถสร้างรงควัตถุทำให้โคโลนีของแอคติโนมัยสีทมีสี ชมพู ส้ม เหลือง ม่วง และดำ เป็นต้น (มหัทธนี และคณะ, 2563) โดยแอคติโนมัยสีทถูกจัดกลุ่มเป็นสกุลต่างๆ ; *Streptomyces* เป็นสกุลที่แยกได้บ่อยที่สุดของลำดับแอคติโนมัยสีท เนื่องจากมีความสำคัญอย่างยิ่งในทางการแพทย์ วิทยาศาสตร์ นิเวศวิทยา และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ (Selim *et al.*, 2021)

ไม่หวังกำไรใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแบบส่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การจัดจำแนกแอกติโนมัยสีท

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology เล่ม 4 ได้ แบ่งประเภทของเชื้อแอกติโนมัยสีทโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และองค์ประกอบทางเคมีของเซลล์เป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ Nocardioforms, Multilocular-sporangia, Actinoplanetes, Streptomycetes, Maduromycetes, Thermomonospora, Thermoactinomycetes และกลุ่มที่ไม่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มต่างๆข้างต้นได้ (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

2.3.1 Nocardioforms

Nocardioforms เป็นกลุ่มที่เส้นใยมีการแตกหักเป็นแท่งหรือกลมบางชนิดสามารถสร้างโคนิเดีย แอกติโนมัยสีทกลุ่มนี้ทุกสกุลเป็นพวกที่ต้องการอากาศในการเจริญ ยกเว้น *Oerskoviae* ซึ่งเป็นพวกที่ต้องการอากาศเล็กน้อยในการเจริญ เชื้อในกลุ่มนี้มีผนังเซลล์แบบ I (LL-DAP และ glycine) ในสกุล *Nocardia* และ *Rhodococcus* ที่ผนังเซลล์จะมี mycolic acid และมีน้ำตาลในเซลล์เป็น type A (Arabinose และ Galactose) (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

2.3.2 Actinomycetes with multilocular sporangium

เชื้อในกลุ่มนี้ใช้ลักษณะ multilocular sporangium เป็นหลักในการจำแนกประเภท แยกออกจากเชื้อแอกติโนมัยสีทกลุ่มอื่นๆ แอกติโนมัยสีทในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 3 สกุล ดังนี้ *Dermatophilus*, *Geodermatophilus* และ *Frankia* โดยมีลักษณะแตกต่างกันคือเชื้อสกุล *Geodermatophilus* ซึ่งมีเส้นสายง่ายๆ ที่ยังไม่พัฒนามากนัก thullus ทั้งหมดสร้างเป็น sporangium ส่วนสกุล *Dermatophilus* เส้นสายจะมีการพัฒนามากขึ้นมีการสร้าง multilocular sporangium แบบยาว และสกุล *Frankia* มีการสร้าง sporangium และ filament ทั้งบริเวณ intercalary swelling ตอนปลายหรือบนกิ่ง lateral branches ทั้ง 3 สกุล จะไม่พบการสร้างเส้นใยที่ชูขึ้นมาในอากาศ (aerial mycelium) (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

2.3.3 Actinoplanetes

แอกติโนมัยสีทในกลุ่ม Actinoplanetes มีทั้งสิ้น 5 สกุล ดังนี้ *Actinoplanes*, *Ampullariella*, *Pilimelia*, *Dactylosporangium* และ *Micromonospora* เชื้อในกลุ่มนี้ส่วนมากอยู่ในน้ำ เพราะเป็นกลุ่มที่มีสปอร์เคลื่อนที่ได้ในน้ำในช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตยกเว้น *Micromonospora* ลักษณะสำคัญของเชื้อในกลุ่มนี้คือเจริญโดยไม่มีการแตกหักมีการแตกกิ่งก้านแล้วสร้างสปอร์อยู่บนเส้นใยที่มีผนังกัน เส้นใยมีการพัฒนาน้อยคือจะเห็นเพียงบางๆ เชื้อในกลุ่มนี้มี DAP ที่ผนังเซลล์แบบ III (Meso- DAP และ OH - DAP) และมีน้ำตาลในเซลล์เป็น type D (Xylose และ Arabinose)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือมีการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ กรุณาแจ้งที่ 02-254-4000 ต่อที่ 222 เพื่อขออนุญาตและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Micromonospora สร้างสปอร์ที่ไม่เคลื่อนที่ (nonmotile spore) เกิดขึ้นเดี่ยวๆไม่มีก้านหรือมีเพียงสั้นๆมักพบรวมเป็นกลุ่ม มีลักษณะกลม รูปไข่หรือวงรี ผนังหนา บางครั้งพบตุ่มหรือหนามที่ผนัง พวกที่สร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้ (motile spore) ใน sporangia หรือ vesicles ซึ่งมีการพัฒนาให้ไปอยู่ส่วนปลายของ sporangiophore มีทั้งขนาดสั้นและยาว สปอร์มักถูกสร้างอยู่ใน sporangium ที่ถูกปกคลุมไว้ด้วยกึ่งก้านที่แตกหัก หรือ บางทีก็เป็นเส้นใยของ sporogenous hyphae ตรงหรือขดเป็นเกลียว ส่วนของ multispore sporangia มีหลายรูปร่าง (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

2.3.4 Streptomycetes และเชื้อใน genera ที่เกี่ยวข้อง

แอกติโนมัยซีทในกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 4 สกุล *Streptomyces*, *Streptoverticillium*, *Kineosporia* และ *Sporichthya* ลักษณะที่สำคัญของเชื้อในกลุ่มนี้คือ เส้นใยเป็นแบบไม่มีผนังกั้นมีเส้นใยชูขึ้นมาในอากาศ และเมื่อเจริญเต็มที่จะสร้างสปอร์เป็นลูกโซ่มีจำนวนสปอร์ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป ผิวของโคโลนีเรียบๆเมื่อมีอายุมาก ที่ผิวหน้าของเส้นใย มีลักษณะเป็นฝุ่นผง ซึ่งก็คือสปอร์ที่สร้างขึ้น เชื้อในกลุ่มนี้มี DAP ที่ผนังเซลล์เป็นแบบ I (LL - DAP) (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

2.3.5 Maduromycetes

แอกติโนมัยซีทในกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 7 สกุล ดังนี้ *Actinomadura*, *Microbispora*, *Microtetraspera*, *Planobispora*, *Planomonospora*, *Spirillospora* และ *Streptosporangium* กลุ่มนี้เป็นพวกที่ต้องการอากาศในการเจริญ สร้างเส้นใยราบที่มีการแตกแขนง ไม่มีสปอร์แต่มีเส้นใยที่ชูขึ้นมาในอากาศ ซึ่งมีการสร้าง arthrospore ที่มีลักษณะเป็นสายสั้น หรือใน sporangia ที่มี 1 ถึงหลายสปอร์ III (Meso-DAP) น้ำตาลในเซลล์เป็นแบบ type B คือน้ำตาล 3-O-methyl-D-galactose (madurose) (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

2.3.6 Thermomonospora and Related Genera

แอกติโนมัยซีทกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 4 สกุล ดังนี้ *Thermomonospora*, *Actinosynnema*, *Nocardiosis* และ *Streptoalloteichus* กลุ่มนี้เป็นเชื้อที่ต้องการอากาศในการเจริญและสร้างสปอร์ อยู่บนเส้นใยที่แตกกึ่งก้านชูขึ้นในอากาศผนังเซลล์เป็นแบบ III (Meso - DAP) ไม่มี mycolic acid แต่มี menaquinone ที่มี isoprenoid จำนวน 9-10 หน่วย (MK-9, MK-10) การเรียงตัวและลักษณะของสปอร์จะแตกต่างกันไปตามแต่ละสกุล (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 Thermoactinomycetes

กลุ่มนี้มีเพียง 1 สกุล คือ *Thermoactinomycetes* ซึ่งเป็นพวกที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิสูง ซึ่งในกลุ่มนี้จะมีเอนโดสปอร์อย่างแท้จริง ทนความร้อนได้ดี และมีคุณสมบัติของเอนโดสปอร์ของแบคทีเรียครบถ้วน มี G+C content ต่ำกว่าพวกแอกติโนมัยซีททั่วไป แต่ไปมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับพวก *Bacillus* และมีการพัฒนาสร้างเส้นใยอย่างดี และมีสัณฐานวิทยาที่ต่างจาก *Bacillus*

นอกจากนั้นกลุ่มนี้มีการสร้างเส้นใยชูขึ้นในอากาศพวก *T.dichotomous* มีสีเหลืองส่วนพวกอื่นจะมีสีขาวทุกสปีชีส์เป็นพวกต้องใช้อากาศในการเจริญ และเป็นพวกที่ชอบย่อยสลายเศษซากและเกือบทั้งหมดเป็นพวกที่ชอบเจริญในอุณหภูมิสูง เจริญได้ไม่ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส ผนังเซลล์กลุ่มนี้เป็นแบบ III แต่จะไม่มีลักษณะของน้ำตาล amino acid ส่วน menaquinone เป็นแบบไม่อิมตัว เช่น MK-7 หรือ MK-9 ในสปอร์มี dipicolinic acid อยู่ด้วย (William, 1989 ; ศิริรัตน์, 2552)

2.3.8 กลุ่มอื่นๆ

แอกติโนมัยซีทในกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 4 สกุล *Glycomyces*, *Kibdelosporangium*, *Kitasatosporia* และ *Saccharothrix* เป็นกลุ่มที่ยังหาความสัมพันธ์กับแอกติโนมัยซีทกลุ่มอื่นไม่ได้

2.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอกติโนมัยซีท

2.4.1 การสร้างโคโลนี

โคโลนีของแอกติโนมัยซีทเกิดจากการรวมตัวกันของเส้นใย (mycelium) ที่หนาแน่น จากนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะโคโลนี เช่น การสร้างสปอร์ จากการสร้างผนังกัน แต่มีบางสายพันธุ์ที่ไม่สร้างเส้นใยอากาศ ได้แก่ *Micromonospora* และ *Actinoplanes* เนื่องจากมีความเหมาะสมทางสภาพแวดล้อมเพื่อใช้ในการเจริญจึงส่งผลให้การสร้างเส้นใยอากาศสั้นลง โดยพบว่าโครงสร้างหลักของโคโลนีขึ้นกับเส้นใยอากาศและเส้นใยอาหาร ถ้าหากเส้นใยถูกจำกัดทำให้มีเส้นใยอากาศสั้น โคโลนีอาจฟูหรือเรียบแบน ลักษณะโคโลนีอาจมีแบบยกตัวขึ้น (raised) แบนราบ (flat) หรืออาจจะมีลักษณะคล้ายหนัง (leathery layer) อาจจะอ่อนนุ่มและเหนียว ไปจนถึงแข็ง ผิวหน้าของโคโลนีอาจมีลักษณะเรียบ ขรุขระ นูน เป็นเม็ดเล็ก หรือเป็นเกล็ด ขนาดโคโลนีจะขึ้นอยู่กับสปีชีส์ อายุ สภาพการเจริญเติบโต ตั้งแต่เส้นผ่านศูนย์กลางระดับมิลลิเมตรถึง

เซนติเมตร (Hubert *et al.*, 1967)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างโคโลนีของแอกติโนมัยสีทที่แยกได้จากดิน

ที่มา : Mahidol and Osaka University Collaborative Research Center for
Biosciences and Biotechnology

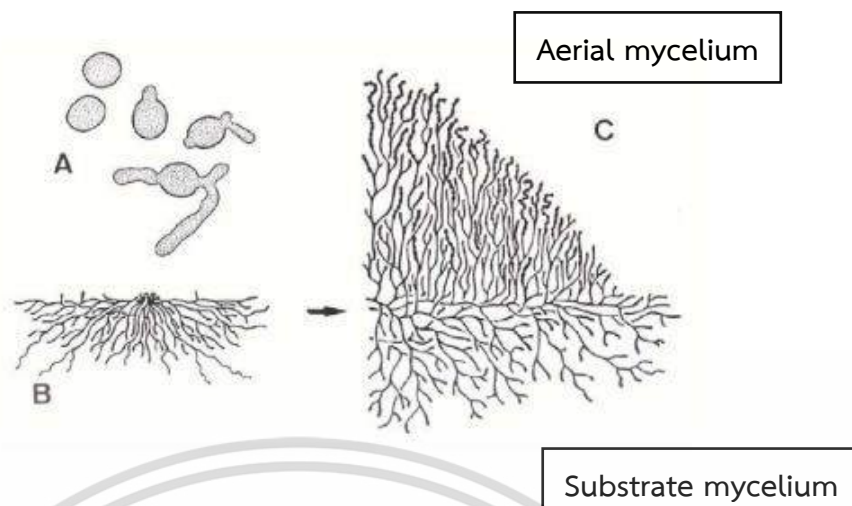
2.4.1.1 เส้นใยอาหาร (substrate mycelium)

ลักษณะของเส้นใยอาหารจะเติบโตบนพื้นผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อและมีหน้าที่หลักคือ การดูดซึมสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของแอกติโนมัยสีท เมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบว่า เส้นใยอาหารนั้นมีความเรียวยาวโปร่งใส โปร่งแสงในพื้นหลังมืดและแตกแขนงมากกว่าเส้นใยอากาศ และเส้นใยมีความหนาประมาณ 0.4 ถึง 1.2 ไมโครเมตร ซึ่งนอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยอาหารสามารถสร้างสารสีได้ ไม่ว่าจะเป็นสารสีแดง สีขาว สีเหลือง สีชมพูและ สีดำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อแอกติโนมัยสีทบางสายพันธุ์ยังสามารถสร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ หรือจะสร้างเม็ดสี ซึ่งสามารถละลายไขมันได้ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งรงควัตถุต่างๆนี้จะทำให้สามารถมองเห็นเป็นสีต่างๆได้ (Vobis, 1997; เพ็ญกวี, 2564)

2.4.1.2 เส้นใยอากาศ (aerial mycelium)

เส้นใยอากาศเป็นเส้นใยที่มาจากเส้นใยอาหารที่เมื่อพัฒนาไปจนถึงระยะหนึ่งแล้ว จะมีการเติบโตไปในอากาศและบางครั้งเส้นใยอากาศและเส้นใยอาหารจะแยกแยกได้ยาก ซึ่งจะสามารถแยกแยกทั้งสองลักษณะเส้นใยนี้ด้วยการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงซึ่งจะพบว่า เส้นใยอากาศนั้นจะมีลักษณะหยาบและหักเหแสง เส้นใยอากาศจะมีลักษณะเป็นปดอกหุ้มเส้นใย ยกเว้นในสกุล *Pseudonocardia* และ *Amycolata* นอกจากนี้บนสปอร์ของเส้นใยอากาศยังมีส่วนปดอกหุ้มสปอร์ ซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณที่แตกต่างกันของพื้นผิวสปอร์ นอกจากนี้การสร้างสปอร์ของเส้นใยอาหารทุกชนิดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของสปิซิส สภาพการรับสารอาหาร หรือปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่น จึงทำให้เส้นใยอากาศพัฒนาไปเป็นสปอร์ได้ (Wildermuth *et al.*, 1971; เพ็ญกวี, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างโคโลนีของแอคติโนมัยซีตที่เรียบบนอาหารแข็ง

A: อับสปอร์พัฒนาเป็นเส้นใย

B: เส้นใยอาหารเจริญและแทงเส้นใยลงไปใ้อาหาร (Substrate mycelium)

C: เส้นใยอากาศเจริญและชูในอากาศ มีการสร้างสปอร์ (Aerial mycelium)

ที่มา: (Japan, 1997; ปัญญา, 2564)

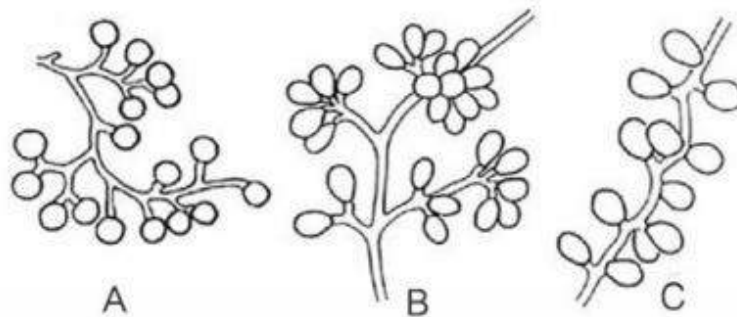
2.4.2 ชนิดของสปอร์

การสร้างสปอร์ของแอคติโนมัยซีตที่มีการสร้างสปอร์ 3 ชนิด ได้แก่

1.) การสร้างสปอร์แบบเดี่ยว

สำหรับการสร้างสปอร์ในลักษณะนี้ เรียกว่า monosporous พบในหลายสกุล ในสกุล *Micromonospora* ก้านชูสปอร์ (sporophore) มีการสร้างสปอร์บนเส้นใยอาหาร (ปัญญา, 2564) ในสกุล *Thermomonospora* สร้างสปอร์เดี่ยวบนเส้นใยอากาศที่ปลายก้านชูสปอร์ที่แตกแขนงหรือไม่แตกแขนง การแตกแขนงทำให้เกิดการสร้างเป็นกลุ่มของสปอร์ ในสกุลอื่นๆที่มีการสร้างสปอร์เดี่ยว ได้แก่ *Saccharomonospora* มีการสร้างสปอร์เดี่ยวรูปไข่ที่ปลายเส้นใยอากาศ (Vobis, 1997 ; ศิริรัตน์, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การสร้างสปอร์เดี่ยวของแอกติโนมัยสีทในสกุลต่างๆ

A. *Micromonospora*

B. *Thermomonospora*

C. *Saccharomonospora*

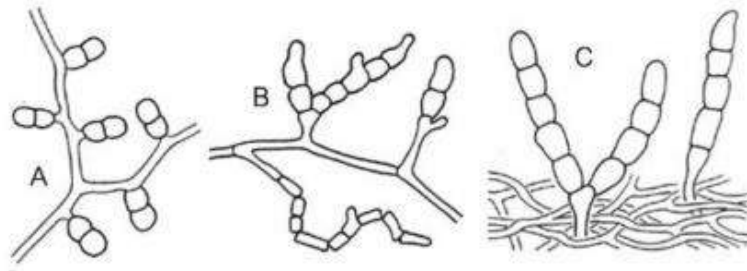
ที่มา: (Vobis, 1997; ศิริรัตน์, 2552)

2.) การสร้างสปอร์แบบสาย

สปอร์เป็นสายหรือสปอร์คู่หรือ bispora ในสกุล Microbispora มีการสร้างสปอร์รูปทรงรี 2 สปอร์ สปอร์แบบ oligosporous เป็นสปอร์สายสั้นๆ คือ 7-10 สปอร์ต่อสาย จำนวนสปอร์ที่พบน้อยที่สุด คือ 3 สปอร์ และมากที่สุด คือ 30 สปอร์ ความแตกต่างของสปอร์จัดได้ 4 ลักษณะ คือ

- Rectiflexibiles: สายโซ่ของสปอร์เป็นแบบเส้นตรงหรือโค้งงออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
- Retinaculiaperti: สายโซ่จะเป็นห่วง (hooks) แบบห่วงเปิดแบบสั้น หรือม้วนเป็นวงกลมประมาณ 1-3 วง
- Spira: สายโซ่แบบเกลียว แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบปิดหรือแบบเกลียวอัดกันแน่น และ แบบเปิด เกลียวยาวและขยายออก
- Verticillati: สายโซ่แบบเกลียวกันหอย และมีการแตกกิ่ง (Japan, 1997 ; ปัญชาน, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



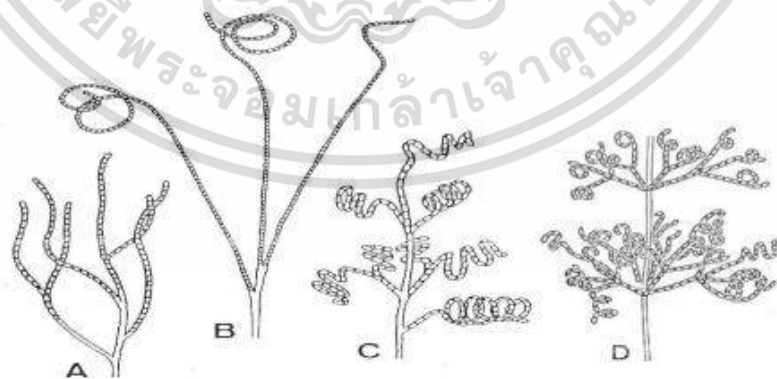
รูปที่ 2.4 การสร้างสปอร์รูปแบบต่างๆของแอกติโนมัยสีท

- A. สปอร์แบบ disporous ของ *Microbiospora*
- B. สปอร์แบบ Oligosporous ของ *Nocardia brevicatena*
- C. สปอร์แบบ Oligosporous ของ *Catellatospora*

ที่มา: (Vobis, 1997; ศิริรัตน์, 2552)

3.) การสร้างสปอร์จำนวนมาก

โดยพบว่าจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Streptomyces* มีการสร้างสปอร์ที่เป็นสายมากกว่า 50 สปอร์ ซึ่งสปอร์ของ *Streptomyces* และแอกติโนมัยสีทชนิดอื่นที่สามารถสร้างสปอร์มาก เรียกสปอร์เหล่านี้ว่า arthospores โดย arthospores ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับ arthospores ของเชื้อราในกลุ่ม Deuteromycota ที่สร้างสายของสปอร์และมีการแตกหักของเส้นใย ซึ่งแตกต่างของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายสปอร์สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการจัดหมวดหมู่ได้ การสร้างเส้นใยอากาศของ *Streptomyces* สามารถแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะดังภาพ



รูปที่ 2.5 การสร้างสปอร์แบบสายยาว ของ *Streptomyces*

A. ลักษณะสปอร์เป็นสายตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

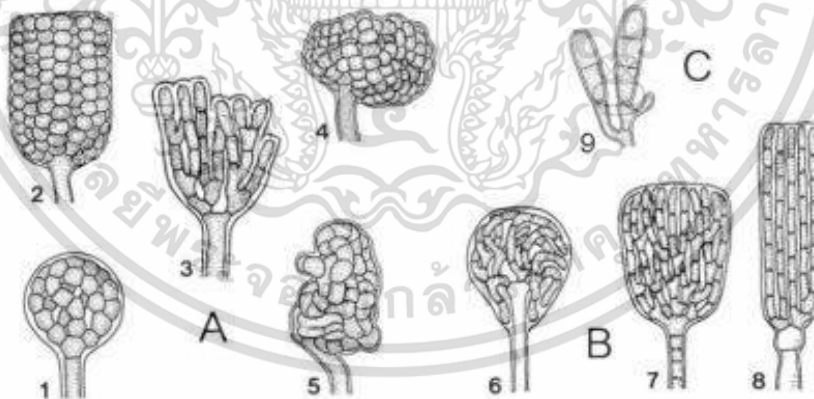
- B. ลักษณะสปอร์เป็นสายคล้ายขอ (hook) เป็นวงเปิดเป็นเกลียว
ซ้อนทับกัน 1-3 ชั้น
- C. ลักษณะสายสปอร์เป็นเกลียว แข่งออกเป็น 2 แบบ คือ เป็นเกลียววง
ปิด และเป็นเกลียววงเปิด เกลียวยาว และไม่ติดกันแน่น
- D. ลักษณะสายสปอร์ขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงออกเป็น
ช่อ

ที่มา: (Vobis, 1997; ศิริรัตน์, 2552)

2.4.3 การสร้างสปอร์ในอับสปอร์

การสร้างสปอร์ในอับสปอร์ (sporangia) มีหลายสายพันธุ์ สามารถแบ่งกลุ่มการสร้างสปอร์ได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่สร้างอับสปอร์บนเส้นใยอาหารและกลุ่มที่สร้างอับสปอร์บนเส้นใยที่ชูขึ้นในอากาศ

กลุ่มที่สร้างอับสปอร์บนเส้นใยอาหาร ได้แก่ *Actinoplanes* อับสปอร์มีลักษณะเป็นทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-15 ไมโครเมตร สปอร์ต่อกันเป็นสายและมีการแตกแขนงขดเป็นก้อนอยู่ภายในผนังโดยถูกห่อหุ้มไว้ โดยพบว่าสายพันธุ์ *Ampullariella* สามารถสร้างอับสปอร์บนเส้นใยอาหารได้หลายรูปแบบ (Vobis, 1997; ศิริรัตน์, 2552)



รูปที่ 2.6 รูปทรงของอับสปอร์ที่เจริญบนเส้นใยอาหาร

A. อับสปอร์ของสกุล *Actinoplanes* รวมทั้ง *Ampullariella*

1. ทรงกลม 2. ทรงกระบอก 3. เป็นพู่ 4. กิ่งทรงกลม 5. ไม่เป็นรูปทรง

B. อับสปอร์ของสกุล *Pilimelia*

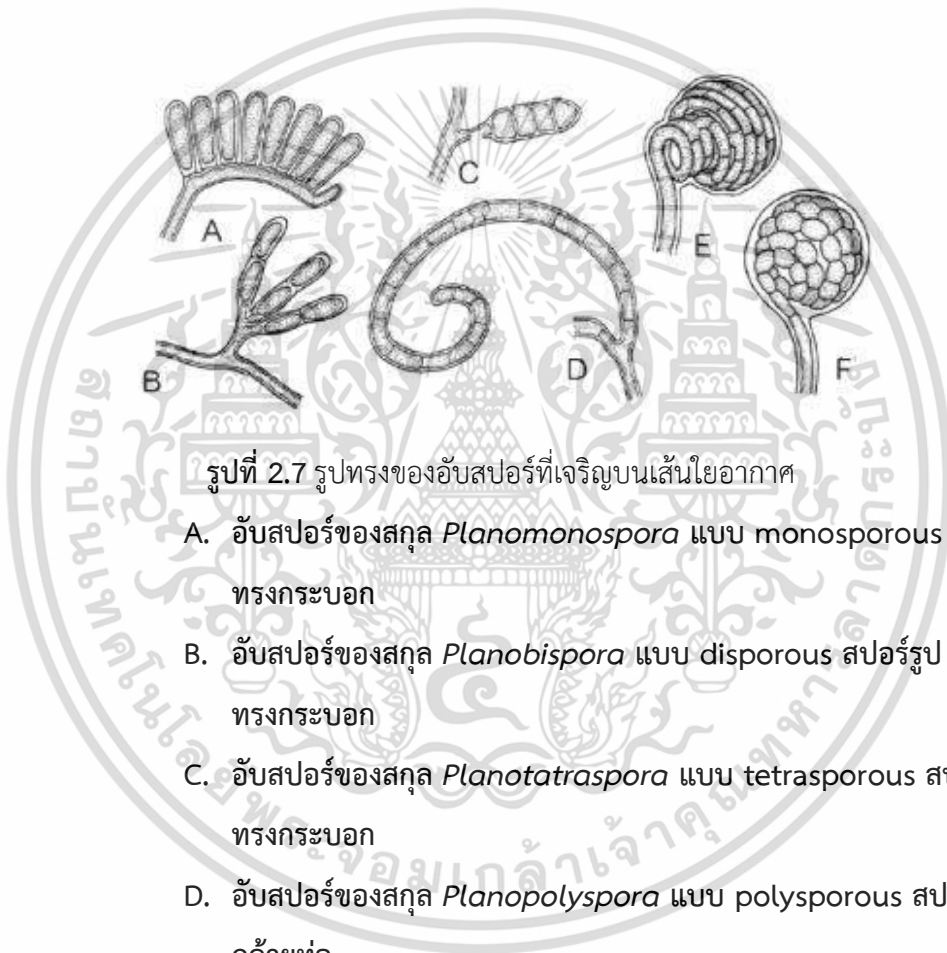
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
6. ทรงรี 7. รูประฆัง 8. ทรงกระบอก
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C. อับสปอร์ของสกุล *Dactylosporangium*

9. รูปทรงกระบอก

ที่มา: (Vobis, 1997; ศิริรัตน์, 2552)

กลุ่มที่สร้างอับสปอร์บนสายใยที่ชูขึ้นในอากาศ ได้แก่ *Planomonospora* อับสปอร์มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ภายในมีหนึ่งสปอร์ *Planobispora* มีสปอร์คู่กันอยู่ในอับสปอร์ โดยส่วนใหญ่อับสปอร์เป็นทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ไมโครเมตร มีการสร้างผนังกันเป็นสปอร์ต่ียวต่อกันเป็นสายยาวขดอยู่ในอับสปอร์



รูปที่ 2.7 รูปทรงของอับสปอร์ที่เจริญบนเส้นใยอากาศ

- A. อับสปอร์ของสกุล *Planomonospora* แบบ monosporous สปอร์รูปทรงกระบอก
- B. อับสปอร์ของสกุล *Planobispora* แบบ disporous สปอร์รูปทรงกระบอก
- C. อับสปอร์ของสกุล *Planotatraspota* แบบ tetrasporous สปอร์รูปทรงกระบอก
- D. อับสปอร์ของสกุล *Planopolyspora* แบบ polysporous สปอร์รูปทรงคล้ายท่อ
- E. อับสปอร์ของสกุล *Spirillospora* แบบ polysporous สปอร์รูปทรงกลม
- F. อับสปอร์ของสกุล *Streptosporangium* แบบ polysporous สปอร์รูปทรงกลม

ที่มา: (Vobis, 1997; ศิริรัตน์, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แหล่งที่พบแอกติโนมัยสีท

แอกติโนมัยสีทพบอาศัยอยู่ในดิน บริเวณผิวหน้าดิน และลดจำนวนลงเมื่อลึกลงไปในดินและระบบนิเวศต่างๆ พบในต้นพืชหรืออยู่บริเวณรอบรากพืช (อรอุมา และคณะ, 2559) นอกจากนี้ยังพบว่าดินในบริเวณเขตป่าอนุรักษ์ของไทยมีความอุดมสมบูรณ์สูงและมีความหลากหลายทางชีวภาพทางจุลินทรีย์เป็นอย่างมาก (ปถุย์ และคณะ, 2563) เนื่องจากแอกติโนมัยสีทมีความหลากหลายของพันธุกรรม สามารถเจริญได้ในสิ่งแวดล้อมที่มีสภาวะที่รุนแรง เช่น สภาวะที่มีความเค็มสูง ความเป็นกรด-ด่างสูง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และเจริญได้ในสภาวะแห้งแล้ง (จันทร์จรัส และคณะ, 2561) แอกติโนมัยสีทจะดำรงชีวิตอยู่ในดิน ในปุ๋ยหมัก ในน้ำ โคลนตม และบริเวณรากพืช ปริมาณของแอกติโนมัยสีทที่พบในดินขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพของดิน เช่น ในดินทั่วไป 1 กรัม ที่มีสภาพความเป็นกรดและมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะพบแอกติโนมัยสีทประมาณ $10^5 - 10^8$ เซลล์ แต่ถ้าเป็นดินที่มีสภาพแห้งและมีสภาวะเป็นด่างจะพบแอกติโนมัยสีทในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง โดยอาจพบได้สูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในดินนั้น และแอกติโนมัยสีทที่พบในดินส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียกลุ่มสเตรปโตมัยสีท (*Streptomyces*) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการกระจายตัวและความหนาแน่นมากที่สุด (วาสนา และคณะ, 2561)

2.6 แอกติโนมัยสีทจากป่าชายเลน

สภาพแวดล้อมป่าชายเลน เช่น ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ pH อุณหภูมิ ความเค็ม ความชื้น และสารอาหารแตกต่างกันอย่างมากในภูมิภาคต่างๆ ทำให้แอกติโนมัยสีทป่าชายเลนมีความหลากหลายและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว 8 สกุล ภายใต้ actinomycetale ซึ่งประกอบด้วย 3 สกุลใหม่ได้รับการแยกและระบุจากดินป่าชายเลน *Streptomyces* มีข้อได้เปรียบที่มากที่สุดในความสามารถในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและปริมาณการแยกตัว อย่างไรก็ตาม เป็นการยากที่จะกำหนดสปีชีส์หรือสกุลแต่ละชนิดเป็นแอกติโนมัยสีทป่าชายเลนที่เป็นเอกลักษณ์ตามหลักฐานที่ได้มาจากการกำหนดลักษณะทางสายวิวัฒนาการโดยละเอียดของสกุลแอกติโนมัยสีท สายพันธุ์และสกุลใหม่ในดินป่าชายเลนก็แสดงถึงเอกลักษณ์ ของแอกติโนมัยสีทดินป่าชายเลนในระดับหนึ่ง และผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหรือโครงสร้างทางเคมีใหม่ๆ (Dong et al., 2014)

2.7 ที่มาและความสำคัญของพืชตระกูลส้มในประเทศไทย

2.7.1 พืชตระกูลส้ม

เอกสารนี้เป็นพืชตระกูลส้ม มีจำนวน 130 สกุลและ 1,500 ชนิด พบได้ในแถบหนาวและแถบกึ่งร้อน
ไม่ว่ากรณีใดของซีกโลกเหนือและใต้ ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวอยู่ในแอฟริกาตอนใต้และออสเตรเลีย

พืชในตระกูลนี้ มีทั้งที่เป็นไม้ยืนต้น ไม้ล้มลุก และไม้พุ่ม ใบมีทั้งชนิดใบเดี่ยว และใบประกอบ ซึ่งมีลักษณะแบบนิ้วมือ และแบบขนนก ส่วนของใบ อาจมีการลดรูป เป็นนามได้ ใบมีการเรียงตัวแบบตรงกันข้ามหรือสลับ ไม่มีหูใบ ดอกเป็นชนิดสมบูรณ์เพศ และได้สมมาตรกัน มักเกิดเป็นช่อดอก ในแต่ละดอก ส่วนของกลีบดอกและกลีบเลี้ยงแยกจากกัน บางครั้งอาจพบเกสรตัวผู้ การจำแนกพืช สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ตระกูลย่อย ซึ่งที่สำคัญที่สุดได้แก่ ตระกูลย่อยของส้ม ประกอบด้วยสมาชิก ที่เป็นไม้ผลเศรษฐกิจมากมาย เช่น ส้มต่างๆ เป็นต้น สำหรับการแบ่งกลุ่มของพืชตระกูลส้ม แบ่งได้ดังนี้ กลุ่มแรก กลุ่มของส้มเกลี้ยง และส้มตรา กลุ่มที่สอง กลุ่มของส้มจีนและส้มเขียวหวาน กลุ่มที่สาม กลุ่มของส้มโอและเกรฟฟรุต และกลุ่มสุดท้ายกลุ่มของมะนาว (เปรมปรี, 2544) ซึ่งมะนาวเป็นไม้ผลตระกูลส้มประเภทหนึ่ง ที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยโดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี สุราษฎร์ธานี นครสวรรค์ กาญจนบุรี สมุทรสาคร นครปฐม และเชียงใหม่ ซึ่งมะนาวเป็นพืชที่มีประโยชน์ และคุณค่ามาก เนื่องจากสามารถใช้ปรุงเป็นอาหารและเครื่องดื่ม อีกทั้งยังมีสรรพคุณทางยา เพราะมีวิตามินซีสูงสามารถใช้เป็นยาสมุนไพรและนิยมนำไปใช้ในเครื่องสำอางค์ ทำให้ภาคอุตสาหกรรมที่มีการใช้มะนาวเป็นวัตถุดิบ มีความต้องการมะนาวสูงขึ้นทุกปีตามเศรษฐกิจที่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้น จึงทำให้มะนาวมีบทบาทสำคัญทางการค้ามากยิ่งขึ้น ดังนั้นมะนาวจึงเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่มีความต้องการของตลาดสูงตลอดทั้งปีโดยเฉพาะช่วงฤดูแล้ง ประมาณเดือน มีนาคม-เมษายน ของทุกปี มะนาวจะมีราคาสูงกว่าปกติ 5 ถึง 10 เท่าเนื่องจากในฤดูแล้งมะนาวจะมีผลผลิตออกสู่ตลาดน้อยจึงทำให้มีผู้สนใจปลูกมะนาวนอกฤดูมากขึ้น (พีระศักดิ์ , มปป)

2.7.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (จารุวรรณ, 2543)

มะนาวเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก แผ่กิ่งก้านกว้าง การแตกแยกของกิ่งค่อนข้างไม่เป็นระเบียบ ลักษณะทรงต้นสูงประมาณ 5 เมตร มีช่วงการแตกใบอ่อนหลายครั้ง และเกือบทุกครั้งที่มีการแตกใบอ่อน มักจะมีดอกตามมาด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นและปัจจัยอื่นๆ เช่นการใส่ปุ๋ยการตัดแต่งกิ่ง

ลำต้น มีลักษณะงอ มีเปลือกสีเทาปนน้ำตาล กิ่งอ่อนมีสีเขียวอ่อน เมื่อแก่สีจะค่อยๆ เข้มขึ้น บนลำต้นจะมีหนาม ส่วนใหญ่จะเกิดที่บริเวณซอกใบเป็นสีเขียวเข้มจนถึงสีเขียวอมเหลือง หนามมีลักษณะแข็งอ้วนแหลมและสั้น

ใบ มีแผ่นใบอันเดี่ยวสีเขียวอ่อน รูปร่างค่อนข้างยาวหรือรูปไข่ ปลายใบมีลักษณะแหลม ขอบใบหยัก แผ่นใบกว้างประมาณ 3-6 เซนติเมตร ยาว 6-12 เซนติเมตร ใบมีกลิ่นแรงเมื่อขยี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไปอนจนกว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า กำนใบมีขนาดสั้น มีปีกแคบหรืออาจไม่มีปีก ซึ่งขึ้นกับชนิดของพันธุ์ ใบอ่อนมีสีเขียวอมแดง ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอก เกิดที่บริเวณซอกใบ อาจจะเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ ดอกตูมจะมีขนาดความยาว 1-2 เซนติเมตร มีสีแดงเจืออยู่ด้วย กลีบเลี้ยงสีเขียวอ่อน กลีบดอกสีขาว และด้านท้องมีสีม่วงปน เกสร ตัวผู้มีจำนวนมาก 20-40 อัน เชื่อมติดกันเป็นกลุ่มๆ ละ 4-8 อัน เกสรตัวเมียมีรังไข่รูปร่างเกือบจะทรงกระบอกก้านเกสรตัวเมียจะหลุดร่วงเอง

ผล รูปร่างยาวหรือรูปไข่ ที่ปลายมีลักษณะเป็นปมเล็กๆ ผลมีขนาดความยาวประมาณ 7-12 เซนติเมตร ผิวเมื่อสุกจะออกสีเหลืองหรือสีทอง มีต่อมน้ำมันที่ผิวเปลือกเห็นได้ชัดเจน ผิวเปลือกมีลักษณะขรุขระใน 1 ผลจะมี 8-10 กลีบ เนื้อสีเหลืองอ่อน รสเปรี้ยวกลืนหอม

เมล็ด ขนาดเล็ก รูปร่างคล้ายไข่ ด้านปลายส่วนหัวและท้ายมีลักษณะแหลม มีเนื้อเยื่อสะสมอาหารภายในเป็นสีขาว

2.8 โรคที่เกิดกับพืชตระกูลส้ม (มะนาว) (ชมรมเกษตรปลอดสารพิษ, 2558)

โรคแคงเกอร์ (Canker disease) นับว่าเป็นโรคที่อันตรายร้ายแรงอย่างยิ่งแก่พืชตระกูลส้ม เพราะโรคนี้ค่อนข้างที่จะเข้าทำลายพืชตระกูลนี้ได้โดยง่ายตายถ้าสภาพของต้นอ่อนแอ โรคนี้มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียที่ชื่อว่า *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ซึ่งจัดเป็นโรคที่มักจะคอยสร้างปัญหาให้แก่เกษตรกรชาวสวนมะนาวและผู้ปลูกพืชตระกูลส้มทั้งหลายเพราะจะนำมาซึ่งความเสียหายในหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็น ต้น กิ่ง ก้าน ใบและผลอีกด้วย

โรคแคงเกอร์สามารถที่จะเข้าทำลายมะนาวได้เกือบทุกส่วนของต้น ไม่ว่าจะเป็น กิ่ง ก้าน ใบ ลำต้น รวมทั้งผล ถ้าเป็นที่ใบอ่อนจะสังเกตเห็นได้ว่าเป็นจุดวงกลมฉ่ำน้ำออกสีเหลืองซีด หรือเขียวอ่อน เมื่อขนาดของวงขยายใหญ่ขึ้นจะมีลักษณะ ฟุคคล้ายฟองน้ำ ซึ่งในเวลาต่อมาจะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มแตกสะเก็ดขรุขระ เป็นปม นูนและแข็ง แต่ตรงกลางจะเป็นรอยบุ๋มยุบลงไปและมีวงสีเหลืองล้อมรอบแผล สามารถที่จะมองเห็นได้ทั้งสองด้านของใบถ้าปล่อยให้เปื้อนมากๆใบจะร่วงหล่น

โรคแคงเกอร์ (Canker disease) เข้าทำลายกิ่งและก้านในระยะเริ่มแรกจะเกิดสีเหลืองนูนพองอยู่บนเปลือกของกิ่งและก้านมะนาวต่อมาแผลนั้นจะค่อยๆแตกและแห้งเป็นสะเก็ดสีน้ำตาล แล้วลุกลามขยายออกไปตามความยาว หรือรอบกิ่งจนกลายเป็นปม หรือกลมขนาดใหญ่รูปร่างไม่แน่นอนและไม่มียางเหนียวสีเหลืองล้อมรอบแผล ถ้าเป็นโรครุนแรงหรือลุกลามขยายออกไปมาก ก็จะทำให้ต้นแคระแกรน กิ่งก้านแห้งตายและทรุดโทรมอาจถึงตายได้ ต่อมาลักษณะอาการของโรคแคงเกอร์เข้าทำลายที่ผลจะเกิดแผลฝักสีกลงไปในผิวของผลอ่อน ลักษณะของแผลจะนูนคล้ายฟองน้ำมีสีเหลืองเข้ม ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแตกสะเก็ดมีวงแหวนสีเหลืองล้อมรอบแผล ทำให้เกิดการปริแตกตามรอยแผลของโรคแคงเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 โรคแคงเกอร์ (Canker disease)

2.9.1 ลักษณะทั่วไป

เชื้อสาเหตุ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างท่อนสั้น ขนาด $0.5-0.75 \times 1.5-2.0$ ไมโครเมตร เคลื่อนที่โดย monotrichous flagellum ไม่มีสปอร์ การเจริญบน Nutrient agar (NA) เชื้อสามารถสร้างรงควัตถุสีเหลืองที่เรียกว่า แซนโทโมนาดีน (xanthomonadin) ทำให้โคโลนีของเชื้อสาเหตุโรคมีสีเหลือง เมื่อเชื้อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ จะผลิต แซนแทน (xanthan) ซึ่งเป็น เอ็กโซพอลิแซ็กคาไรด์ (Exopolysaccharide, EPS) ที่หลั่งออกมานอกเซลล์และทำให้โคโลนีเป็นเมือกเยิ้ม เชื้อไม่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลต่างๆ ให้เป็นกรดและแก๊ส ไม่สร้างสารอินโดล เกิดแก๊สไฮโดเจนซัลไฟด์ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตมาก (strictly aerobe) สามารถสร้างเอนไซม์ catalase และ ย่อยแป้งและเจลาติน (gelatin) ได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญและเพิ่มจำนวน ในช่วงอุณหภูมิ 27-30 องศาเซลเซียส (ปัญชา, 2564)

2.9.2 การระบาดของโรคแคงเกอร์ (ณัฐธิดา, 2562)

โรคแคงเกอร์มักพบการระบาดในพืชตระกูลส้มซึ่งเกิดจากติดเชื้อแบคทีเรียสกุล *Xanthomonas* จุดกำเนิดของโรคแคงเกอร์ยังไม่มีข้อมูลที่ระบุแน่ชัดแต่เชื่อกันว่าเป็นประเทศในทวีปเอเชีย และมีการระบาดนานมากกว่า 191 ปีเนื่องจากตรวจพบรอยโรคแคงเกอร์บนชิ้นส่วนของตัวอย่างพืชตระกูลส้มในสวนพฤกษศาสตร์เมืองหลวงคิงซึ่งเป็นตัวอย่างโคมะงั่ว (*Citrus medica*) ที่ถูกเก็บจากประเทศอินเดียในช่วงปีค.ศ. 1827-1831 ประเทศไทยไม่มีหลักฐานที่บ่งชี้แน่ชัดว่าการระบาดของโรคแคงเกอร์เกิดขึ้นเมื่อใด แต่มีหนังสือและรายงานเริ่มกล่าวถึงโรคแคงเกอร์ในช่วงปี พ.ศ.2500-2504 โดยเกษตรกรชาวไทย เรียกชื่อโรคแคงเกอร์อีกอย่างหนึ่งว่า โรคขี้กลากหรือโรคขี้เรื้อน ซึ่งเป็นโรคที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตของพืชตระกูลส้มอย่างกว้างขวาง และพบการระบาดทั่วทุกแหล่งที่มีการเพาะปลูกพืชตระกูลส้ม เช่น มะนาว, ส้มเกลี้ยง (*Citrus sinensis*), ส้มโอ (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) และส้มที่ใช้เป็นสายพันธุ์ต้นตอ และยังคงระบาดอย่างหนักมาจนถึงปัจจุบัน

2.9.3 ลักษณะอาการของโรคแคงเกอร์

อาการที่ใบ อาการเริ่มแรกจะเป็นจุดสีเหลืองใสขนาดเล็กที่ด้านท้องใบ จากนั้นจะขยายโตขึ้นพร้อมกับมีขอบนูนมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีสีคล้ำขึ้น ค่อนข้างกลม ตอนกลางจะเป็นแอ่งบวมลง บริเวณรอบแผลมักล้อมรอบด้วยวงสีเหลืองเป็นมัน (halo) ลักษณะแผลจะแตกเป็นสะเก็ด

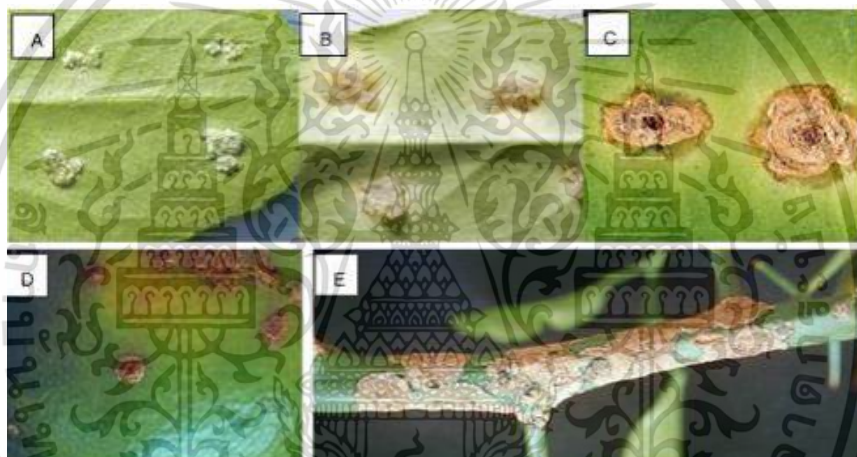
มีลักษณะ ขรุขระมองดูคล้ายเปลือกไม้ที่แตก ขนาดแผลประมาณ 2-3 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการบนกิ่งและก้าน อาการจะคล้ายกับที่พบบนใบ แต่แผลจะขยายลามออกไปจนรอบ หรือไม่ก็ยาวไปตามกิ่ง แผลจะพูนแข็งเป็นสะเก็ดและมีสีน้ำตาล ไม่พบบางแหวนสีเหลืองล้อมรอบ (ปัญหานัน, 2564)

อาการบนผลคล้ายกับบนใบ แต่แผลจะฝังลึกในเปลือกของ ผลประมาณ 1 มิลลิเมตร อาจมียางหากแผลหลุดออก บางครั้งพบบางแหวนสีเหลืองรอบแผลแต่ไม่ชัดเจน การติดเชื้อโรคแคงเกอร์อย่างรุนแรงในผลอ่อนอาจทำให้ผลร่วงก่อนกำหนด โดยทั่วไปอาการของโรคแคงเกอร์จะพบบนเปลือกของผลเท่านั้น ไม่ทำลายถึงเนื้อภายในผล แต่บางกรณี หากแผลลึกเข้าไปถึงเนื้อผล จะเกิดเป็นรอยแตกตามขวาง และอาจเกิดการติดเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นซ้ำจนแผลเน่าได้ (ณัฐธิดา, 2562)



รูปที่ 2.8 อาการของโรคแคงเกอร์ที่พบในมะม่วง

(A-C) อาการบนใบ (1), (D) อาการบนผล (2) , (E) อาการบนกิ่ง (2)

ที่มา : Goto M, 2004 (2) ; Florida, 2007 (1) ; AG National, 2016 (1)

2.10 การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช Plant-growth-promoting (PGP)

การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (หรือ PGP) มีกลไกส่งเสริมการเจริญเติบโต 2 ประการ กล่าวคือ กลไกที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางตรงและทางอ้อมแก่พืช ซึ่งกลไกที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางตรง ได้แก่ การตรึงก๊าซไนโตรเจน (N_2) จากบรรยากาศ มีความสามารถในการละลายธาตุฟอสฟอรัสในดิน การผลิตฮอร์โมนพืชและเอนไซม์หลายชนิด และกระตุ้นการเจริญและแตกแขนงของราก และกลไกที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางอ้อม ได้แก่ การผลิตสารปฏิชีวนะ ที่เป็นปฏิปักษ์กับจุลินทรีย์ก่อโรคพืช การผลิตไซโตไคนินสำหรับจับธาตุเหล็กในดิน (ศุภชาติ, 2564)

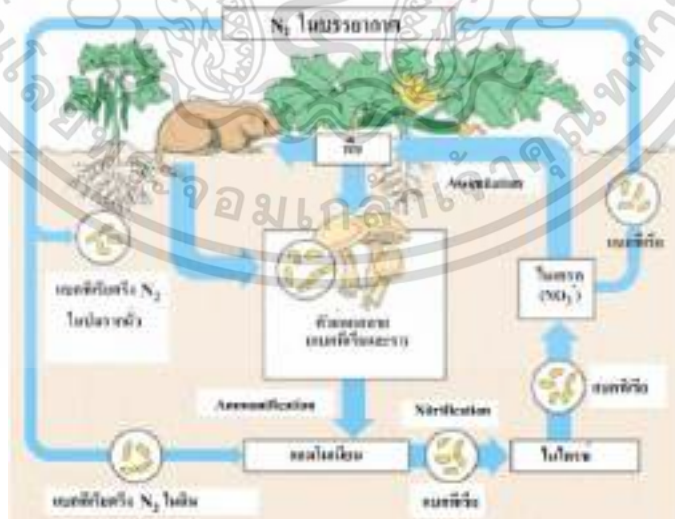
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1 ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการไนโตรเจน เพื่อสังเคราะห์โมเลกุลชีวภาพ เช่น โปรตีนและกรดนิวคลีอิกแหล่งกำเนิดหลักของไนโตรเจนในธรรมชาติ ไนโตรเจนในบรรยากาศไม่สามารถเข้าถึงสิ่งมีชีวิต ส่วนใหญ่รวมทั้งยูคาริโอต การตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ เป็นกระบวนการที่ช่วยลดไนโตรเจนในบรรยากาศให้เป็นแอมโมเนียและปรากฏในจุลินทรีย์ diazotrophic โดยเฉพาะแบคทีเรีย (Rocheli *et al.*, 2015)

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารสำคัญที่พืชใช้ในโครงสร้างและเมทาบอลิซึม สัตว์กินพืชและผู้บริโภคลำดับถัดมาได้ใช้ไนโตรเจนจากพืช เป็นแหล่งสร้างโปรตีนและสารพันธุกรรม เมื่อพืชและสัตว์ตายลง ผู้ย่อยสลายพวก ราและแบคทีเรียสามารถย่อยสลายไนโตรเจนในสิ่งมีชีวิตให้กลับเป็นแอมโมเนียซึ่งพืชสามารถนำมาใช้ได้ผ่าน กระบวนการที่เรียก แอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) ไนโตรเจนในสารอินทรีย์สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยผ่าน 2 กระบวนการ คือ

1. ไนตริฟิเคชัน (nitrification) แบคทีเรียบางชนิดใช้แอมโมเนียในดินเป็นแหล่งพลังงานและทำให้เกิด ไนเตรต (NO_2^-) ซึ่งเปลี่ยนเป็นไนเตรตซึ่งพืชใช้ได้ด้วย
2. ดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ในสภาพไร้ออกซิเจน แบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างออกซิเจนได้ เองจากไนเตรต และได้ผลผลิตเป็นก๊าซไนโตรเจนกลับคืนสู่บรรยากาศ (รังปริญญา, 2562) งานวิจัยของ Passari *et al.*, (2015) แอคติโนมัยสีททั้งหมด 22 ไอโซเลท เป็นบวกสำหรับการผลิตแอมโมเนียในระดับ ตั้งแต่ 52 ถึง 54 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ไอโซเลท *Streptomyces* sp. 34 ผลิตปริมาณแอมโมเนียสูงสุด (54 มก./มล)



รูปที่ 2.9 วงจรไนโตรเจน

ที่มา: (รังปริญญา, 2562)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 การย่อยสลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization)

ฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญของพืชเป็นอันดับ 2 ถัดจากไนโตรเจน หน้าที่สำคัญของ ฟอสฟอรัสคือเป็นแหล่งพลังงานของพืช ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในธรรมชาติอยู่ในรูปสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ (ปัญจานัน, 2564) ปริมาณฟอสเฟตในดินทั่วไปค่อนข้างสูง (อยู่ระหว่าง 400 ถึง 1200 mg kg⁻¹ ของดิน) ส่วนใหญ่ฟอสเฟตไม่ละลายน้ำจึงไม่สามารถส่งเสริมได้ สารอินทรีย์ ฟอสเฟตที่มีอยู่ในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Inositol phosphate (Soil phytate) (Bernard, 2012)

การทำให้ฟอสเฟตอยู่ในรูปที่พร้อมใช้งานเพื่อเป็นธาตุอาหารให้แก่พืชนั้นจะต้องทำการ ไฮโดรไลซ์ฟอสเฟตให้เป็นอนินทรีย์ฟอสเฟตก่อน ซึ่งการที่จะทำให้อยู่ในรูปของแร่ธาตุ สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัส ส่วนใหญ่เกิดขึ้นโดยเอนไซม์ฟอสฟาเตส จากงานวิจัยพบว่าแอกติ โนแบคทีเรียที่สามารถแยกมาได้แต่ละไอโซเลทมีกิจกรรมส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและ กลไกพื้นฐานของการละลายฟอสเฟตรวมทั้งยังมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อรา (เพ็ญกวี และ คณะ, 2564) จากงานวิจัยของ Samaira *et al.*, (2016) การเกิดกรดของดินมักเป็นผลมา จากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟต (PSB) ซึ่งส่งผลให้ใน การละลายฟอสฟอรัส ดังนั้น PSB จึงเป็นที่รู้จักกันดีเป็นสารละลายฟอสเฟตอินทรีย์ที่ตรวจพบกิจกรรม การละลายฟอสเฟตสูงสุดในสายพันธุ์ *Streptomyces* sp. WA-1 (72.13 มก./100 มล.) ฟอสเฟตละลายโดย *Streptomyces cavourensis*, *Streptomyces griseus* และ *Micromonospora aurantiaca* ตามลำดับ

2.10.3 การผลิตซิเดโรฟอรั

ธาตุเหล็กจัดเป็นธาตุอาหารมีปริมาณมากบนพื้นผิวโลกแต่โดยทั่วไปธาตุเหล็กอยู่ในรูป ของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยากหรือไม่สามารถละลายน้ำได้เลยความสามารถในการละลาย น้ำของเหล็กมีประมาณ 10⁻⁸ ที่ pH 7.4 ซึ่งปริมาณของการละลายได้เท่านี้มันไม่เพียงพอต่อการ เจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้นจากความต้องการเพื่อการอยู่รอด จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินจึง ต้องผลิตสารที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อธาตุเหล็กสูงซึ่งเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่เรียกว่า ซิ เดโรฟอรั ขึ้นมา การเพิ่มประสิทธิภาพของการบำบัดสารมลพิษโลหะหนักของพืชในทางตรงนั้น จะเป็นการเพิ่มความ สามารถในการละลายได้ของโลหะหนัก และทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถนำโลหะ หนักไปใช้ได้ จุลินทรีย์จะสร้างสารซิเดโรฟอรั (Siderophore) ซึ่งเป็นสารชีวภาพที่มีความสามารถ ในการจับธาตุเหล็กในดินและพืชสามารถดูดซึมเพื่อนำธาตุเหล็กไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น กรดอินทรีย์สารลดแรงตึงผิว (Biosurfactant) และ phytochelatin (PCs) synthase โดยซิเด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า โรฟอรั ทำหน้าที่เป็น chelating agents จับกับโลหะเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งพืชสามารถ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปใช้ได้ แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์เอนไซม์ phytochelatin synthase ที่จะทำงานเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีโลหะหนัก เช่น ทองแดง แคดเมียม ตะกั่วและปรอท ที่ความเข้มข้นสูง เอนไซม์จะจับกับโลหะหนัก และเกิดเป็น thiolate complex ที่ทำให้เคลื่อนที่ได้ดีขึ้น กรดอินทรีย์โมเลกุลต่ำที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น ได้แก่ gluconic, oxalic และ citric acid จะทำให้โลหะหนักมีความสามารถในการเคลื่อนที่และละลายได้ และการบำบัดโลหะหนักโดยมีประสิทธิภาพมากขึ้น(อลิษา,2562) การผลิตซิเดโรฟออร์เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับความเป็นปฏิกิริยาของสารฟิโตพาทोजิน และการเจริญเติบโตของพืช ในงานวิจัยของ Samaira *et al.*, (2016) ตรวจพบสาร isolates positive 85.7% สำหรับการผลิตซิเดโรฟออร์ และ *Streptomyces* CMU-SK 126 แยกออกจากดินเปลือกมังคุด แสดงปริมาณมากของซิเดโรฟออร์

2.10.4 การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN)

ไฮโดรเจนไซยาไนด์เป็นสารอินทรีย์ระเหยง่าย มีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศ และแพร่กระจายอย่างรวดเร็วในธรรมชาติ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ cytochrome-c oxidase และเอนไซม์ที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญของพืชสามารถผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ได้ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ผลิตได้จากแบคทีเรีย สาหร่าย เชื้อรา พืช รวมไปถึงแมลงบางชนิด โดยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์เพื่อใช้ในการล่าเหยื่อ ยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคและเมื่ออยู่ในสภาวะแข่งขัน ไฮโดรเจนไซยาไนด์ที่สร้างจากแบคทีเรีย อาศัยบริเวณรอบรากพืชยังสามารถควบคุมวัชพืชและมีการนำไปใช้เป็นสารควบคุมทางชีวภาพ การสังเคราะห์ไฮโดรเจนไซยาไนด์จาก *Pseudomonas* spp. เป็นการสังเคราะห์ที่ได้จากเอนไซม์ hydrogen cyanide synthase มียีนที่กำหนดการสร้างเอนไซม์ 3 ยีน (*hcnABC*) ซึ่งการสังเคราะห์ไฮโดรเจนไซยาไนด์จะใช้กรดอะมิโนไกลซีน (glycine) เป็นสารตั้งต้น ตัวอย่างแบคทีเรียที่สามารถสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ *Pseudomonas putida*, *P. aeruginosa*, *Klebsiella* sp., *Enterobacter asburiae*, *Rhizobium* sp. (pea), *Mesorhizobium* sp., *Rhizobium* sp.(lentil), *Bradyrhizobium* sp., *Bacillus* sp. PSB10, *Bacillus* sp., *Bradyrhizobium* sp. (สาวิตร และคณะ, 2565) แอคติโนมัยสีทเกือบทั้งหมดยังสามารถผลิตแอมโมเนียและไฮโดรเจนไซยาไนด์ บทบาทสำคัญของการผลิต HCN มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งโรคพืช HCN producing isolates อยู่ในสกุล *Streptomyces* (Samaira *et al.*, 2016)

2.10.5 การผลิตกรดอินโดลอะซิติก (Indole acetic acid production : IAA)

กรดอินโดล-3-อะซิติกเป็นสารควบคุม การเจริญเติบโตของพืชอีกชนิดหนึ่งที่ส่งผลต่อการ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 อกของเมล็ดเช่นกัน โดยกรดอินโดล-3-อะซิติกจะกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการขยายตัวของ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์หลังการแบ่งตัว โดยทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัว ทำให้เซลล์ขยายขนาดได้ง่าย ซึ่งเรียกการเจริญเติบโตแบบนี้ว่า อะซิดโกรท (Acid growth) สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด โดยเฉพาะกรดอินโดล-3-อะซิดิกถูกผลิตขึ้นได้จากแบคทีเรียโดยมีรายงานว่าแบคทีเรียในจีนัส *Streptomyces* มีความสามารถในการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิดิกและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ (ชนิษฐา และคณะ, มปป)

การใช้แบคทีเรียที่สังเคราะห์ฮอร์โมนพืช เช่น กรดอินโดลอะซิดิกนี้มีข้อดีมากกว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพราะจุลินทรีย์สามารถผลิตสารออกฤทธิ์ในระดับที่เหมาะสมและผลิตสารอื่นๆ เช่น วิตามิน ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ด้วย และยังช่วยให้พืชมีความทนทานต่อการปนเปื้อนสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม เช่น การส่งเสริมการเจริญของข้าวฟ่างในดินที่ปนเปื้อนพีแนนทรีน หรือช่วยให้พืชที่ใช้ในการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมด้วยพืช (Phytoremediation) สะสมสารมลพิษได้ดียิ่งขึ้น เช่น ส่งเสริมการสะสมแคดเมียม (*Solanum nigrum*) มีแบคทีเรียหลายสกุลที่มีรายงานว่าสามารถสร้าง IAA ได้เช่น *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Acetobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* และ *Xanthomonas* เป็นต้น ไชยาโนแบคทีเรียในสกุล *Nostoc*, *Calothrix*, *Anabaena* เป็นต้น นอกจากแบคทีเรียแล้ว ยูคาริโอตทั้งยีสต์และราหลายสกุล เช่น *Saccharomyces*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Aspergillus* และ *Trichoderma* เป็นต้น ก็มีความสามารถในการผลิต IAA เช่นกัน (วรารัณ และคณะ, 2564) และพบว่า *Streptomyces* spp. ที่อาศัยอยู่บริเวณรอบรากพืชเป็นแหล่งของ IAA ที่ดี เนื่องจากบริเวณรากพืชประกอบด้วยสารอาหารจำนวนมากใช้ในการหลั่งออกมาของราก ที่จำเป็นสำหรับ *Streptomyces* เพื่อใช้ในการสังเคราะห์และปล่อย IAA ออกมา *Streptomyces* spp. มีหลายสปีชีส์ที่สามารถผลิต IAA เพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญของพืชได้ เช่น *S. olivaceoviridis*, *S. rimosus*, *S. Rochei*, *S. griseoviridis* และ *S. lydicus* โดยจะไปเพิ่มการงอกของเมล็ด การยึด ยาวของรากและน้ำหนักแห้งของราก (El-Batanony, 2009)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหานัน พิมพานูวัตร (2564) ได้ทำการศึกษาเอาแอกติโนแบคทีเรีย จำนวนทั้งหมด 22 ไอโซเลทจากห้องปฏิบัติการ MD330 มาทดสอบการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในพืชตระกูลส้ม และนำน้ำเลี้ยงมาทดสอบด้วย วิธี Agar well diffusion พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อรา 2 สายพันธุ์ ได้แก่ *A. alternata*

และ *Aspergillus* sp. และ แบคทีเรีย *X. axonopodis* pv. *citri* 3 สายพันธุ์ ที่เป็นสาเหตุเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าของโรคแคแคงเกอร์ในมะนาวและส้มโอ เมื่อนำสารสกัดหยาบมาทดสอบด้วยวิธี Agar disc diffusion โดยใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุแต่สงสัยและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

ปริมาณสารความเข้มข้น 30 µg/Disc พบว่าการทดสอบในเชื้อราที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใส 14.00±0.00 และ 13.00±0.00 มิลลิเมตร ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ Nystatin (100 µg/disc) ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา

ผลการทดสอบความสามารถในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญของพืชของไอโซเลท Bar14 พบว่าสามารถผลิตสาร IAA เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร ISP2 broth ที่มี 0.2% L- tryptophan มีความสามารถในการสร้างสารซีเดโรฟอรโดยให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโซนสีส้มเท่ากับ 11.67±0.58 มิลลิเมตร ฟอสเฟตอินทรีย์เมื่อนำน้ำเลี้ยงของไอโซเลท Bar14 มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งโรคแคงเกอร์และส่งเสริมการเจริญของมะนาว พบว่าการแช่เมล็ดในน้ำเลี้ยงของไอโซเลท Bar14 บ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นการงอกและส่งเสริมการเจริญในระยะ เพาะเมล็ดได้ดีกว่าสารละลาย IAA ความเข้มข้น 100 µg/ml โดยการแช่เมล็ดมะนาวในน้ำเลี้ยงมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 94.44% และพบว่าของต้นกล้ามะนาวมีการเจริญดีกว่าการแช่ในสารละลาย IAA โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดเท่ากับ 0.14 และ 0.22 กรัม

ทายาท และคณะ (2558) การศึกษาครั้งนี้นำเชื้อแอกติโนมัยสียที่แยกได้จากป่าชายเลน และคัดเลือกเชื้อที่มีศักยภาพในการผลิตเป็นเอนไซม์และการผลิตสารยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคพืชทั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในภาคเกษตรกรรม จากผลการทดลองสามารถคัดแยกเชื้อแอกติโนมัยสียได้จำนวน 90 สายพันธุ์ แสดงศักยภาพในการผลิตเอนไซม์ นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อแอกติโนมัยสียจำนวน 10 ไอโซเลทสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคพืชได้ โดยเชื้อแอกติโนมัยสียที่แยกได้จากป่าชายเลนทั้งสามแหล่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคพืชที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่ก่อโรคแอนแทรคโนส (anthracnose) เชื้อรา *Fusarium oxysporum* ที่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวในกล้วยไม้ และแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* สาเหตุโรคขอบใบแห้งในข้าว โดยพบว่าเชื้อที่แยกได้จากป่าชายเลน ผลการระบุชนิดโดยลำดับเบสของยีนในช่อง 16S rDNA จำนวน 9 สายพันธุ์เป็นสกุล *Streptomyces* และอีก 1 สายพันธุ์เป็นสกุล *Micromonospora* สรุปได้ว่าเชื้อที่แยกได้จากป่าชายเลนเป็นเชื้อที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์และการผลิตสารยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคพืชทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามการศึกษาต่อยอดในเรื่องคุณสมบัติและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ต่อไปทางชีวภาพ

นัสรญา และคณะ (2564) ทำการคัดแยกแอกติโนมัยสียจากดินบริเวณรากพืชตระกูลถั่ว นำมาศึกษาคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์ และความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค โดยเก็บตัวอย่างดินรอบๆ รากพืชตระกูลถั่วนำมาคัดแยกแอกติโนมัยสียได้ทั้งหมด 12 ไอโซเลท นำมาศึกษาคุณสมบัติในการผลิต

เอนไซม์และทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคพืชด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ
เพียงไอโซเลท AC2 และ AC3 เท่านั้นที่เห็นผลการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคพืช โดย AC3 สามารถยับยั้งการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืชได้ทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Erwinia carotovora*, *Xanthomonas campestris* และ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* มีเส้นผ่านศูนย์กลางของการยับยั้งเท่ากับ 19.91 ± 0.51 , 19.22 ± 0.98 และ 14.27 ± 0.98 มิลลิเมตร จากการศึกษาครั้งนี้แอสคิตินอิมัยสที่มีคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถนำไปศึกษาต่อเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

Alper Dede *et al.*, (2020) คัดแยกแอสคิตินอิมัยสจากรอบรากต้นมะกอกได้ทั้งหมด 11 ไอโซเลท และมาทำการทดสอบการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (PGP) รวมถึงการผลิตแอมโมเนีย กรดอินโดล-3-อะซิติก การผลิตการละลายฟอสเฟต และการผลิตซิดิโรฟออร์ ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ที่ทำให้ก่อโรค แอสคิตินอิมัยสที่ถูกจำแนกได้มีศักยภาพในการเป็นปฏิปักษ์และส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชของรากต้นมะกอก แอสคิตินอิมัยสเป็นเครื่องมือที่มีแนวโน้มสำหรับการประยุกต์ใช้ในทางการเกษตรและการต้านทานยาปฏิชีวนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือ

- 3.1.1 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar) รุ่น V4-T
- 3.1.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น BINDER FD115
- 3.1.3 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) รุ่น BINDER CONTROL E2
- 3.1.4 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง รุ่น ME104E METTLER TOLEDO
- 3.1.5 เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter) รุ่น PF20
- 3.1.6 เครื่องไมโครเวฟ (Microwave) รุ่น SHARP R-222
- 3.1.7 เครื่องเขย่าผสมสารละลาย (Vortex mixer) รุ่น G560E Vortex mixer Genie 2
- 3.1.8 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator shaker) รุ่น Orbit™ 1900 High Capacity Lab
- 3.1.9 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) รุ่น Z206A
- 3.1.10 เครื่องระเหยสุญญากาศ (Evaporator) รุ่น Heidolph Hei-VAP Platinum 2-Rotary Evaporator
- 3.1.11 กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) รุ่น Olympus CH30 Microscope
- 3.1.12 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) รุ่น HV-25/50/85/110
- 3.1.13 ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
- 3.1.14 ตู้เย็นอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.2 อุปกรณ์

- 3.2.1 ปีกเกอร์ปริมาตร 250 มิลลิลิตรและ 1,000 มิลลิลิตร
- 3.2.2 ขวดดูแรนปริมาตร 500 มิลลิลิตรและ 1,000 มิลลิลิตร
- 3.2.3 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ปริมาตร 250 มิลลิลิตรและ 500 มิลลิลิตร
- 3.2.4 ปีเปตแก้ว (Measuring pipette)
- 3.2.5 หลอดทดลอง (Test tube)
- 3.2.6 จานเพาะเลี้ยงเชื้อ (Petri dish)
- 3.2.7 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
3.2.8 แท่งแก้วรูปตัวแอล (Spreader glass)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2.9 กระจกปิดสไลด์ (Microscope cover glass)
- 3.2.10 กระจกสไลด์ (Microscope glass)
- 3.2.11 กระบอกลวด (Cylinder) ปริมาตร 100, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
- 3.2.12 กระดาษกรองวอทแมนเบอร์ (Filter paper grade 1)
- 3.2.13 Centrifuge tube
- 3.2.14 ไมโครปิเปต (Micropipette) ขนาด 200 ไมโครลิตร
- 3.2.15 ทิป (Tip)
- 3.2.16 เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier caliper)
- 3.2.17 ลูกยาง (Rubber for pipette)
- 3.2.18 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)
- 3.2.19 ห่วงเชี่ยเชื่อ (Loop)
- 3.2.20 เข็มเชี่ยเชื่อปลายแหลม (Needle)
- 3.2.21 ช้อนตักสาร (Spatular)
- 3.2.22 ที่วางหลอดทดลอง (Test tube rack)
- 3.2.23 ขวดแก้ว (Vival)
- 3.2.24 แท่งแก้วคนสาร (Glass stirring rod)
- 3.2.25 มีดผ่าตัด (Scalpel)
- 3.2.26 สำลี (Cotton)
- 3.2.27 ไม้พันสำลีปลอดเชื้อ (Cotton swab sterile)
- 3.2.28 ปากคีบ (Forceps)
- 3.2.29 หยอดหยดสาร (Dropper tube)
- 3.2.30 กระดาษฟลอยด์ (Foil)
- 3.2.31 ขวดฉีดยาน้ำกลั่น

3.3 สารเคมี

- 3.3.1 สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract) บริษัท JT group.
- 3.3.2 สารสกัดจากมอลต์ (Malt extract) บริษัท Cti&SCIENCE
- 3.3.3 น้ำตาลกลูโคส (Glucose) บริษัท Univar
- 3.3.4 ฐัน (Agar) บริษัท Bioagars

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 3.3.5 เปปโตน (Peptone) บริษัท Univar
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.3.6 แป้งที่ละลายน้ำได้ (Soluble starch) บริษัท Univar
- 3.3.7 โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) บริษัท Fluka
- 3.3.8 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) บริษัท Univar
- 3.3.9 เคซีน (Casein) บริษัท Fluka
- 3.3.10 แมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) บริษัท Fluka
- 3.3.11 แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) บริษัท Carlo erba
- 3.3.12 เฟอร์รัส ซัลเฟต เฮปตะไฮเดรต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) บริษัท Sisco
- 3.3.13 เกลือทะเลยี่ห้อ Aquaraise (Reef salt)
- 3.3.14 สารสกัดจากเนื้อ (Beef extract) บริษัท Univar
- 3.3.15 น้ำตาลเดกซ์โทรส (Dextrose) บริษัท Sisco
- 3.3.16 แคลเซียมฟอสเฟต ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) บริษัท HIMEDIA
- 3.3.17 แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) บริษัท Ajax Finechem
- 3.3.18 โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCL) บริษัท Ajax Finechem
- 3.3.19 แมงกานีสซัลเฟต ($\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) บริษัท Ajax Finechem
- 3.3.20 เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO)
- 3.3.21 ไกลซีน ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$) บริษัท Sisco
- 3.3.22 เฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) บริษัท Sisco
- 3.3.23 กรดเปอร์คลอริก (HClO_4)
- 3.3.24 โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) บริษัท KEMAUS
- 3.3.25 สารละลายพิกริก Picric acid Solution บริษัท MERCK
- 3.3.26 โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) บริษัท KEMAUS
- 3.3.27 เมอร์คิวรี (II) ไอโอไดด์ บริษัท KEMAUS
- 3.3.28 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- 3.3.29 Chrome azurol S
- 3.3.30 ไอออน (III) คลอไรด์ ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- 3.3.31 Hexadecyltrimethyl Ammonium (HDTMA) bromide
- 3.3.32 Immersion oil บริษัท Laboratory reagents & fine chemicals
- 3.3.33 กลีเซอรอล (Glycerol)
- 3.3.34 น้ำกลั่น (Distilled water)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 3.3.35 แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.3.36 แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
- 3.3.37 Lactophenol cotton blue
- 3.3.38 เอทิลอะซิเตท (Ethyl acetate) บริษัท SK Chemical
- 3.3.39 เมทานอล (Methanol)
- 3.3.40 Nystatin ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 3.3.41 Streptomycin ความเข้มข้น 16 และ 32 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
- 3.3.42 McFarland no.5 Standard

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 3.4.1 Strach-Casein Agar (SCA)
- 3.4.2 International *Streptomyces* Project medium no.2 (ISP2)
- 3.4.3 Pikovakaya's agar
- 3.4.4 Nutreint Agar (NA)
- 3.4.5 Peptone water
- 3.4.6 Muller Hinton Agar (MHA)
- 3.4.7 International *Streptomyces* Project medium no.2 (ISP2) 0.44% glycine

3.5 เชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ (กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช)

- 3.5.1 แบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*

3.6 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

- 3.6.1 การตัดแยกแอคติโนมัยซีทจากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

3.6.1.1 การเก็บตัวอย่างดิน

เลือกจุดเก็บตัวอย่างดินจากป่าชายเลนโดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มเก็บจำนวน 10 จุด โดยในบริเวณศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 (13°30'10"N 100°16'16"E) จังหวัดสมุทรสาครจำนวน 10 จุด (หมายเลขไอโซเลทเริ่มต้นด้วย SS) และในบริเวณวนอุทยานปราณบุรี (12°24'46"N 99°59'07"E) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จำนวน 10 จุด (หมายเลขไอโซเลทเริ่มต้นด้วย PC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติโดยไม่แสวงหาผลประโยชน์ การค้าก่อนจะทำการเก็บตัวอย่างให้กวาดเศษต่างๆบริเวณหน้าดินออกเพื่อให้เห็นหน้าดินที่ชัดเจน จากนั้นทำการไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดดินให้ลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร แล้วใช้พลั่วตักดินใส่ถุงพลาสติกใส ไม้รัดปากถุง ตักตัวอย่างดินประมาณ 500 กรัม และมีการวัดค่าความเป็นกรดต่างบริเวณหน้าดิน ณ จุดเก็บตัวอย่างด้วยเครื่อง pH meter ทำการบันทึกตำแหน่งจุดที่เก็บและค่าความเป็นกรดต่างที่วัดได้ (ศรสวรรค์ และสวรส, 2560)

3.6.1.2 การเพาะเลี้ยงและคัดแยกแอกติโนมัยสีท

ทำการคัดแยกแอกติโนมัยสีทด้วย 2 วิธี คือวิธีแรกเป็นการคัดแยกแอกติโนมัยสีทจากตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดสมุทรสาคร ทำการเกลี่ยตัวอย่างดินลงบนเพลทเปล่า ตากดินที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ศรสวรรค์ และสวรส, 2560) ส่วนวิธีที่ 2 จะเป็นการคัดแยกแอกติโนมัยสีทจากตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทำการเกลี่ยตัวอย่างดินลงบนเพลทเปล่าโดยจะแบ่งตัวอย่างจุดละ 2 ซ้ำ ในซ้ำแรกเราจะทำการอบดินที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (Janaki *et al.*, 2016) ส่วนซ้ำที่สองจะไม่มีการอบตัวอย่างดิน (Sapkota *et al.*, 2020) จากนั้นนำตัวอย่างดินทั้งหมดมาบดด้วยโกร่งแล้วทำการชั่งดินให้ได้ 10 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่มี 0.1% tween 80 ปลอดเชื้อ ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าผสม (Vortex mixer) กำหนดให้เป็นระดับความเจือจางที่ 10^{-1} (Rattanakavil, 2021) ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีเพื่อให้ดินเกิดการตกตะกอน จากนั้นทำการเจือจางต่อโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ 0.9% ปลอดเชื้อให้มีระดับความเจือจางจนกระทั่ง 10^{-4} นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ที่ระดับความเจือจาง $10^{-2} - 10^{-4}$ ตูดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนหน้าอาหาร Starch-Casein Agar (SCA) ซึ่งมีด้วยกัน 2 สูตร โดยในสูตรแรกจะเป็นสูตรที่มีการใช้น้ำทะเลเทียมเป็นส่วนผสมคือจะใช้เกลือทะเลเทียม 15 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร และสูตรที่สองจะเป็นอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำทะเลจริงโดยใช้อัตราส่วนน้ำทะเลจริงต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:2 ซึ่งอาหารทั้ง 2 สูตรจะมีการเติมยาปฏิชีวนะ nystatin ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่ออาหาร 1 ลิตร จำนวน 2 ซ้ำแล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน หรือมีการมาดูการเจริญของเชื้อเป็นระยะ (ศรสวรรค์ และสวรส, 2560)

นำตัวอย่างแอกติโนมัยสีทที่ได้มาทำการแยกเพื่อให้ได้โคโลนีเดี่ยวด้วยเทคนิค Cross streak ลงบนอาหาร International *Streptomyces* Project no.2 (ISP2) ที่ไม่มีการเติมยาปฏิชีวนะ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน จนแยกได้เป็นโคโลนีเดี่ยว จากนั้นทำการถ่ายเชื้อ (Subculture) ลงบนหลอดอาหารลาดเอียง ISP2 ที่ไม่มีการเติมยาปฏิชีวนะ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วันเช่นกัน จนแอกติโนมัยสีทมีการเจริญเติบโตเต็มที่ จากนั้นเก็บไว้เพื่อทำการทดลองและกำหนดหมายเลขไอโซเลทต่อไป (ศรสวรรค์ และสวรส, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การศึกษาการเจริญของแอกติโนมัยสปีทในอาหาร International *Streptomyces* Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0, 1.5 และ 3 %w/v

ทำการเลี้ยงแอกติโนมัยสปีทในอาหาร ISP2 ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7-14 วัน สังเกตการณ์เจริญของแอกติโนมัยสปีทเป็นระยะ (ลักษณะ, 2556) บันทึกผลเป็น

- + คือ เชื้อแอกติโนมัยสปีทสามารถเจริญได้
- คือ เชื้อแอกติโนมัยสปีทไม่สามารถเจริญได้

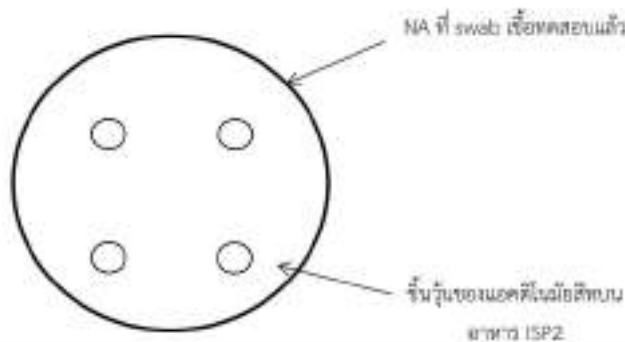
3.6.3 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสปีท

นำแอกติโนมัยสปีทมาเพาะเลี้ยงลงบนอาหาร ISP2 ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นองค์ประกอบ ด้วยเทคนิค Slide culture บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7-14 วัน และสังเกตการณ์เจริญของเชื้อ สังเกตสีของเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium) สีของเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium) สีของสปอร์และรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ (Soluble pigment) นำมาเทียบกับกระดาษสีมาตรฐาน The ISCC-NBS System (Kelly, 1964) และศึกษาลักษณะของโคโลนีด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ชมพูนุช และคณะ, 2563)

3.6.4 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* เบื้องต้นด้วยวิธี Agar plug (Preliminary screening for antimicrobial activity)

ทำการเพาะเลี้ยงแอกติโนมัยสปีททุกไอโซเลทลงบนอาหาร ISP2 ให้ทั่วผิวหน้าอาหาร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นทำการเจาะแอกติโนมัยสปีทด้วย Cork borer ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร (Niyasom *et al.*, 2015) จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* มาทำการเจือจางลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85% ที่ปราศจากเชื้อ เทียบความขุ่นให้เท่ากับ McFaland standard no 0.5 จากนั้นใช้ไม้ปั่นสำลีที่ปราศจากเชื้อจุ่มสารละลายมาทำการเกลี่ยลงบนผิวหน้าอาหาร Nutrient Agar (NA) ให้ทั่ว ระหว่างรอให้ผิวหน้าอาหารแห้งให้ใช้เข็มเย็บเย็บเข็มแอกติโนมัยสปีทที่ทำการเจาะแล้วมาวางลงบนผิวหน้าอาหาร NA ที่มีการเกลี่ยเชื้อทดสอบแล้วเรียบร้อยแล้ว (คณิงกานต์, 2565) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจสอบผลโดยการดูบริเวณใสแสดงถึงการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 การวางชิ้นส่วนของแอกติโนมัยสีทลงบนอาหาร Nutreint Agar (NA) ที่ป้ายเชื้อทดสอบแล้วด้วยวิธี Agar plug (คณิงกานต์, 2565)

3.6.5 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ของสารสกัดหยาบแอกติโนมัยสีท ด้วยวิธี Agar disc diffusion

ในการศึกษานี้ได้ทำการเลือกไอโซเลทที่พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบในขั้นตอนที่ 3.6.4 ด้วยวิธี Agar plug จำนวน 10 ไอโซเลท มาทำการทดสอบการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นและความสามารถในการต้านจุลชีพของสารสกัดจากแอกติโนมัยสีทด้วยวิธี Agar disc diffusion (รัชชา และคณะ, 2564)

3.6.5.1 การเตรียมสารสกัดแอกติโนมัยสีท

เพาะเลี้ยงแอกติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลทที่ทำการคัดเลือกเบื้องต้นได้จากขั้นตอนที่ 3.6.4 ลงในอาหารเหลว ISP2 broth ในขวดรูปชมพู่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มบนเครื่องบ่มเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 14 วัน (รัชชา และคณะ, 2564)

3.6.5.2 การสกัดสารสกัดหัตถิยภูมิจากน้ำเลี้ยงเชื้อแอกติโนมัยสีท

นำน้ำเลี้ยงแอกติโนมัยสีทมาทำการสกัดโดยเติมตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทลงไปในอัตราส่วน 1:1 (ปริมาตร/ปริมาตร) จากนั้นทำการแยกส่วนเอทิลอะซิเตทออกมาทำการระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ เก็บส่วนที่เหลือซึ่งเป็นสารสกัดหยาบ จากนั้นนำสารสกัดหยาบที่ได้ไปทำการทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพด้วยวิธี Agar disc diffusion (ปิญชาน์, 2564)

3.6.5.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ที่ก่อโรคในพืชตระกูลส้ม ด้วยวิธี Agar disc diffusion

เพาะเลี้ยงเชื้อที่ต้องการทดสอบ ซึ่งได้แก่ *X. axonopodis* pv. *citri* บนอาหาร NA บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วจึงนำเชื้อมาผสมกับสารละลายเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า โขเดียมคลอไรด์ 0.85% ที่ปราศจากเชื้อเทียบความขุ่นให้เท่ากับ McFarland standard no 0.5 จากนั้นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ไม้พินสำลีปลอดเชื้อจุ่มเชื้อทดสอบและป้ายลงบนผิวหน้าอาหาร Muller-Hinton Agar (MHA) ที่จี้ไว้เพื่อรอให้ผิวหน้าอาหารแห้ง (คณิงกานต์, 2559) นำสารสกัดจากแอคติโนมัยสีทจากข้อที่ 3.6.5.2 หยดลงบนแผ่น paper disc ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร/แผ่น ที่ความเข้มข้น 1 และ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Rattanakavil, 2021) จากนั้นใช้คีมคีบปากแหลมคีบแผ่น paper disc วางลงบนผิวหน้าอาหาร MHA ที่มีการป้ายเชื้อแบคทีเรียทดสอบไว้ข้างต้น บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจสอบผลโดยการสังเกตบริเวณยับยั้งที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะมาตรฐาน Streptomycin ความเข้มข้น 16 และ 32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (Gholami *et al.*, 2016)

3.6.6 การทดสอบความสามารถในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญของพืชจากแอคติโนมัยสีท

3.6.6.1 การทดสอบการผลิต Indole-3-Acetic Acid (IAA)

การทดสอบการผลิต IAA ตรวจสอบโดยการนำแอคติโนมัยสีทมาเพาะเลี้ยงในอาหาร ISP2 broth ที่มีการเติม 0.2% กรดอะมิโนทริปโตแฟน (Wahyudi *et al.*, 2019) ทำการบ่มในเครื่องบ่มเหย้าที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใสด้านบนมาใช้ในการทดสอบ โดยการหยดสารละลาย reagent ที่ชื่อว่า Salkowsky's reagent ลงบนส่วนใสในอัตราส่วน 2:1 (เพ็ญกวี และคณะ, 2564) ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที (Wahyudi *et al.*, 2019) สังเกตการณ์เปลี่ยนสีของอาหาร ถ้าส่วนใสมีการเปลี่ยนเป็นสีชมพูแสดงว่ามีการผลิต IAA

3.6.6.2 การทดสอบการสร้างสารละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization)

นำแอคติโนมัยสีทที่ทำการเพาะเลี้ยงบนอาหาร ISP2 มาเจาะด้วย Cork borer แล้วนำไปวางลงบนผิวหน้าอาหาร Pikovskaya's agar บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน ตรวจสอบผลโดยการสังเกตบริเวณใสรอบโคโลนีของเชื้อ จะบ่งบอกถึงการละลายของฟอสเฟตในอาหาร (Gaur, 1990)

3.6.6.3 การทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN)

นำแอคติโนมัยสีทมาทำการเพาะเลี้ยงลงบนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมไกลซีนปริมาณ 4.4 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ใช้กระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ปราศจากเชื้อ ทำการจุ่มกระดาษกรองลงในสารละลายที่มีส่วนผสมของ โซเดียมคาร์บอเนตในสารละลาย Picric acid 0.5% แล้วนำกระดาษกรองไปวางบริเวณใต้ฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อและพันด้วยพาราฟิล์ม บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน จะสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษได้ตั้งแต่วันที่ 4 เป็นต้นไป ถ้ากระดาษมีการเปลี่ยนสีเป็นสีส้มถึงแดงแสดงว่ามีการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Anwar *et al.*, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6.4 การทดสอบการสร้างแอมโมเนีย (NH_3)

ทำการเพาะเลี้ยงแอกติโนมัยสีทลงบนอาหาร ISP2 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน แล้วทำการถ่ายแอกติโนมัยสีทลงในอาหาร Peptone water ที่มีปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7-14 วัน จากนั้นนำมาทำการทดสอบการสร้างโดยการหยดสารละลาย Nessler's reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรต่อหลอดทดลอง สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหารถ้ามีการเกิดปฏิกิริยาสีของอาหารจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองถึงน้ำตาล ถือว่ามีการสร้างแอมโมเนียและให้ผลเป็นบวก (Cappucino and Sherman, 1992)

3.6.6.5 การทดสอบการสร้างซิดโรฟออร์ (Siderophore)

นำแอกติโนมัยสีทมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร ISP2 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน เมื่อครบระยะเวลาแล้วนำมาทำการทดสอบโดยใช้เข็มเขี่ยแอกติโนมัยสีทจากจานอาหาร ISP2 มาแตะหรือขีดลงบนอาหาร ISP2 ที่มีการผสมสารละลาย Chrome Azural S (CAS) (คิงกันต์, 2565) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน ตรวจสอบผลโดยการดูการเปลี่ยนสีของอาหาร ถ้ามีบริเวณสีเหลืองหรือส้มเกิดขึ้นบนอาหารรอบโคโลนีแสดงว่ามีการสร้างซิดโรฟออร์ (Schwyn and Neilands, 1987 ; Krewulak and Vogel, 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปราย

4.1 การคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยสีท

จากการเก็บตัวอย่างดินป่าชายเลนของศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 (13°30'10"N 100°16'16"E) จังหวัดสมุทรสาคร เมื่อวันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2565 (ภาคผนวก ค.) และวนอุทยานปรมาณบุรี (12°24'46"N 99°59'07"E) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2565 (ภาคผนวก ค.) แบบสุ่มเก็บโดยเก็บตัวอย่างดินสถานที่ละ 10 ตำแหน่ง โดยเก็บดินลึกลงไปประมาณ 5-10 เซนติเมตร นำมาทำการแยกตามวิธีที่ 3.6.1 จนได้เชื้อแอคติโนมัยสีทที่บริสุทธิ์จากจังหวัดสมุทรสาครจำนวน 10 ไอโซเลทและจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 37 ไอโซเลท รวมทั้งหมดมีจำนวนแอคติโนมัยสีท 47 ไอโซเลท ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ไอโซเลทของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาครจำนวน 10 ไอโซเลท

จุดเก็บตัวอย่าง	หมายเลขไอโซเลท
จุดเก็บที่ 1	SS00410, SS03210
จุดเก็บที่ 2	-
จุดเก็บที่ 3	-
จุดเก็บที่ 4	SS00710, SS00910, SS01210, SS01310, SS02210, SS03310
จุดเก็บที่ 5	-
จุดเก็บที่ 6	-
จุดเก็บที่ 7	-
จุดเก็บที่ 8	-
จุดเก็บที่ 9	-
จุดเก็บที่ 10	SS00110, SS00510

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ไอโซเลทของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินป่าชายเลนจังหวัดประจวบคีรีขันธ์จำนวน 37 ไอโซเลท

จุดเก็บตัวอย่าง	หมายเลขไอโซเลท
จุดเก็บที่ 1	PC00870, PC00970, PC03300, PC07170
จุดเก็บที่ 2	PC03500, PC03600, PC08070
จุดเก็บที่ 3	PC00200, PC00200, PC01270, PC08970, PC09270, PC16070, PC16370
จุดเก็บที่ 4	PC09370, PC09870, PC10270, PC10470
จุดเก็บที่ 5	PC01470, PC10570, PC14900, PC16600
จุดเก็บที่ 6	PC01670, PC01770, PC11170
จุดเก็บที่ 7	PC11570, PC11670, PC12570
จุดเก็บที่ 8	PC00600, PC02370, PC05100, PC13070
จุดเก็บที่ 9	PC02770
จุดเก็บที่ 10	PC14270, PC14570, PC15600, PC15800

***หมายเหตุ : ตัวหนังสือสองตัวแรก คือ ชื่อย่อสถานที่เก็บตัวอย่าง
ตัวเลขสามตัวแรก คือ ลำดับไอโซเลท
ตัวเลขสองตัวสุดท้าย คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบดิน (* 10 คือ อบดินที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาการเจริญของแอคติโนมัยสีทบนอาหารแข็ง International Streptomyces Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) เป็นองค์ประกอบ

จากการทดสอบสภาวะที่เหมาะสมของแอคติโนมัยสีทบนอาหารแข็ง ISP2 ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตรวจสอบผลโดยการสังเกตการเจริญที่ดีที่สุดที่แอคติโนมัยสีทสามารถเจริญได้ตามวิธีการทดลองที่ 3.6.2 พบว่าแอคติโนมัยสีททั้งหมด 47 ไอโซเลทสามารถเจริญได้บนอาหาร ISP2 ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 แต่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้นพบว่ายังสามารถเจริญได้แต่บางไอโซเลทจะเจริญได้ดี บางไอโซเลทจะเจริญได้ลดลง (ภาคผนวก ก.) ตัวอย่างเช่น ไอโซเลท PC08070 และ PC15600 ตามลำดับ และที่อาหาร ISP2 ที่ไม่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์พบว่ามีแอคติโนมัยสีทจำนวน 5 ไอโซเลทคือ PCT02370 PC08970 PC10270 PC116070 และ PC12570 ไม่สามารถเจริญได้หรือเจริญได้น้อยมาก พบว่าไอโซเลทส่วนใหญ่ที่ไม่สามารถเจริญได้มักไม่มีการสร้างสปอร์หรือมีการสร้างสปอร์เพียงเล็กน้อย สรุปคือสภาวะที่เหมาะสมที่แอคติโนมัยสีทจากดินป่าชายเลนส่วนใหญ่สามารถเจริญได้ดีถึงดีที่มากที่สุดคือความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผลแสดงดังตารางที่ 4.3 และตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการเจริญบนอาหารแข็ง International Streptomyces Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นองค์ประกอบ

ไอโซเลท	ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (%w/v)			ไอโซเลท	ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (%w/v)		
	0	1.5	3		0	1.5	3
SS00110	+	+	+	SS03310	+	+	+
SS00410	+	+	+	PC00100	+	+	+
SS00510	+	+	+	PC00200	+	+	+
SS00710	+	+	+	PC00600	+	+	+
SS00910	+	+	+	PC00870	+	+	+
SS01210	+	+	+	PC00970	+	+	+
SS01310	+	+	+	PC01270	+	+	+
SS02210	+	+	+	PC01470	+	+	+
SS03210	+	+	+	PC01670	+	+	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

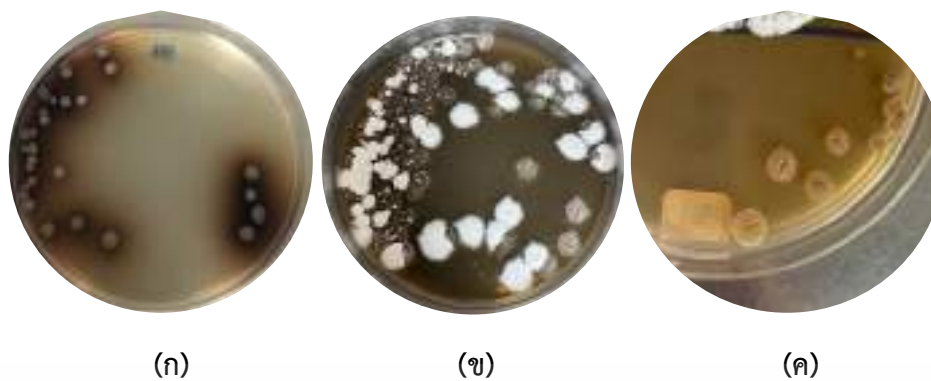
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)1 ความสามารถในการเจริญบนอาหารแข็ง International *Streptomyces* Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นองค์ประกอบ

ไอโซเลท	ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (%w/v)			ไอโซเลท	ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (%w/v)		
	0	1.5	3		0	1.5	3
PC01770	+	+	+	PC10570	+	+	+
PC02370	-	+	+	PC11170	+	+	+
PC02770	+	+	+	PC11570	+	+	+
PC03300	+	+	+	PC11670	-	+	+
PC03500	+	+	+	PC12570	-	+	-
PC03600	+	+	+	PC13070	+	+	+
PC05100	+	+	+	PC14270	+	+	+
PC07170	+	+	+	PC14570	+	+	+
PC08070	+	+	+	PC14900	+	+	-
PC08970	-	+	-	PC15600	+	+	+
PC09270	+	+	+	PC15800	+	+	+
PC09370	+	+	+	PC16070	+	+	+
PC09870	+	+	+	PC16370	+	+	+
PC10270	-	+	+	PC16600	+	+	+
PC10470	+	+	+				
PC10570	+	+	+				

***หมายเหตุ : + = เชื้อแอกติโนมัยสีทสามารถเจริญได้, - = เชื้อแอกติโนมัยสีทไม่สามารถเจริญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงความสามารถในการเจริญบนอาหารแข็ง International *Streptomyces* Project no.2 (ISP2) ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นองค์ประกอบ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน ของไอโซเลท PC15600

- (ก) ความสามารถความสามารถในการเจริญบนอาหาร ISP2 ที่ไม่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ของไอโซเลท PC15600
- (ข) ความสามารถในการเจริญบนอาหาร ISP2 ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของไอโซเลท PC15600
- (ค) ความสามารถในการเจริญบนอาหาร ISP2 ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของไอโซเลท PC15600

4.3 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอกติโนมัยสีท

จากการเพาะเลี้ยงแอกติโนมัยสีททั้งหมด 47 ไอโซเลท ลงบนอาหารแข็ง ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ด้วยเทคนิค Simple streak บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน เนื่องจากอยู่ในช่วงที่แอกติโนมัยสีทมีการสร้างเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium) เส้นใยอากาศ (Aerial mycelium) รังควัตถุที่ละลายน้ำและมีการสร้างสปอร์ ซึ่งจะทำการสังเกตสีที่ปรากฏขึ้นบนอาหาร โดยทำการเทียบสีกับกระดาศสีมาตรฐาน ISCC-NBS System (Kelly, 1964. ; Benhadj *et al.*, 2019) และตรวจดูลักษณะของเส้นใยและสปอร์โดยเลี้ยงแอกติโนมัยสีทด้วยเทคนิค Slide culture จากนั้นทำการย้อมสีเส้นใยด้วย Lactophenol cotton blue ส่องดูลักษณะเส้นใยและสปอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า โดยเชื้อแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ทั้งหมด 47 ไอโซเลท มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน

ไอโซเลท	การเจริญบนอาหาร ISP2	สีของ Aerial spore mass	สีของ Reverse colony	สีรงควัตถุละลายน้ำ	ลักษณะสปอร์
SS00110	ดี	White to light gray	Strong yellow	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Spiral
SS00410	ดี	ไม่สร้าง Aerial spore mass	Dark yellowish brown	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	ไม่สร้างสปอร์
SS00510	ดี	White to medium gray	Deep yellowish brown	Light olive brown	Rectiflexibiles
SS00710	ดี	Light grayish brown to gray	Deep brown	Deep brown	Rectiflexibiles
SS00910	ดี	White to yellowish gray	Strong yellow	Moderate brown	Rectiflexibiles
SS01210	ดี	White to light gray	Dark orange yellow	Light olive brown	Verticillati
SS01310	ดี	White to light gray	Strong reddish brown	Deep brown	Spiral
SS02210	ดี	White	Deep brown	Deep brown	Verticillati
SS03210	ดี	White to light greenish yellow	Brilliant yellow	Deep yellow	Spiral
SS03310	ดี	White to pale yellow	Deep yellow	Strong yellowish brown	Spiral
PC00100	ดี	White to light gray	Deep orange yellow	Strong yellowish brown	Monosporous

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน

ไอโซเลท	การเจริญบนอาหาร ISP2	สีของ Aerial spore mass	สีของ Reverse colony	สีรงควัตถุละลายน้ำ	ลักษณะสปอร์
PC00200	ดี	White to medium gray	Deep brown	Dark brown	Oligosporous
PC00600	ดี	White to medium gray	Strong brown	Light olive brown	Rectiflexibiles
PC00870	ดี	White to light gray	Strong brown	Light olive brown	Rectiflexibiles
PC00970	ดี	White to light gray	Dark brown	Deep yellowish brown	Rectiflexibiles
PC01270	ปานกลาง	White	Brilliant orange yellow	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Oligosporous
PC01470	ดี	White to light gray	Dark yellowish brown	Strong yellowish brown	Rectiflexibiles
PC01670	ดี	White to yellowish gray	Deep yellowish brown	Light olive brown	Rectiflexibiles
PC01770	ดี	White to yellowish gray	Deep yellowish brown	Light olive brown	Rectiflexibiles
PC02370	ดี	White to light gray	Strong brown	Strong yellow brown	Oligosporous
PC02770	ดี	White	Deep brown	Strong brown	Rectiflexibiles
PC03300	ดี	White to light gray	Dark yellowish brown	Light olive brown	Rectiflexibiles
PC03500	ดี	White to light gray	Strong yellowish brown	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Rectiflexibiles

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทจำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน

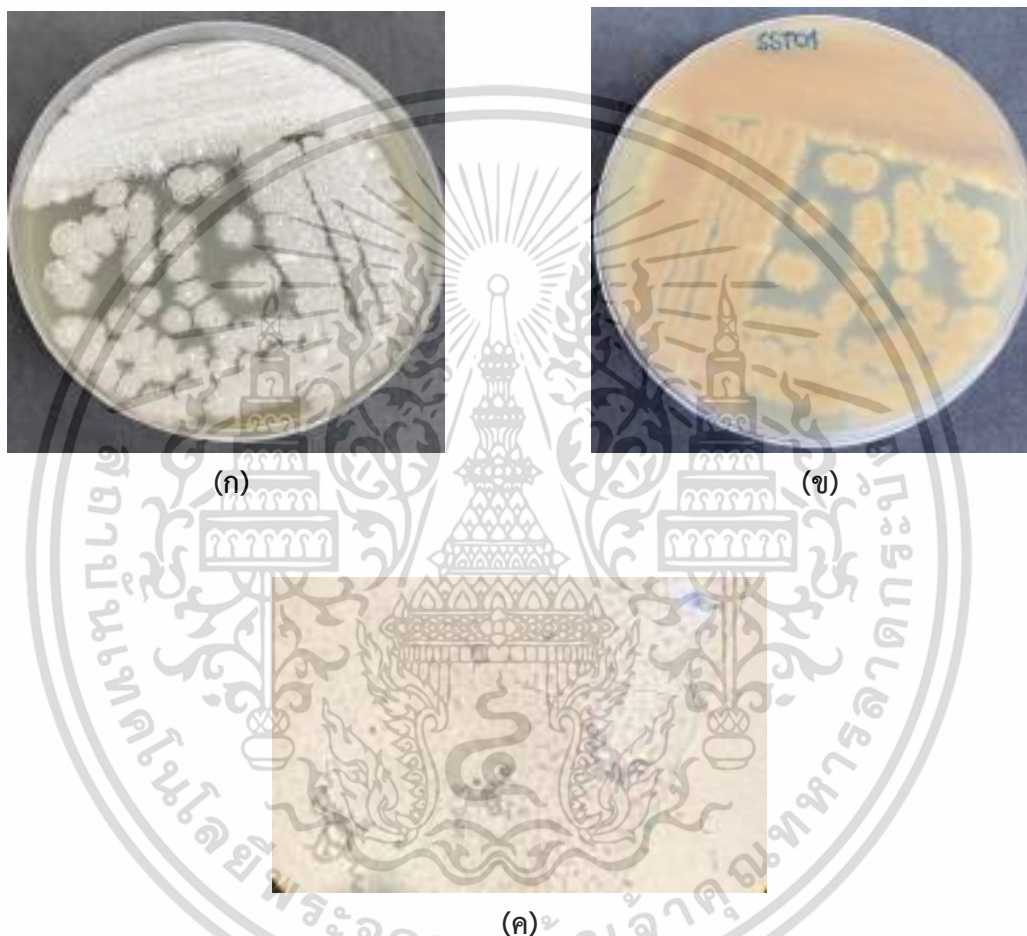
ไอโซเลท	การเจริญ บนอาหาร ISP2	สีของ Aerial spore mass	สีของ Reverse colony	สีรงควัตถุละลายน้ำ	ลักษณะสปอร์
PC03600	ดี	White to medium gray	Strong yellowish brown	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Rectiflexibiles
PC05100	ดี	White to light gray	Dark yellowish brown	Moderate olive brown	Retinaculiaperti
PC07170	ดี	White to pale yellow	Light yellow	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Spiral
PC08070	ปานกลาง	White to medium gray	Strong yellowish brown	Deep yellowish brown	Spiral
PC08970	ปานกลาง	White	Dark orange yellow	Deep yellowish brown	Rectiflexibiles
PC09270	ดี	White to pale yellow	Deep yellowish brown	Moderate olive brown	Rectiflexibiles
PC09370	ดี	ไม่สร้าง Aerial spore mass	Dark orange yellow	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	ไม่สร้างสปอร์
PC09870	ดี	White	Strong yellow	Strong yellow	Rectiflexibiles
PC10270	ดี	White	Black	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Rectiflexibiles
PC10470	ดี	White	Deep orange	Strong brown	Rectiflexibiles
PC10570	ดี	White to medium gray	Dark grayish olive	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Rectiflexibiles
PC11170	ดี	White to pale yellow	Deep brown	Dark brown	Rectiflexibiles
PC11570	ดี	White to light gray	Deep orange yellow	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Monosporous

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอสโคดีนัมยีสท์จำนวน 47 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นระยะเวลา 7-14 วัน

ไอโซเลท	การเจริญบนอาหาร ISP2	สีของ Aerial spore mass	สีของ Reverse colony	สีรงควัตถุละลายน้ำ	ลักษณะสปอร์
PC11670	ดี	White to light gray	Strong orange yellow	Strong yellow	Rectiflexibiles
PC12570	ดี	ไม่สร้าง Aerial spore mass	Strong yellowish brown	Deep yellowish brown	ไม่สร้างสปอร์
PC13070	ดี	White to light gray	Dark orange yellow	Dark yellowish brown	Spiral
PC14270	ดี	White to medium gray	Brilliant yellow	ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ	Spiral
PC14570	ดี	White to light gray	Dark brown	Dark yellowish brown	Spiral
PC14900	ดี	White to pale yellow	Deep brown	Deep yellowish brown	Rectiflexibiles
PC15600	ดี	White to olive gray	Dark brown	Deep yellowish brown	Monosporous
PC15800	ดี	White to pale yellow	Strong brown	Strong brown	Rectiflexibiles
PC16070	ดี	Pale yellow to medium gray	Dark brown	Strong yellowish brown	Monosporous
PC16370	ดี	White to medium gray	Light olive brown	Moderate olive brown	Spiral
PC16600	ดี	White to pale yellow	Deep orange yellow	Dark yellow	Rectiflexibiles

*หมายเหตุ : การเจริญบนอาหาร ดี = 7-14 วัน, ปานกลาง = 14-30 วัน, แย่ = มากกว่า 30 วันหรือไม่เจริญ

4.3.1 เชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลท SS00110 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.2



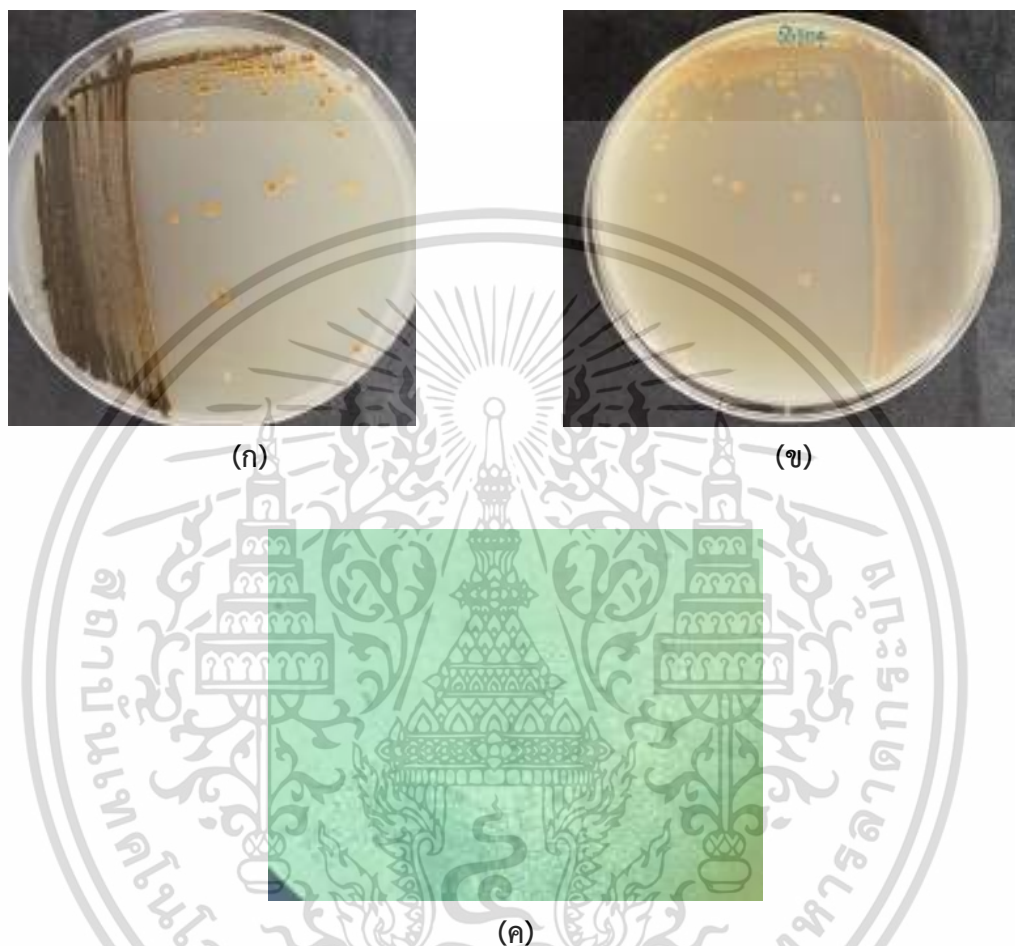
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลท SS00110 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย

1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท SS00410 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v ไม่สร้าง Aerial spore mass ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark yellowish brown ดังรูปที่ (ข) ไม่สร้างสปอร์และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.3

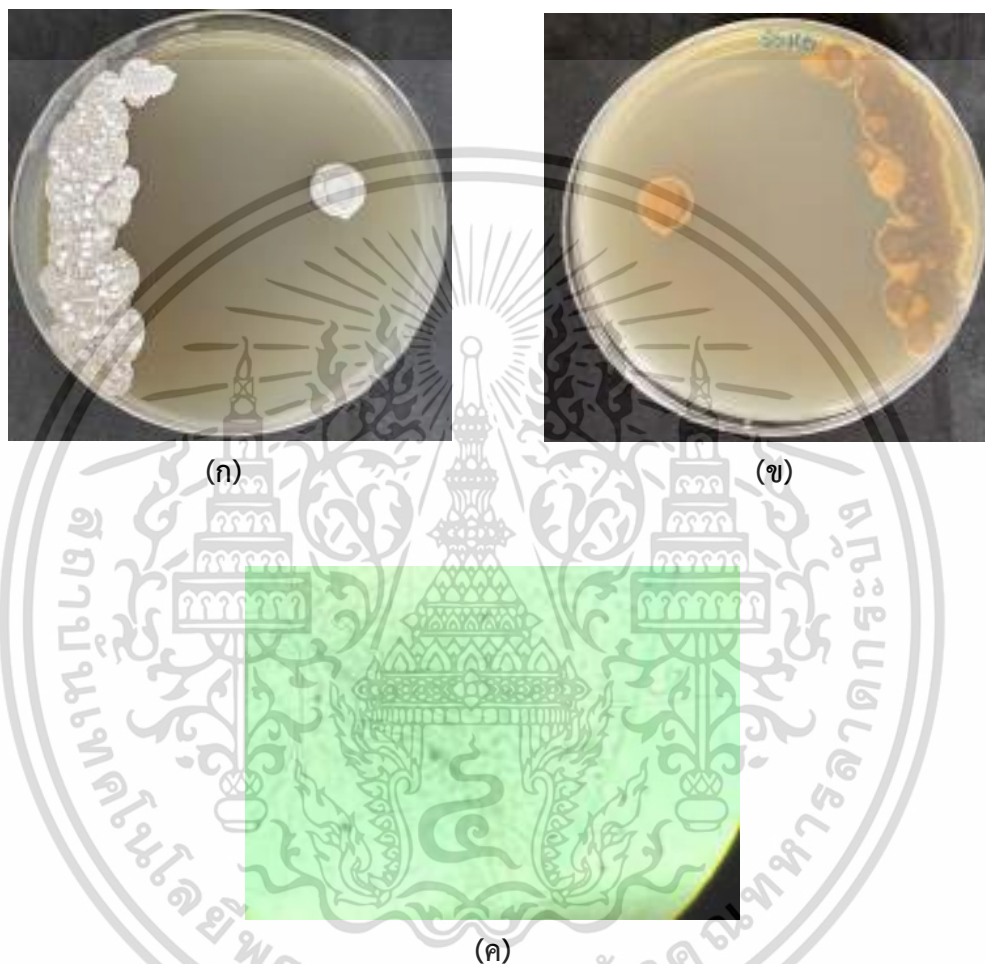


รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท SS00410 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 เชื้อแอสโคติโนมัยซีทไอโซเลท SS00510 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอสเตียมคลอไรด์ 1.5 %w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สี Light olive brown ทั้งหมดแสดงตามรูปที่ 4.4

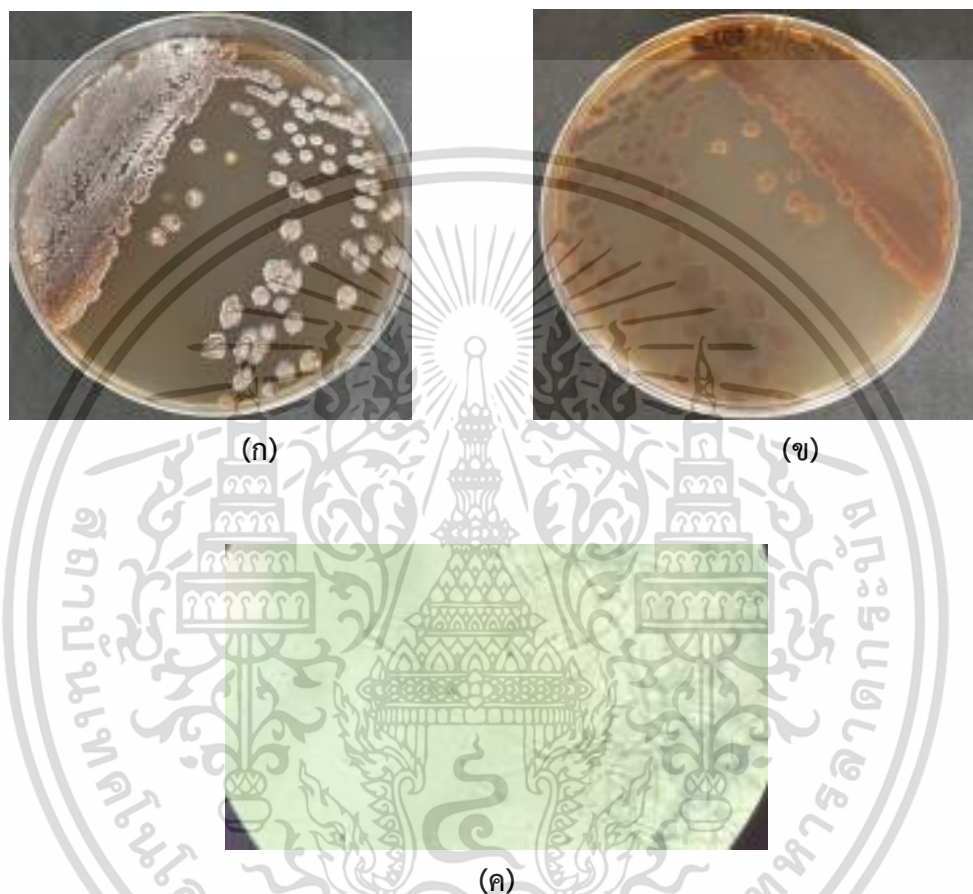


รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคติโนมัยซีทไอโซเลท SS00510 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอสเตียมคลอไรด์ 1.5 %w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS00710 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v สร้าง Aerial spore mass สี Light grayish brown to gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.5

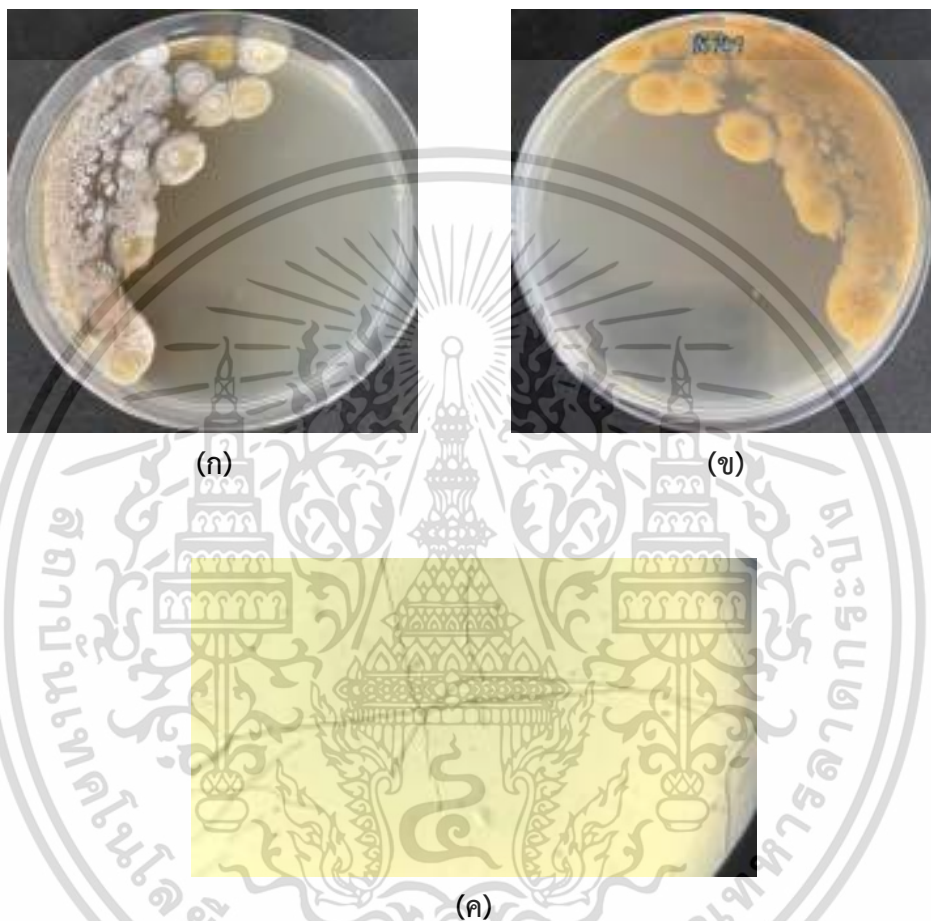


รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท SS00710 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5 %w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 เชื้อแอสโคดีนัมยีสท์ไฮโซเลท SS00910 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to yellowish gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Moderate brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.6

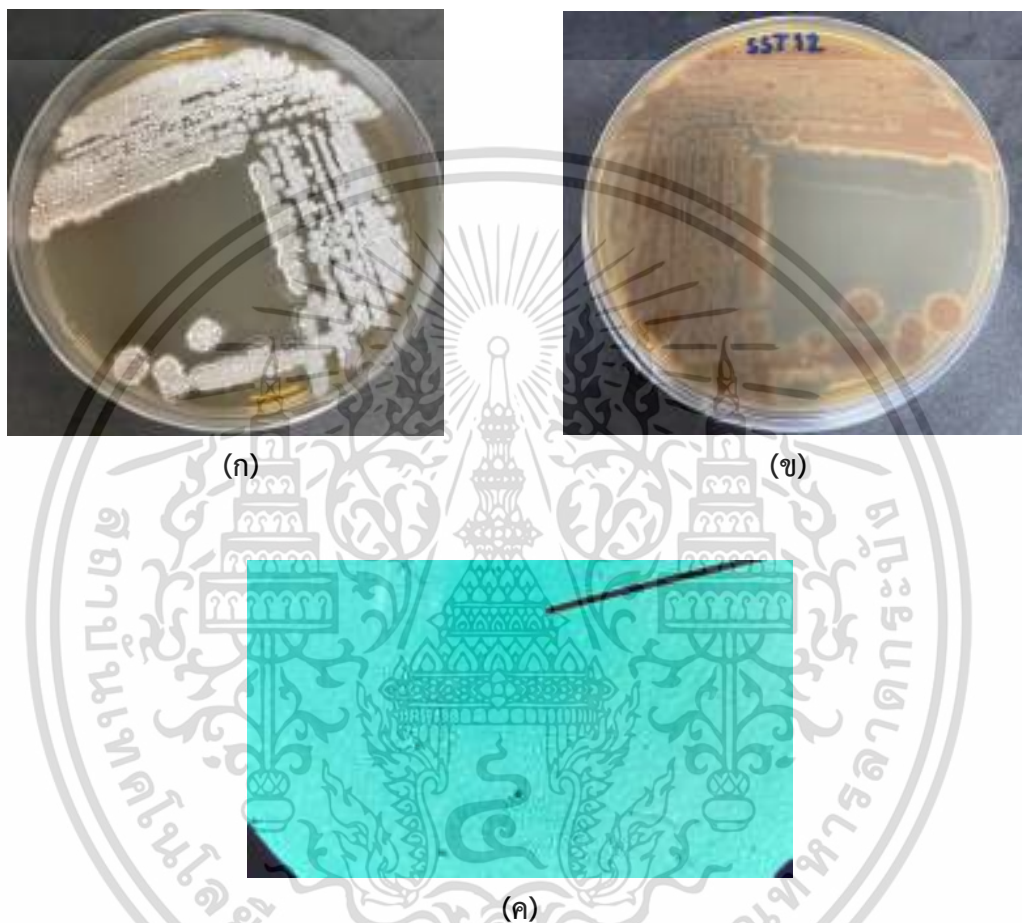


รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคดีนัมยีสท์ไฮโซเลท SS00910 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท SS01210 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลีอโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Verticillati ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Light olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.7

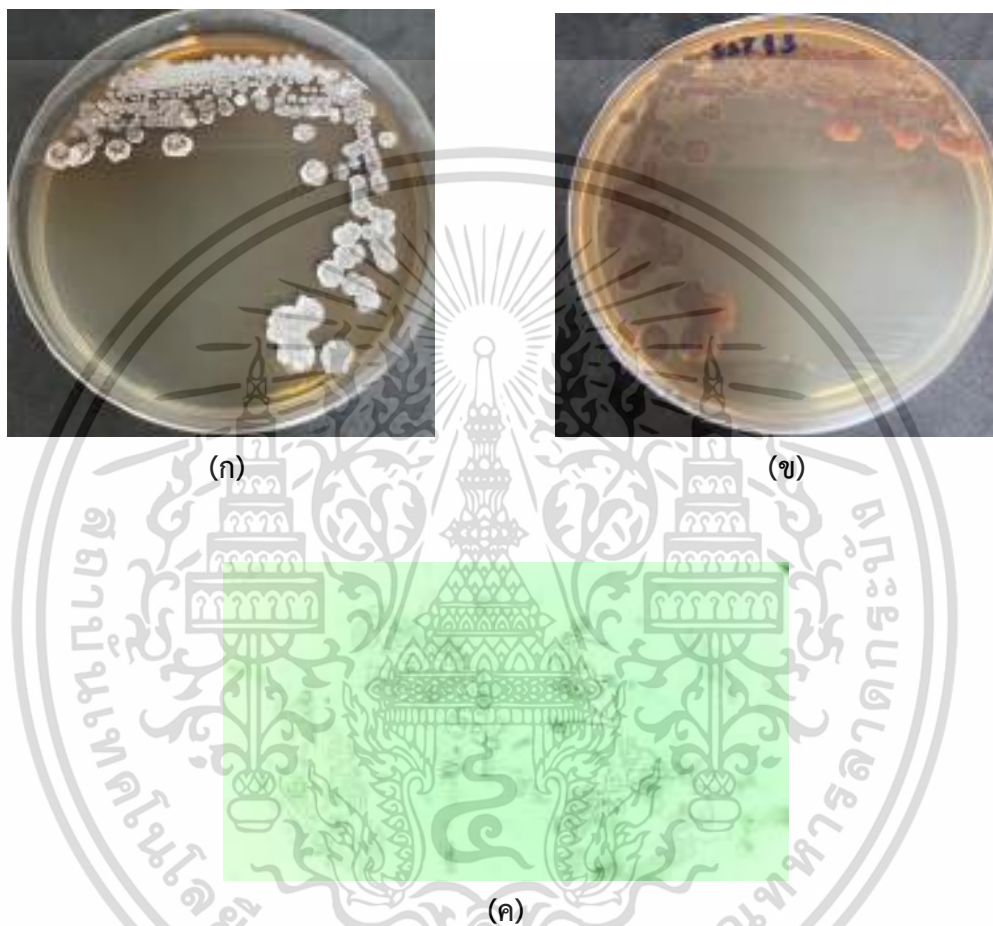


รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท SS01210 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลีอโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมสายพันธุ์ไอโซเลท SS01310 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong reddish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.8

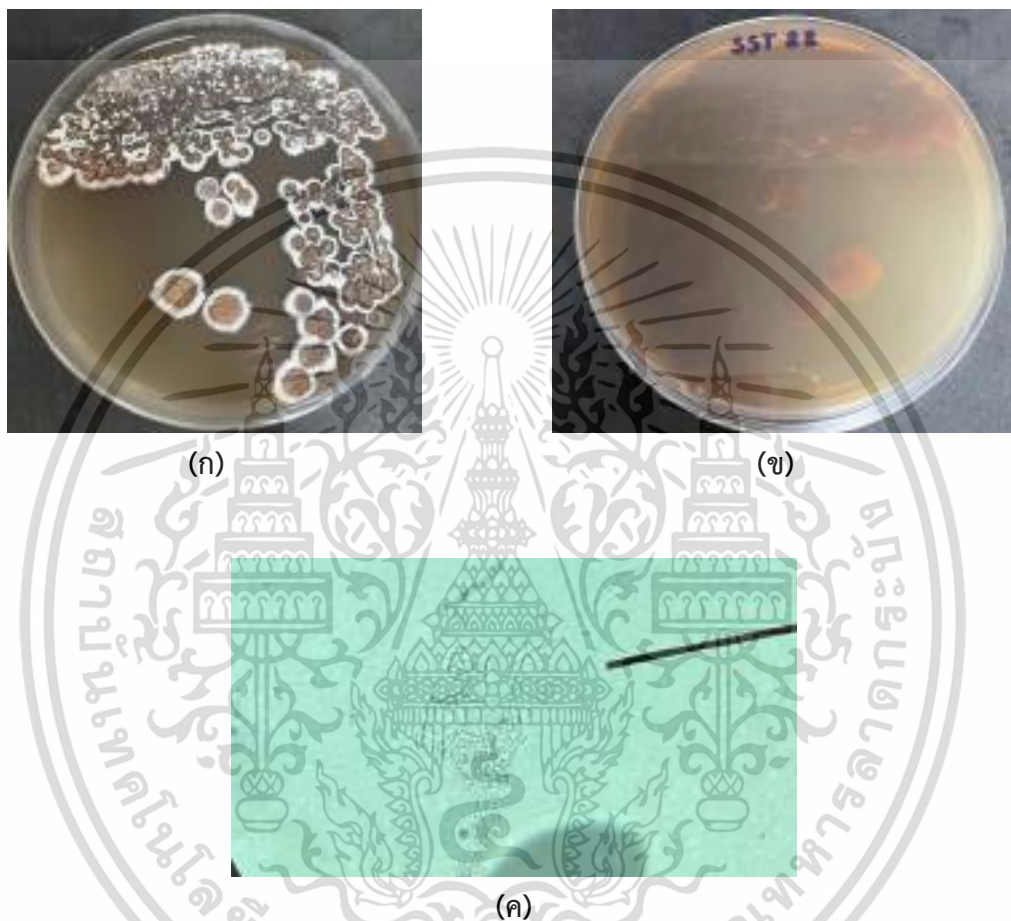


รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมสายพันธุ์ไอโซเลท SS01310 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 เชื้อแอสโคติโนมัยสีทไอโซเลท SS02210 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Verticillati ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep brown ทั้งหมดแสดงตามรูปที่ 4.9

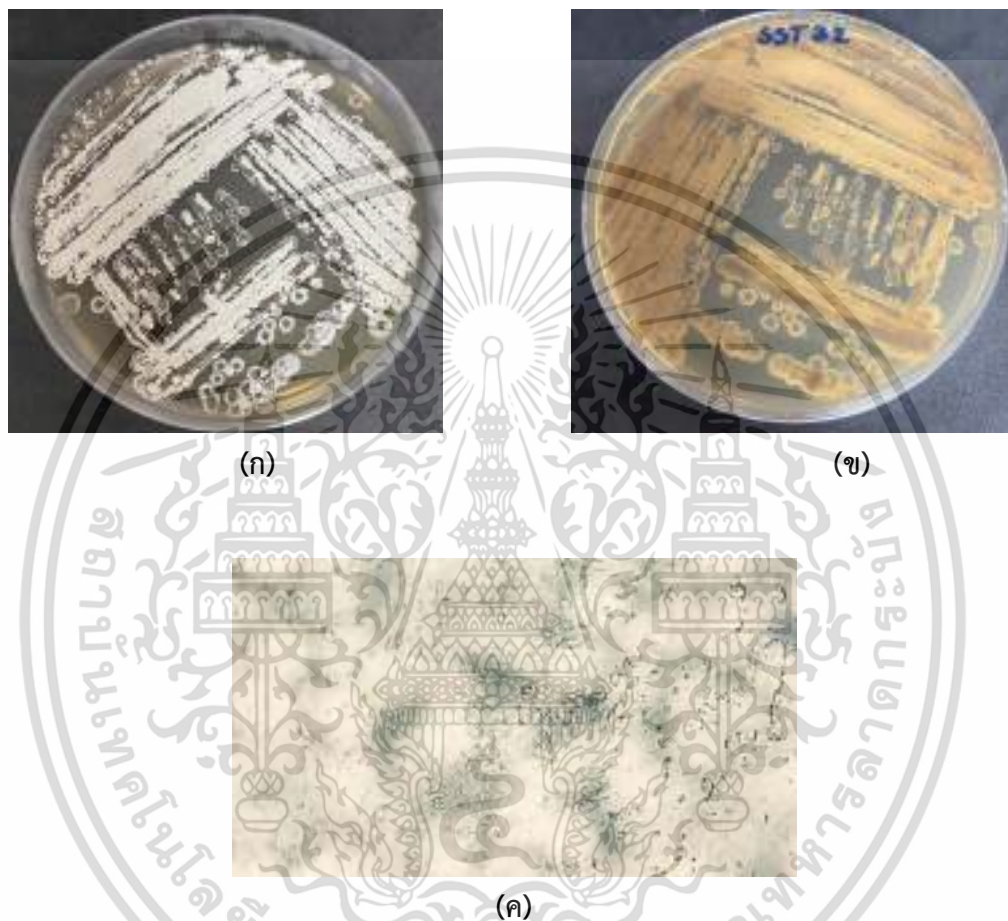


รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคติโนมัยสีทไอโซเลท SS02210 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.9 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท SS03210 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light greenish yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Brilliant yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep yellow ทั้งหมดแสดงตามรูปที่ 4.10

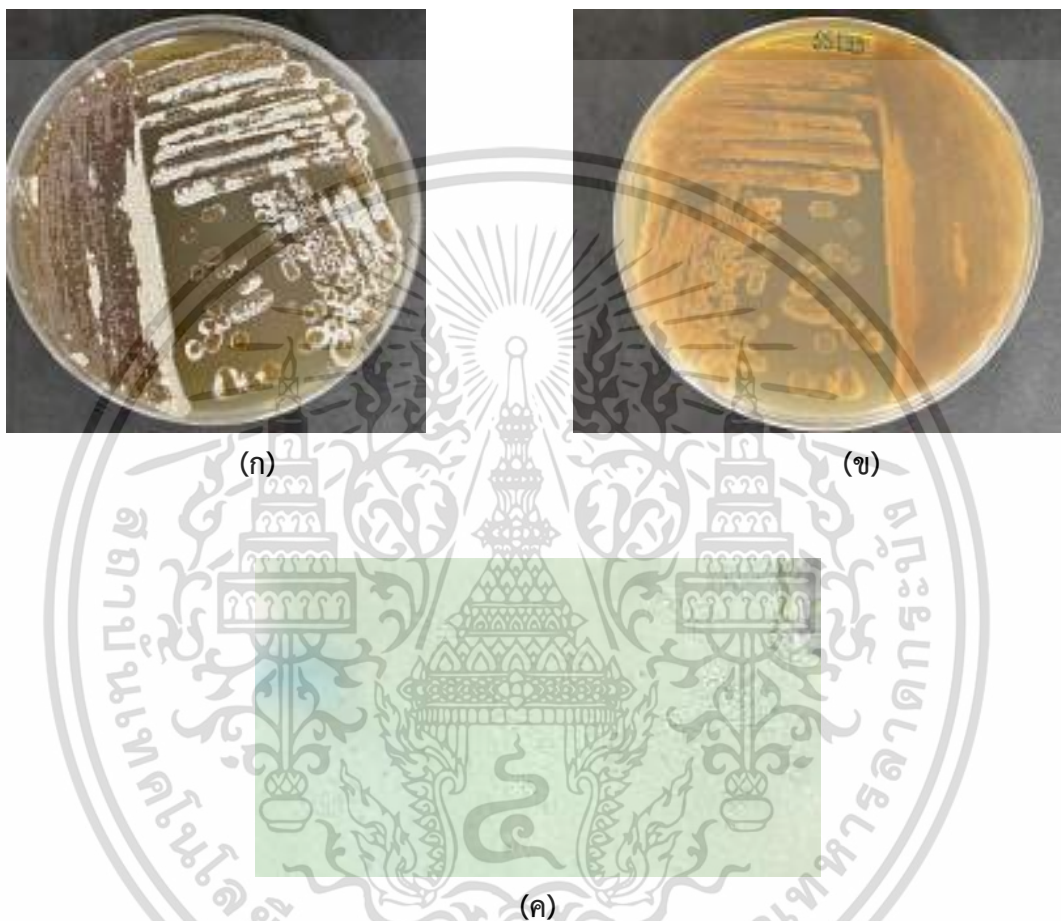


รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท SS03210 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.10 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท SS03310 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโฆเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to pale yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.11

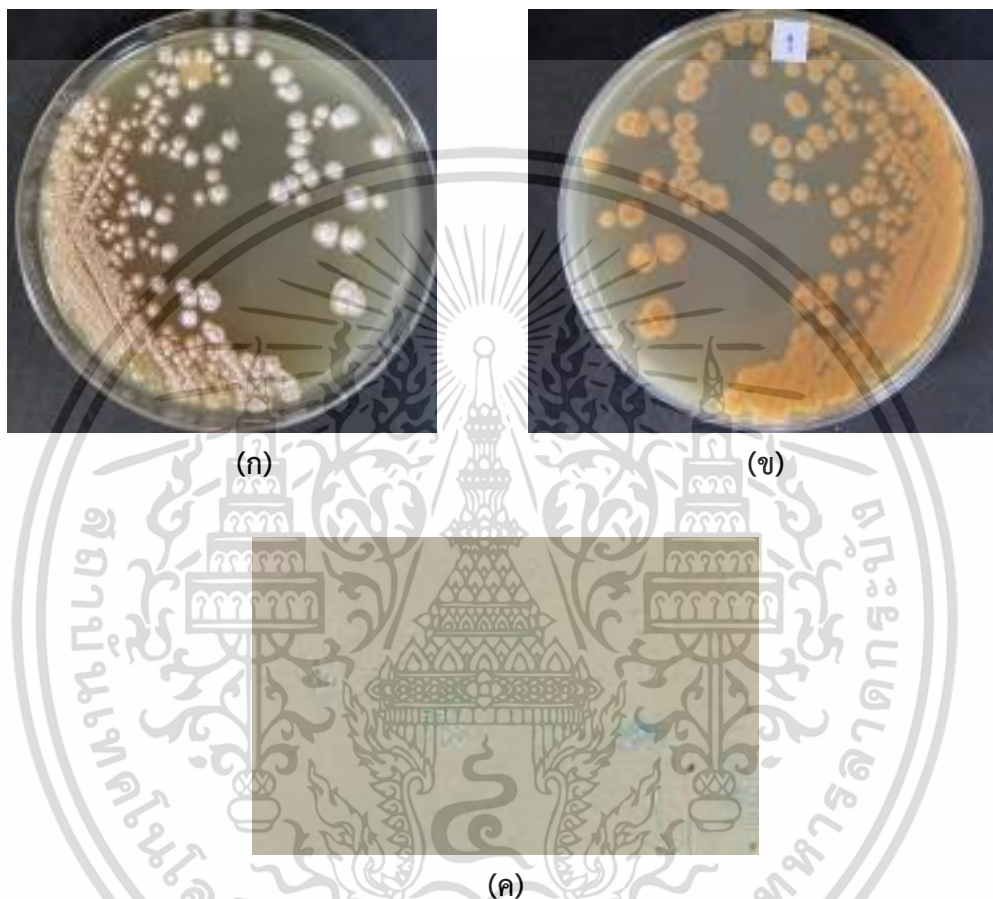


รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท SS03310 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโฆเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.11 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC00100 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Monosporous ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.12

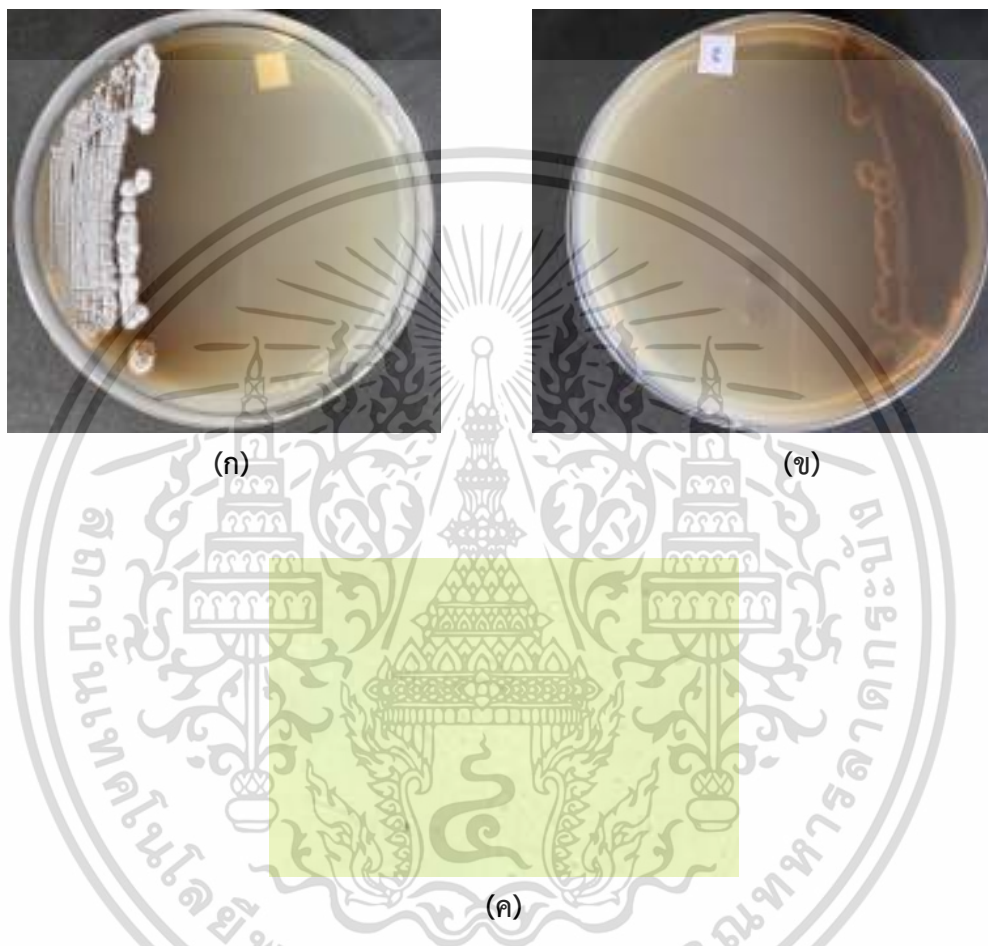


รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC00100 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.12 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC00200 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Oligosporous ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Dark brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.13

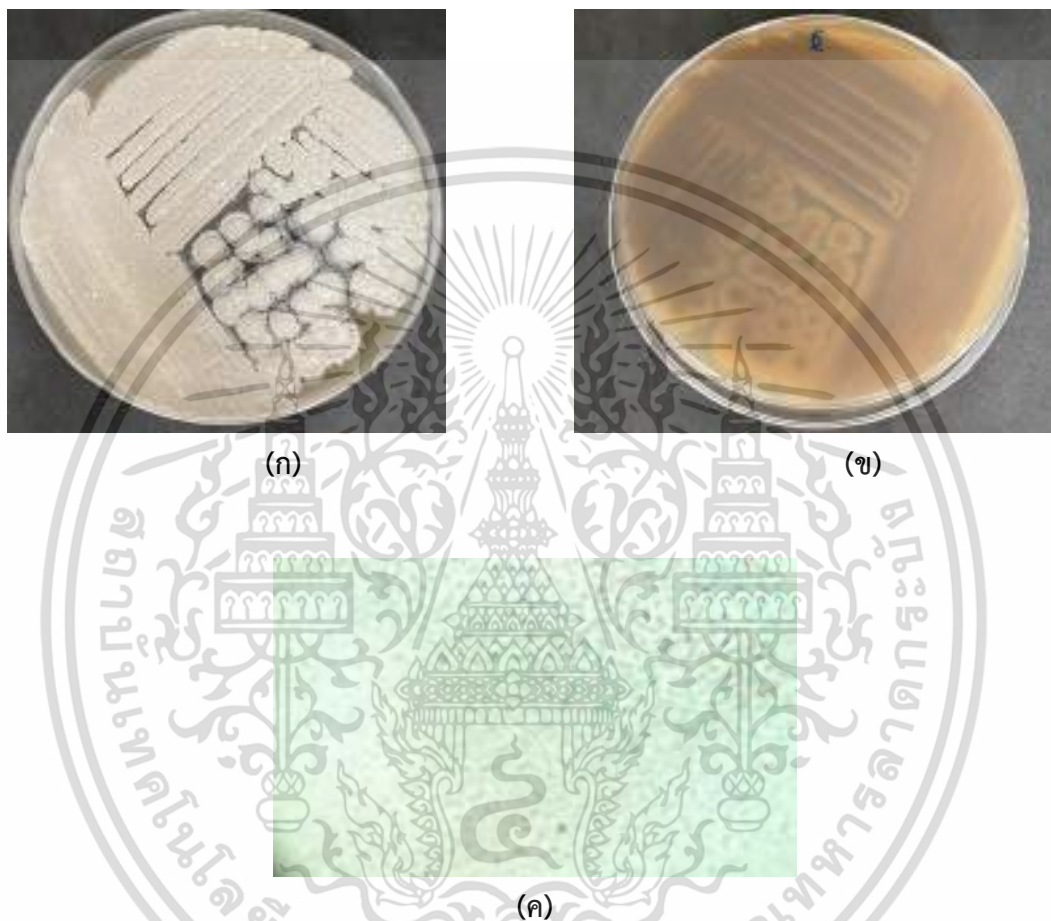


รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC00200 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.13 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC00600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Light olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.14

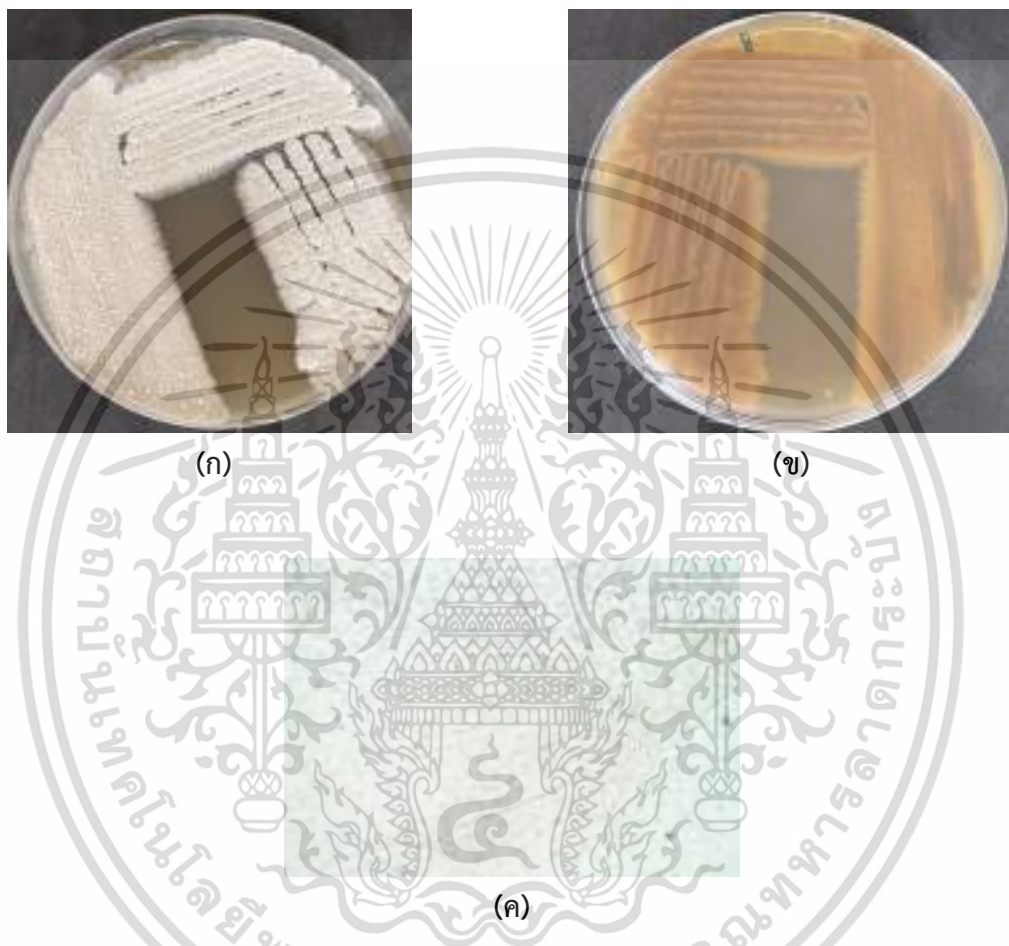


รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC00600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.14 เชื้อแอกติโนมัยสีทไฮโซเลท PC00870 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Light olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.15

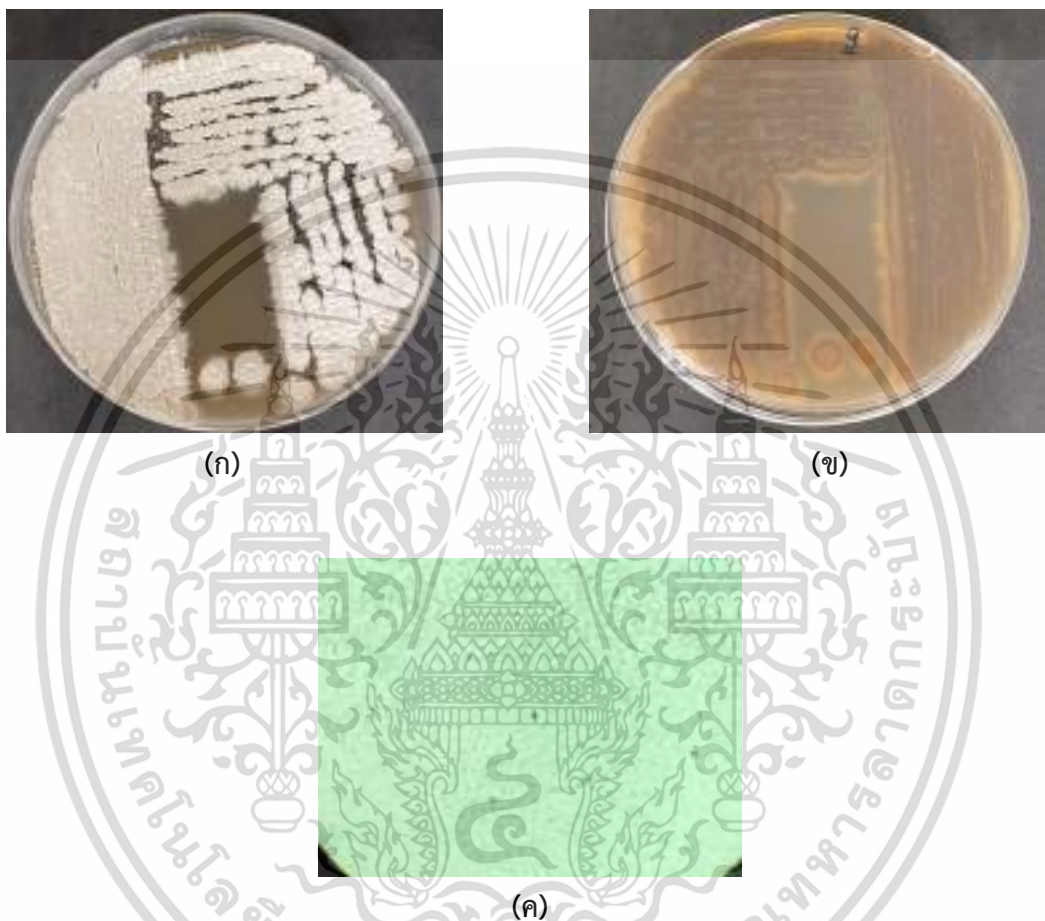


รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไฮโซเลท PC00870 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.15 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC00970 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอสเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.16

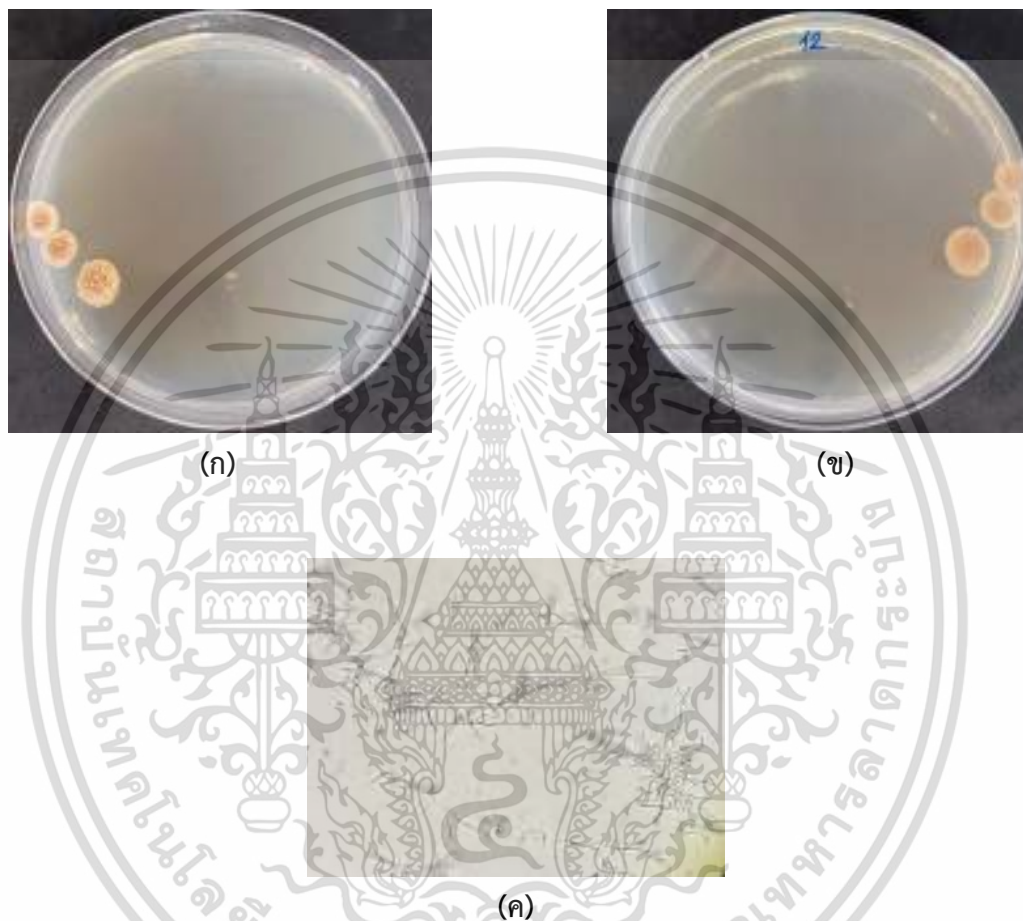


รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC00970 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอสเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.16 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC01270 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Brilliant orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Oligosporous ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.17

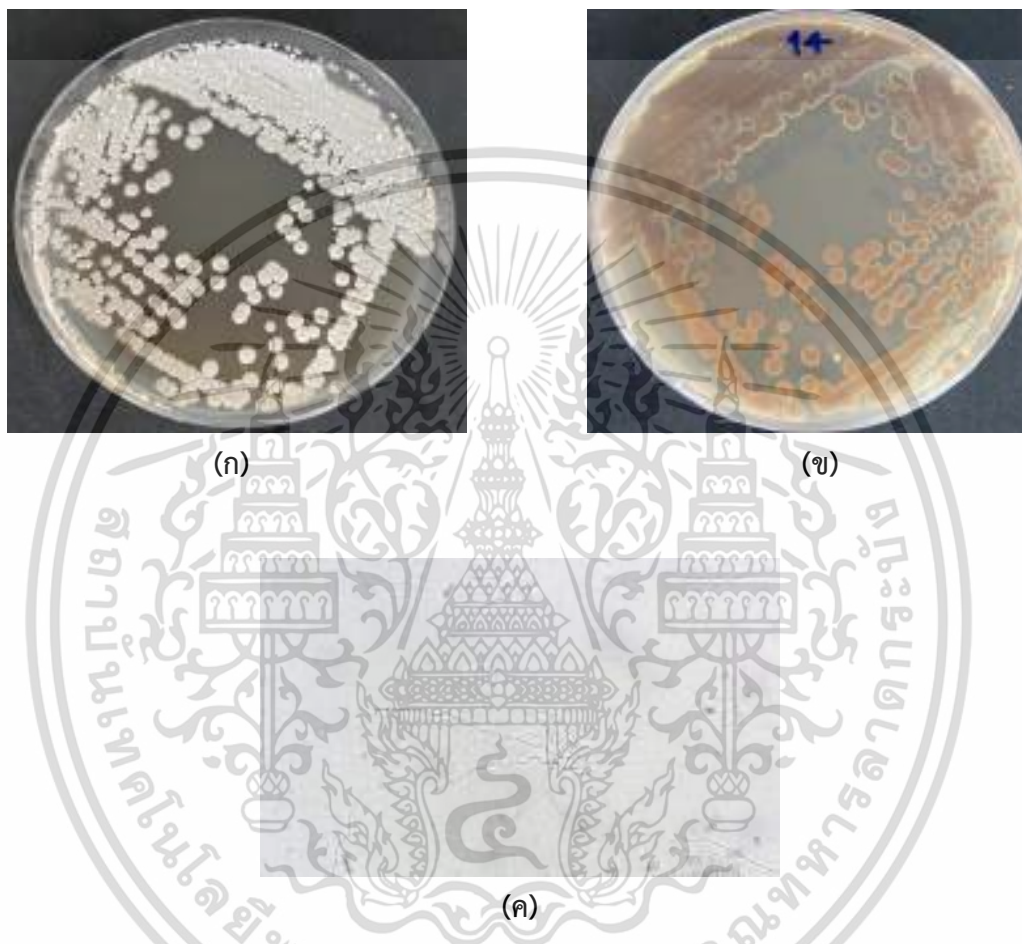


รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC01270 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.17 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC01470 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.18

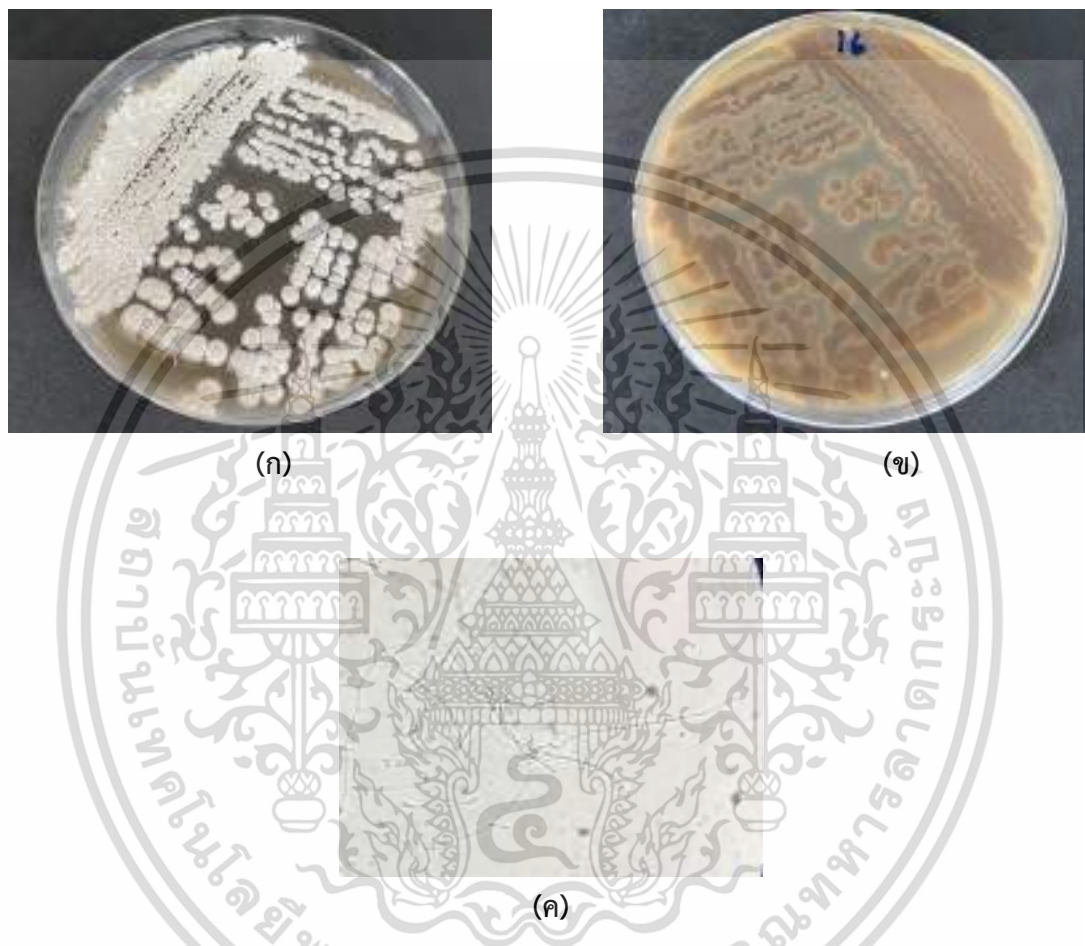


รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC01470 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.18 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC01670 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to yellowish gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สี Light olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.19

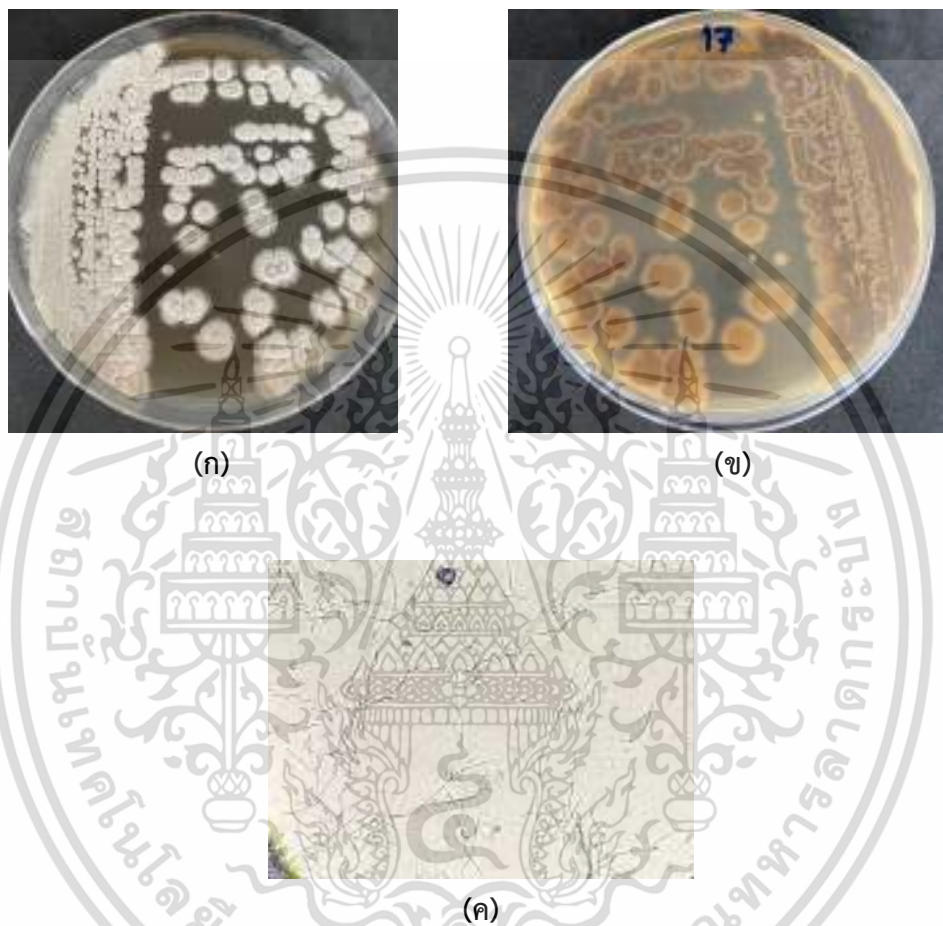


รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC01670 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.19 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC01770 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to yellowish gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สี Light olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.20

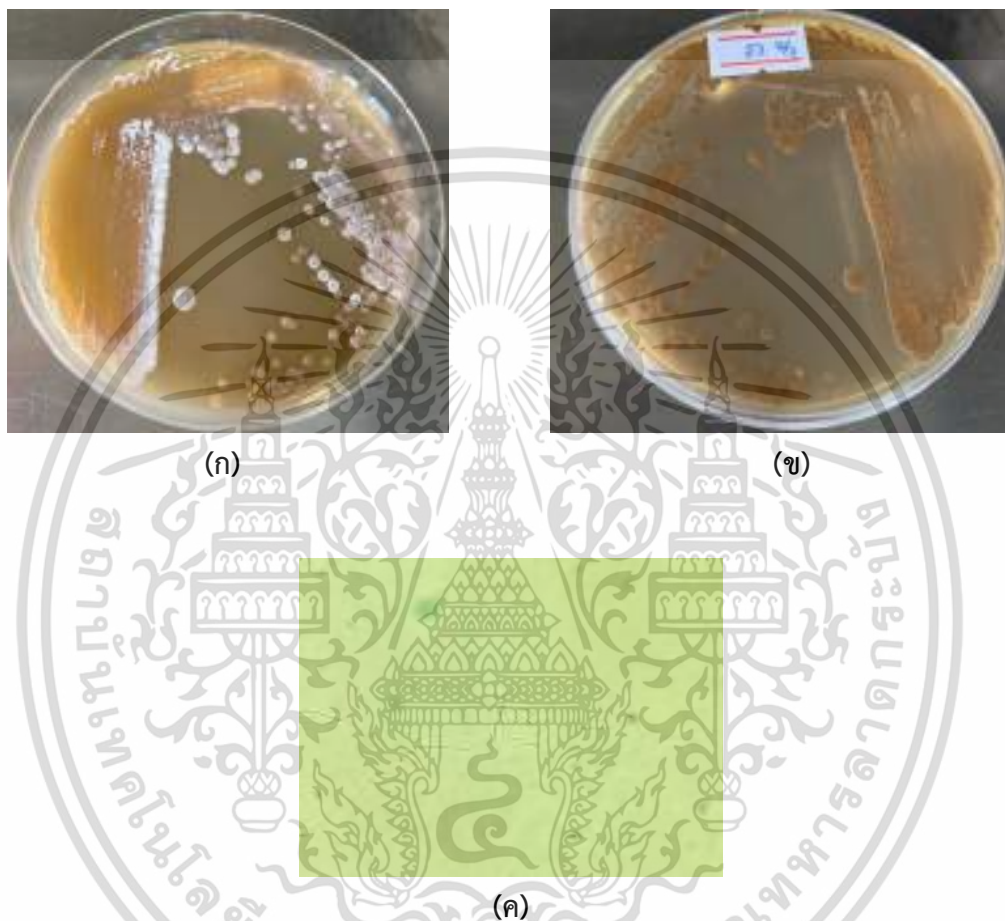


รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC01770 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.20 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไอโซเลท PC02370 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Oligosporous ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong yellow brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.21

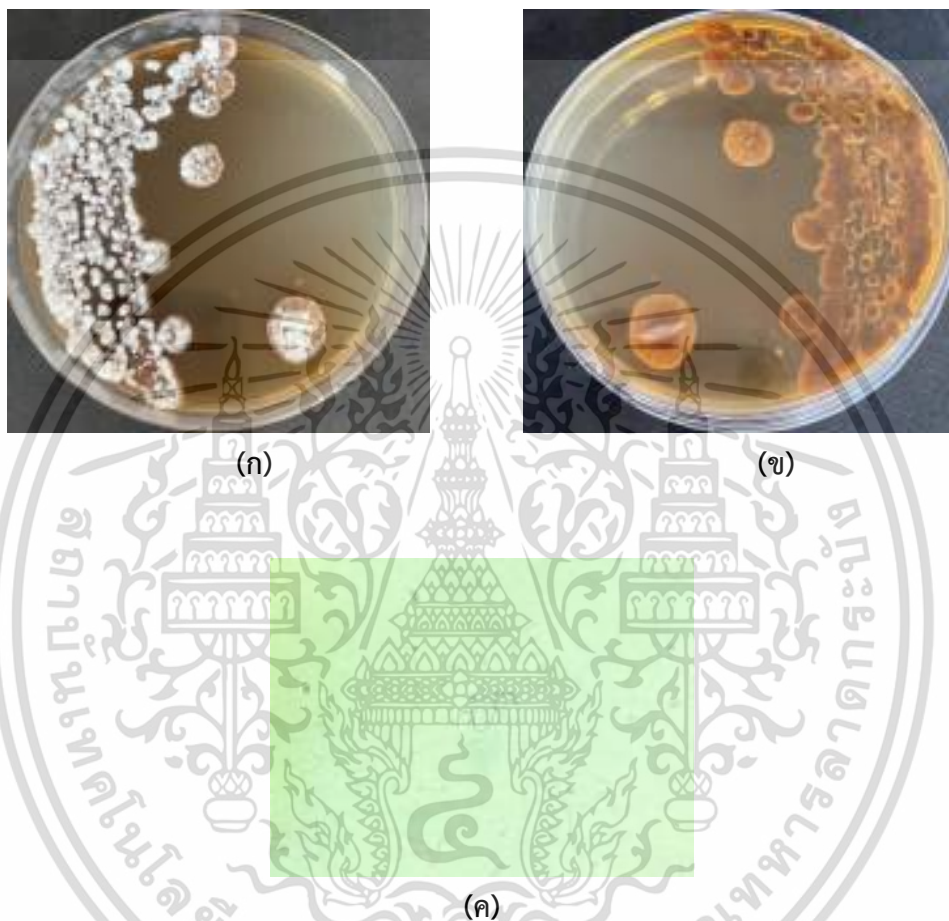


รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไอโซเลท PC02370 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.21 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC02770 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.22

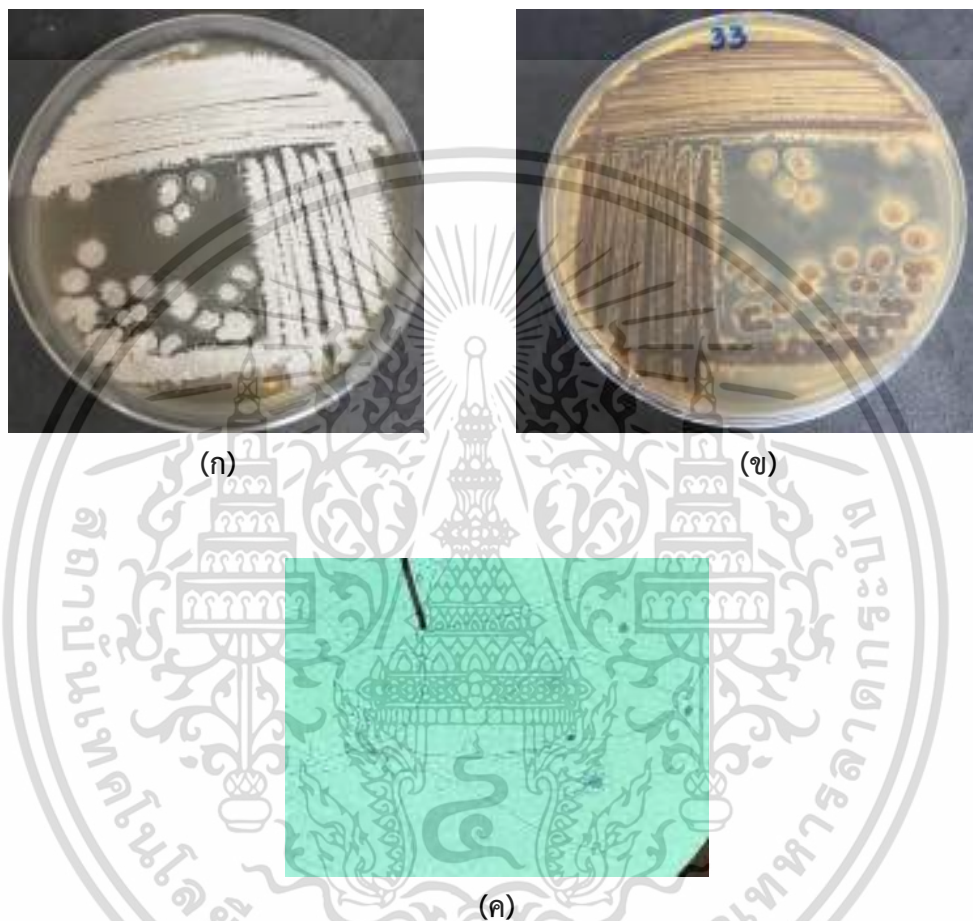


รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC02770 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.22 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสไลเท PC03300 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Light olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.23

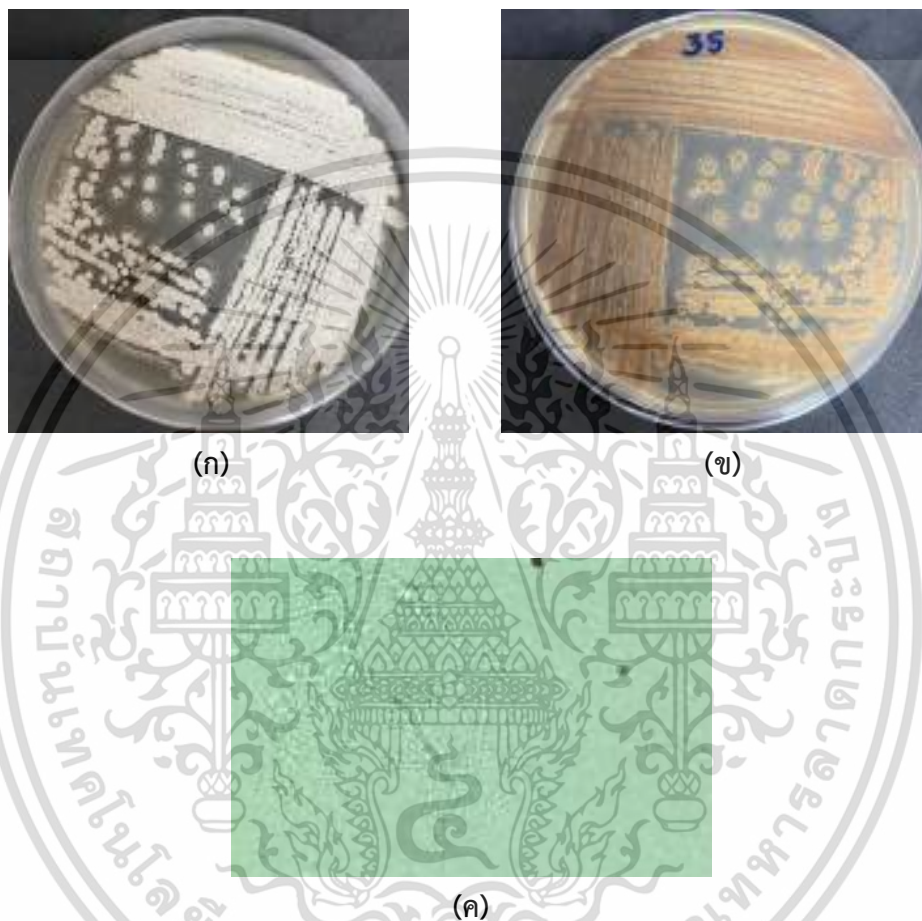


รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสไลเท PC03300 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.23 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC03500 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.24

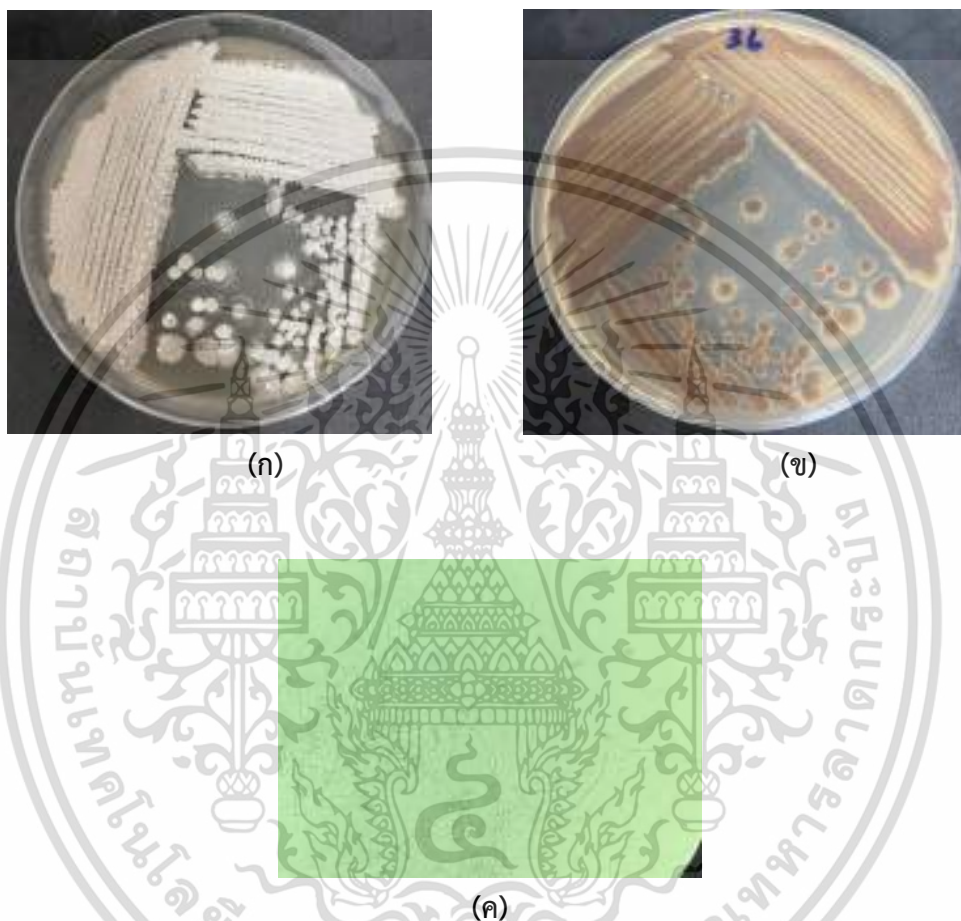


รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสเลท PC03500 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.24 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC03600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโฆเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.25

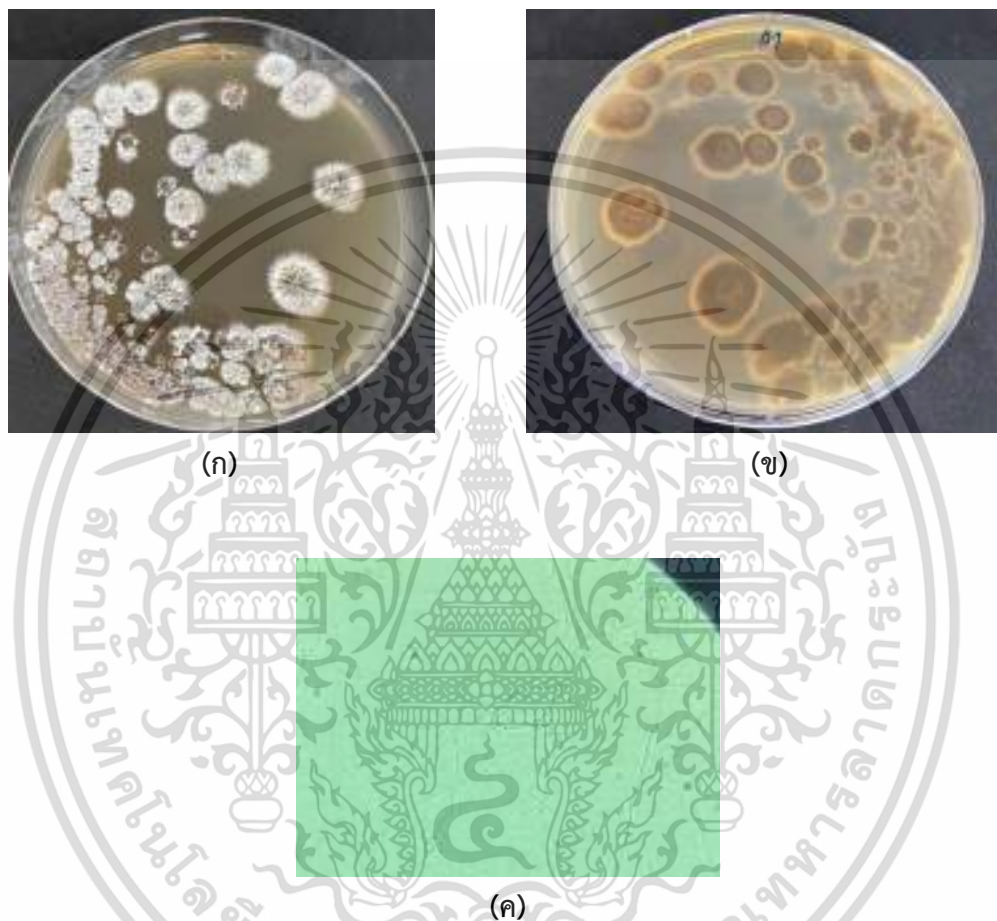


รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC03600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโฆเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.25 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสไลเทอ PC05100 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectinaculiaperti ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Moderate olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.26

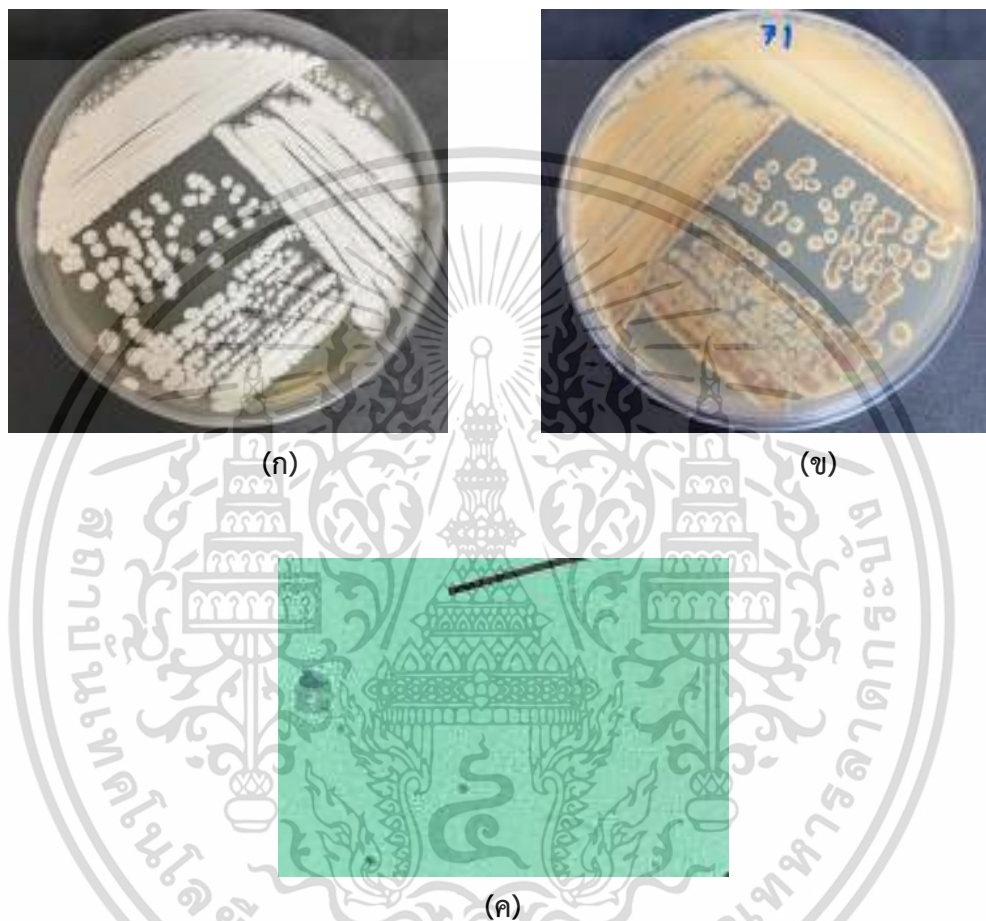


รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัมไฮสไลเทอ PC05100 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.26 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC07170 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to pale yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Light yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.27

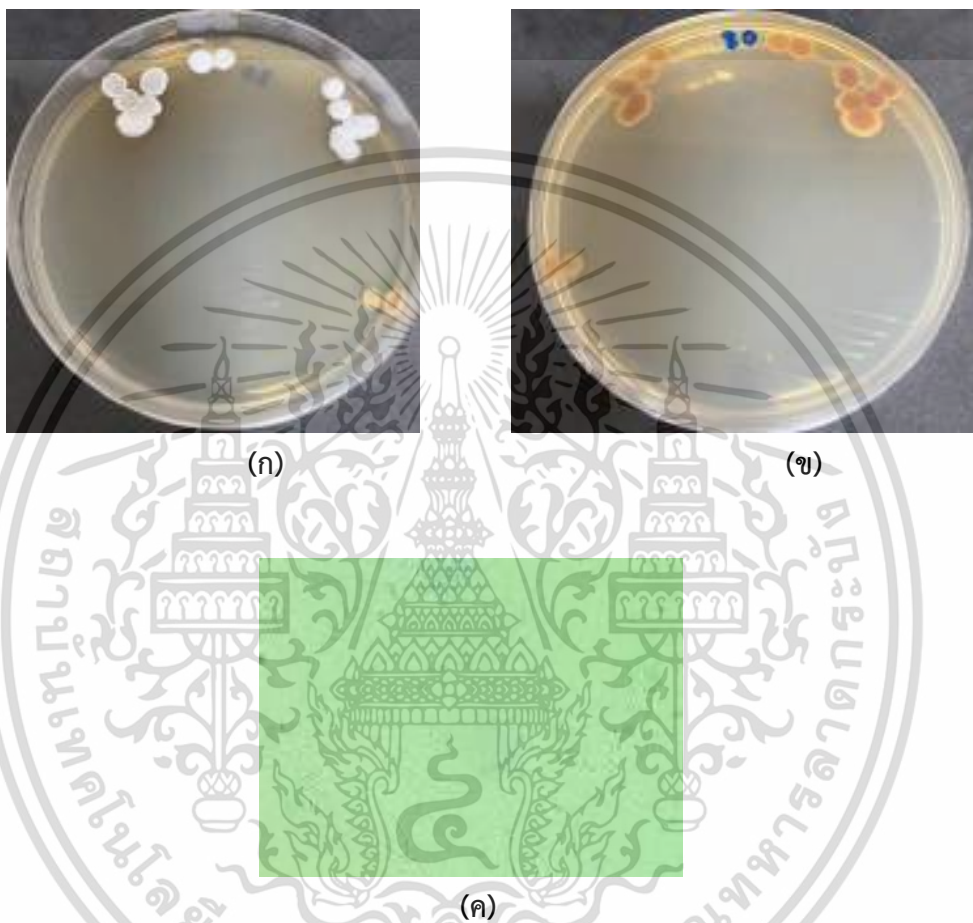


รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC07170 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.27 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC08070 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.28

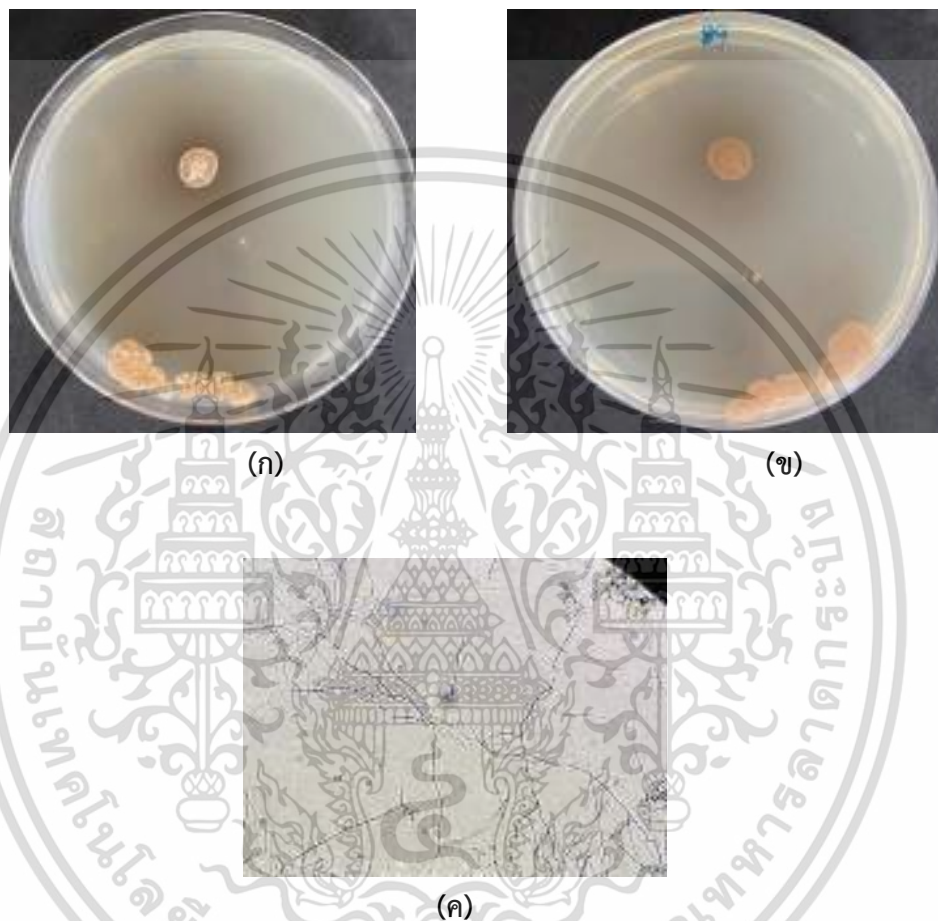


รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC08070 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.28 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC08970 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอสเตียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.29

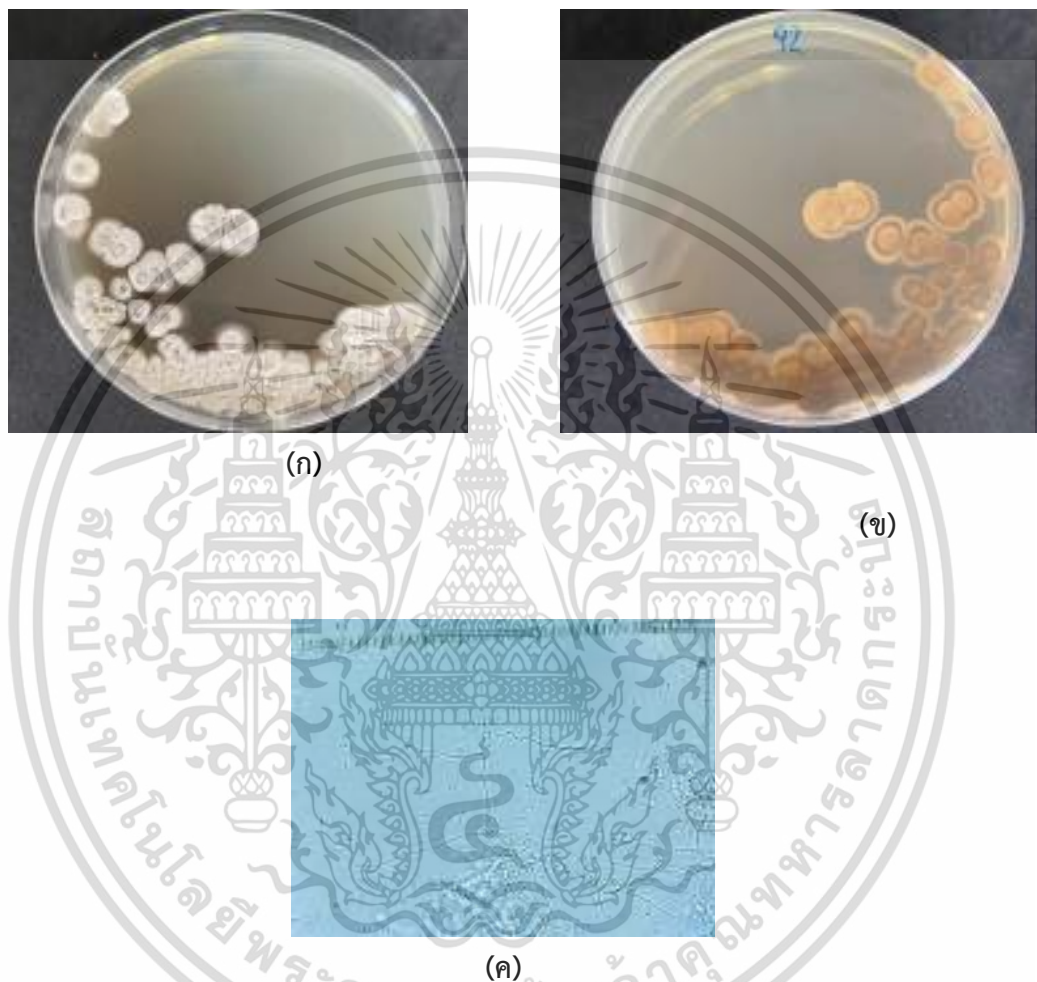


รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC08970 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอสเตียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.29 เชื้อแอกติโนมัยสีทไฮโซเลท PC09270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to pale yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep yellowish brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สี Moderate olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.30

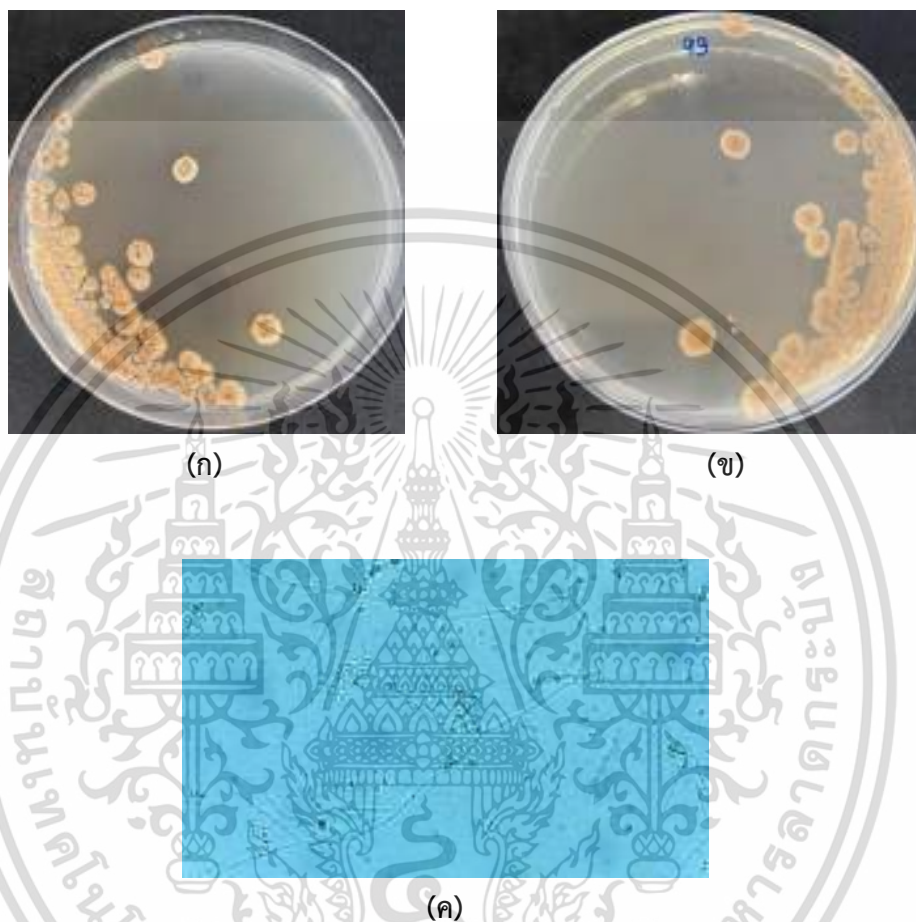


รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไฮโซเลท PC09270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.30 เชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลต PC09370 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v ไม่สร้าง Aerial spore mass ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark orange yellow ดังรูปที่ (ข) ไม่สร้างสปอร์และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.31

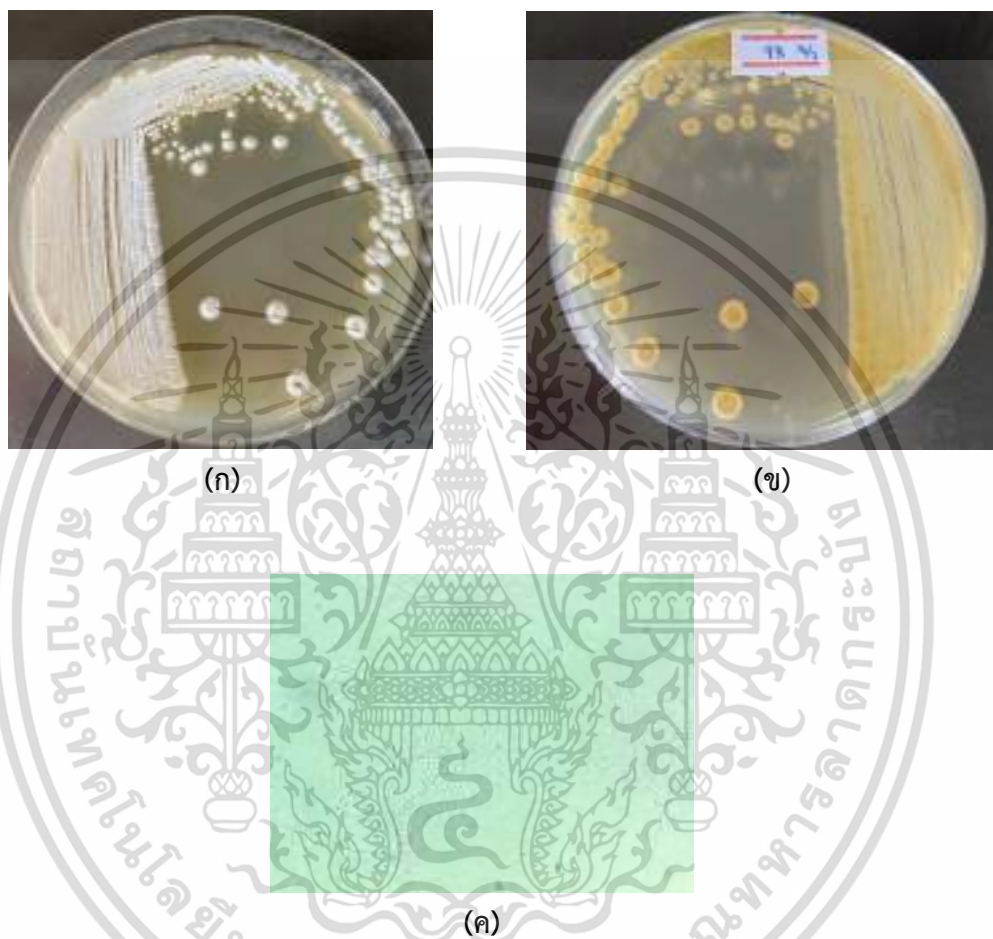


รูปที่ 4.31 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลต PC09370 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.31 เชื้อแอสเพอร์จิลลินัสพีซีไอเอเลท PC09870 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong yellow ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.32

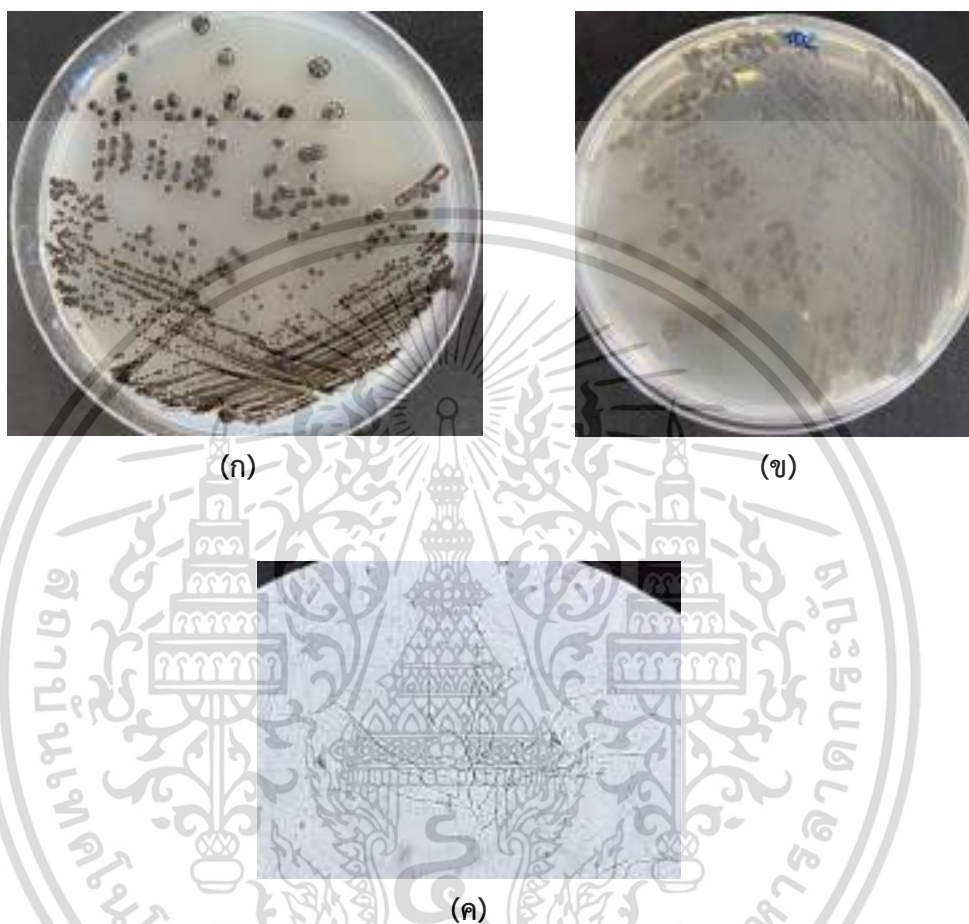


รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลินัสพีซีไอเอเลท PC09870 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.32 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC10270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอลิเทียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Black ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.33

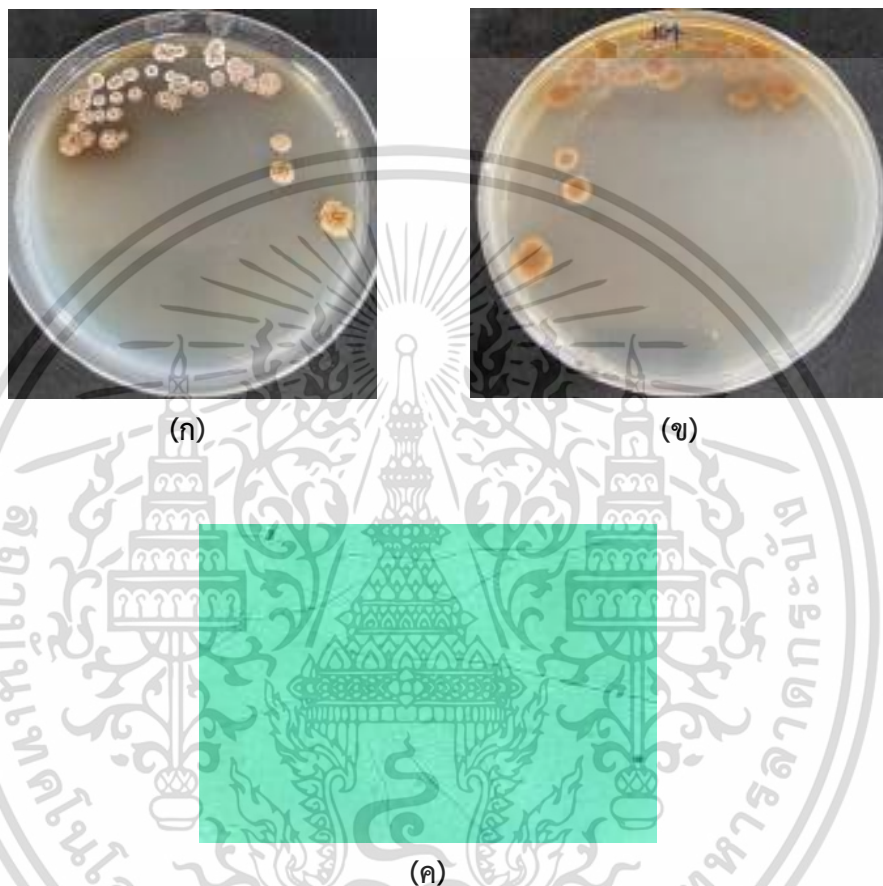


รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC10270 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอลิเทียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.33 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC10470 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep orange ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.34

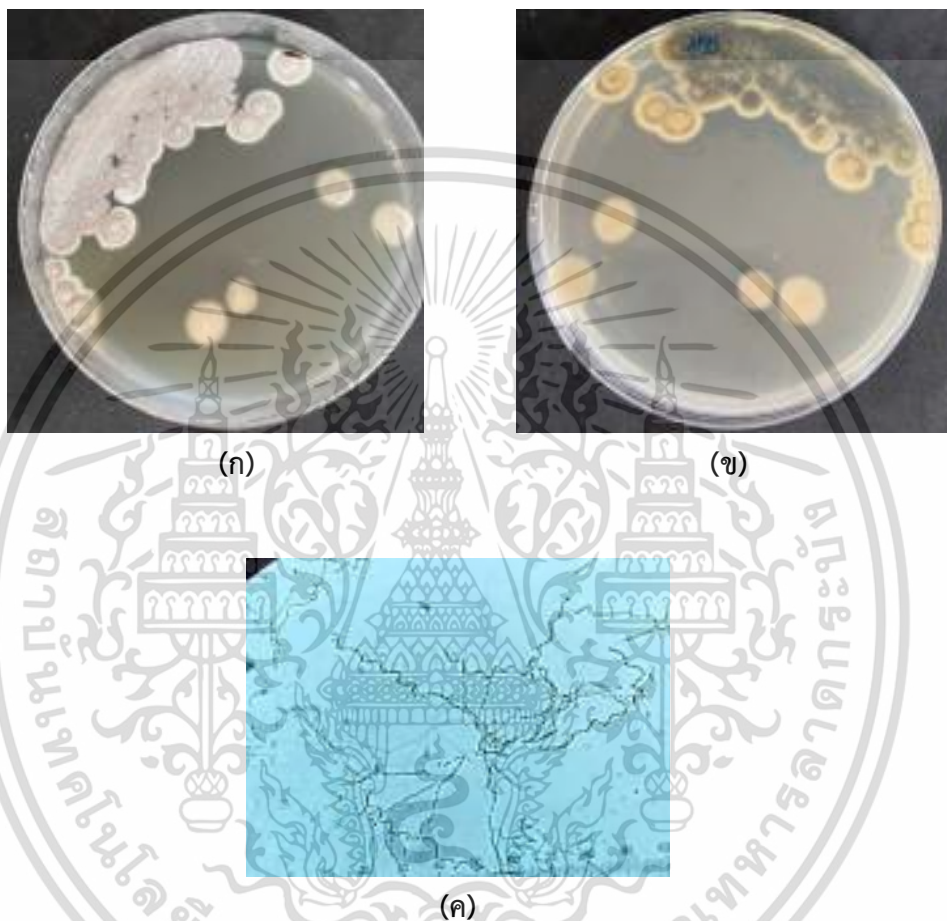


รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC10470 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.34 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC10570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark grayish olive ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.35

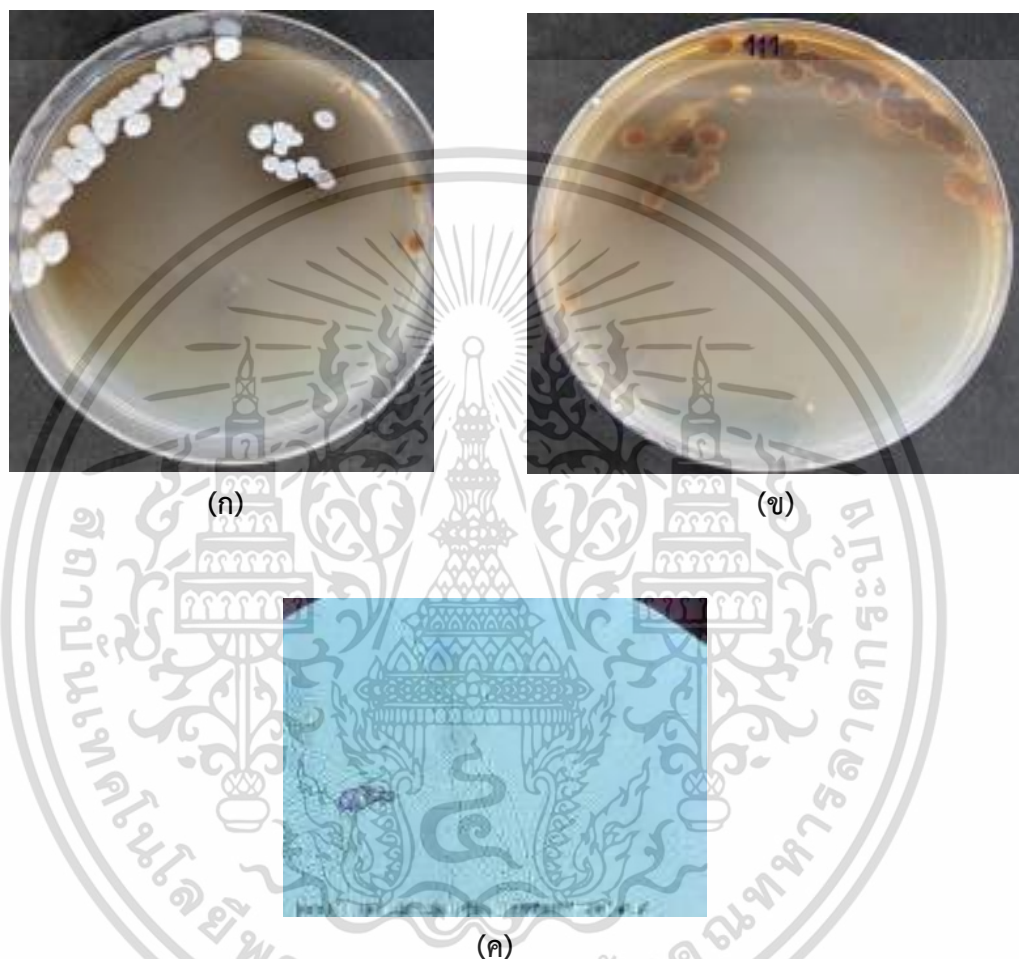


รูปที่ 4.35 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC10570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.35 เชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลท PC11170 บนอาหารแข็ง ISP2 เติบโตที่ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to pale yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Dark brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.36

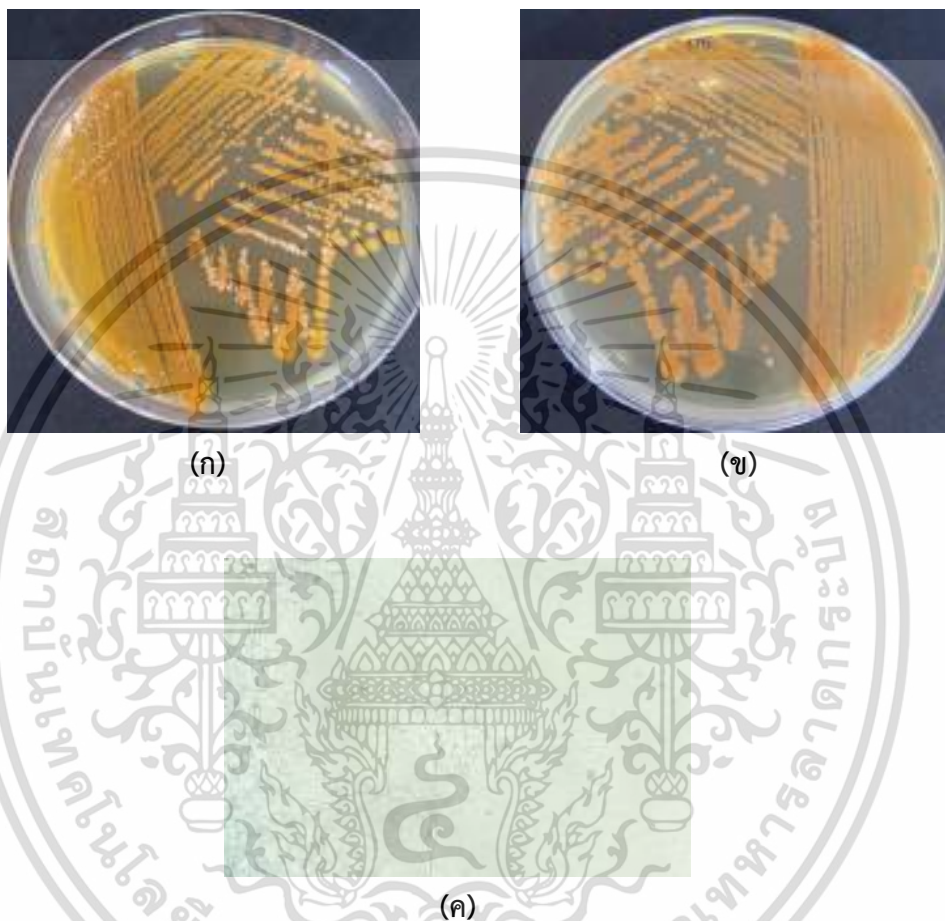


รูปที่ 4.36 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลท PC11170 บนอาหารแข็ง ISP2 เติบโตที่ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.36 เชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลท PC11570 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Monosporous ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.37

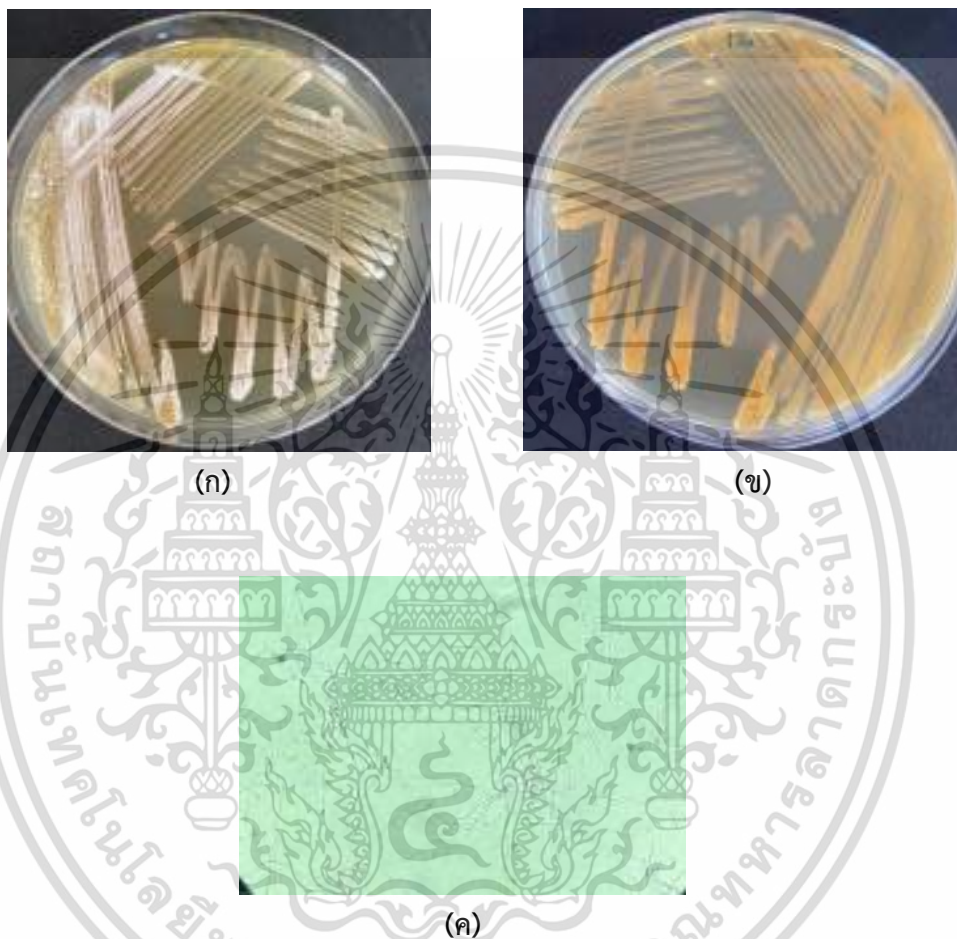


รูปที่ 4.37 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไอโซเลท PC11570 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.37 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเพอร์มา PC11670 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong yellow ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.38



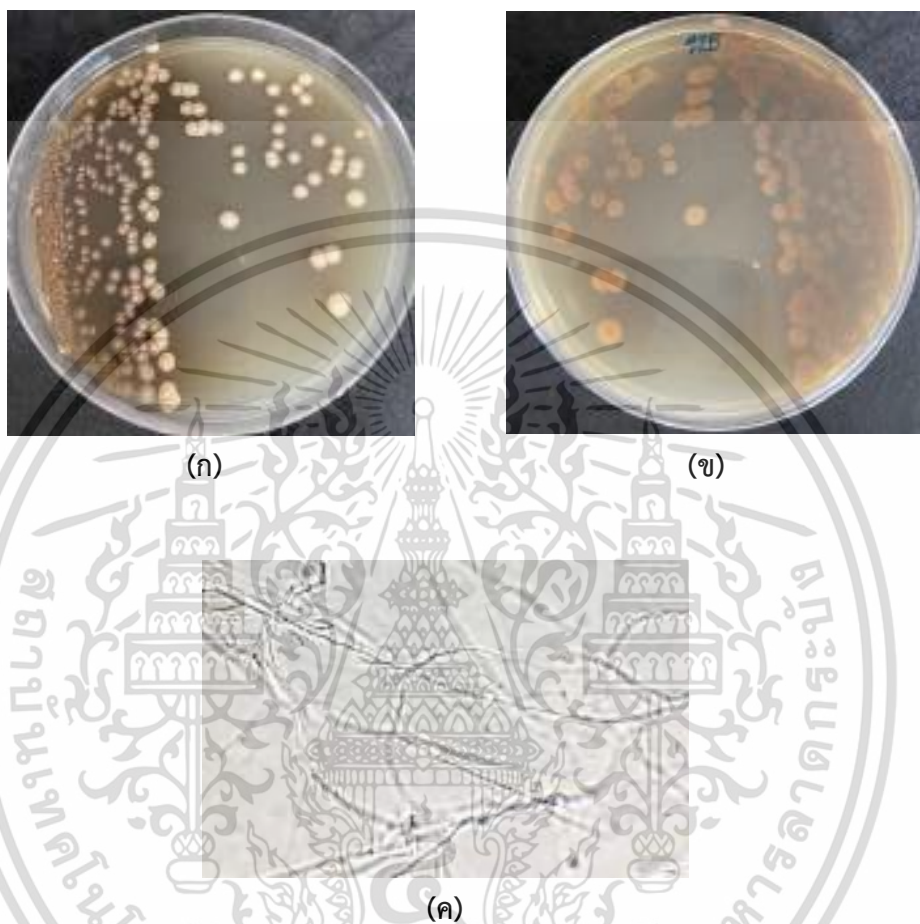
รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเพอร์มา PC11670 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย

1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.38 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลต PC12570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v ไม่สร้าง Aerial spore mass ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong yellowish brown ดังรูปที่ (ข) ไม่สร้างสปอร์และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.39

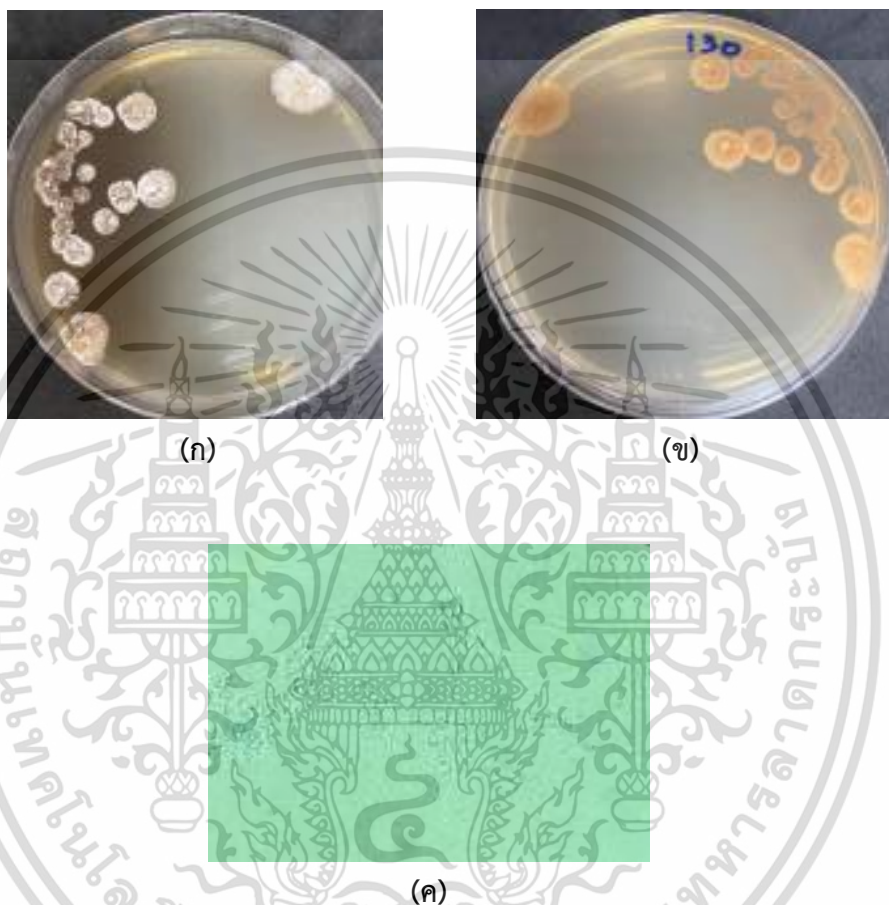


รูปที่ 4.39 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลต PC12570 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.39 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC13070 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำ Dark yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.40

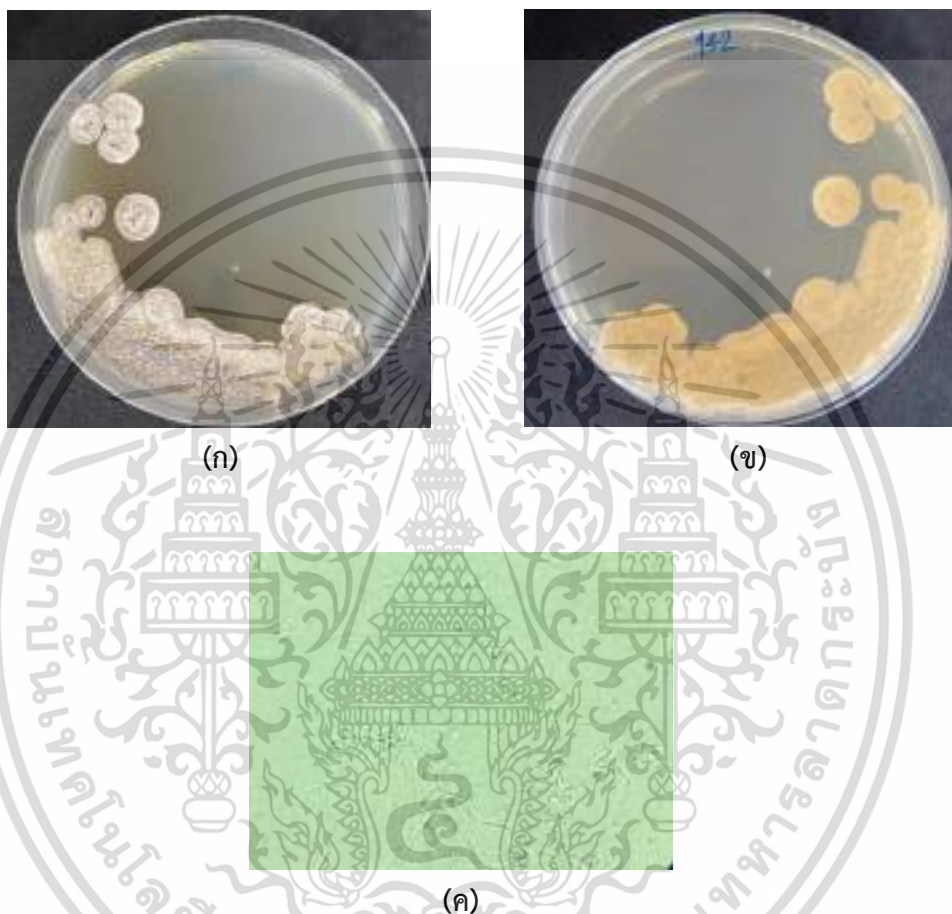


รูปที่ 4.40 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC13070 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดไฮเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.40 เชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC14270 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Brilliant yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.41

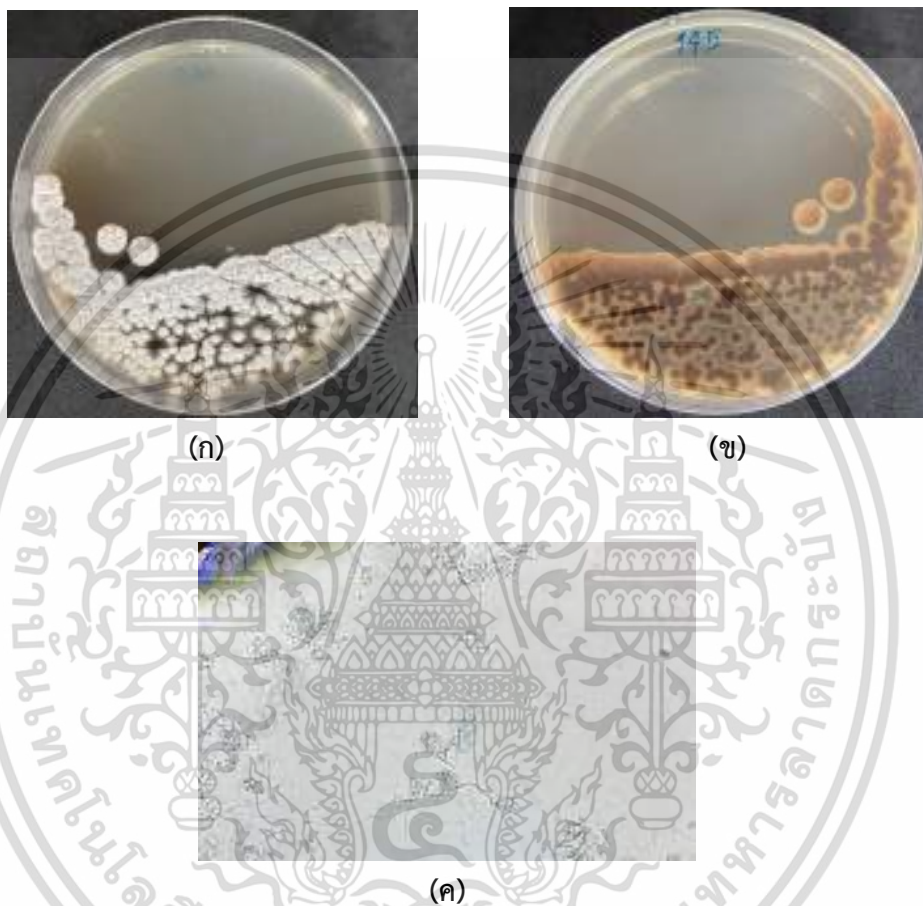


รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไอโซเลท PC14270 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.41 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC14570 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to light gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Dark yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.42

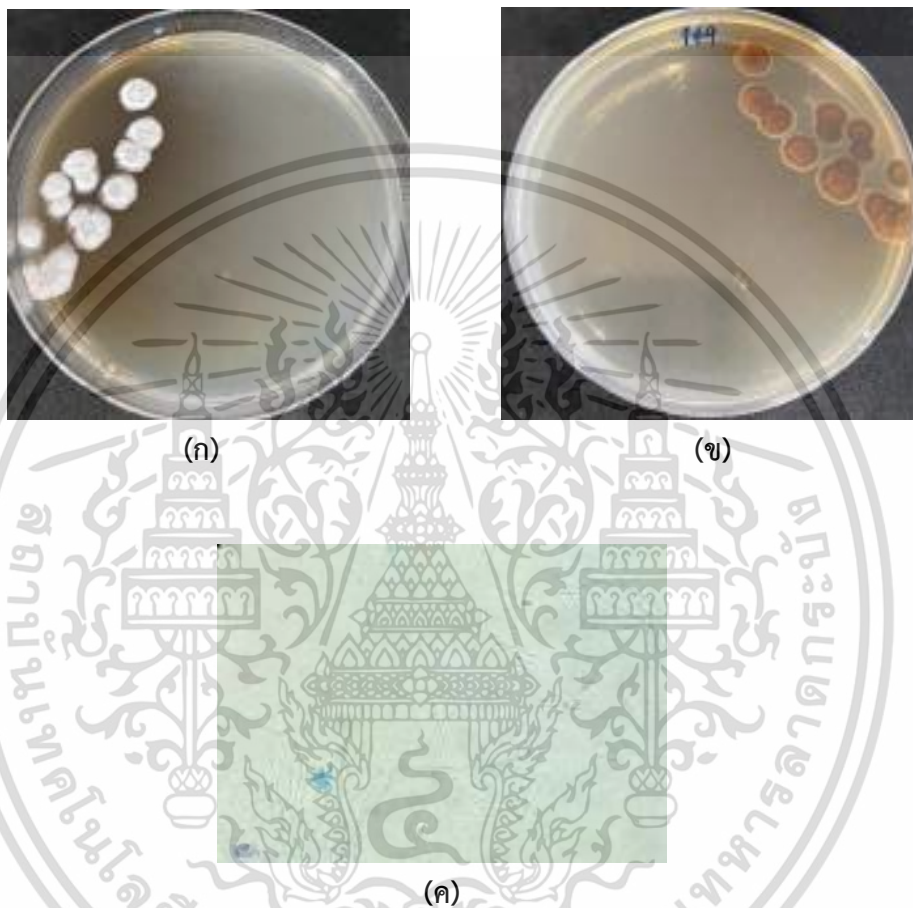


รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC14570 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.42 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC14900 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to pale yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.43

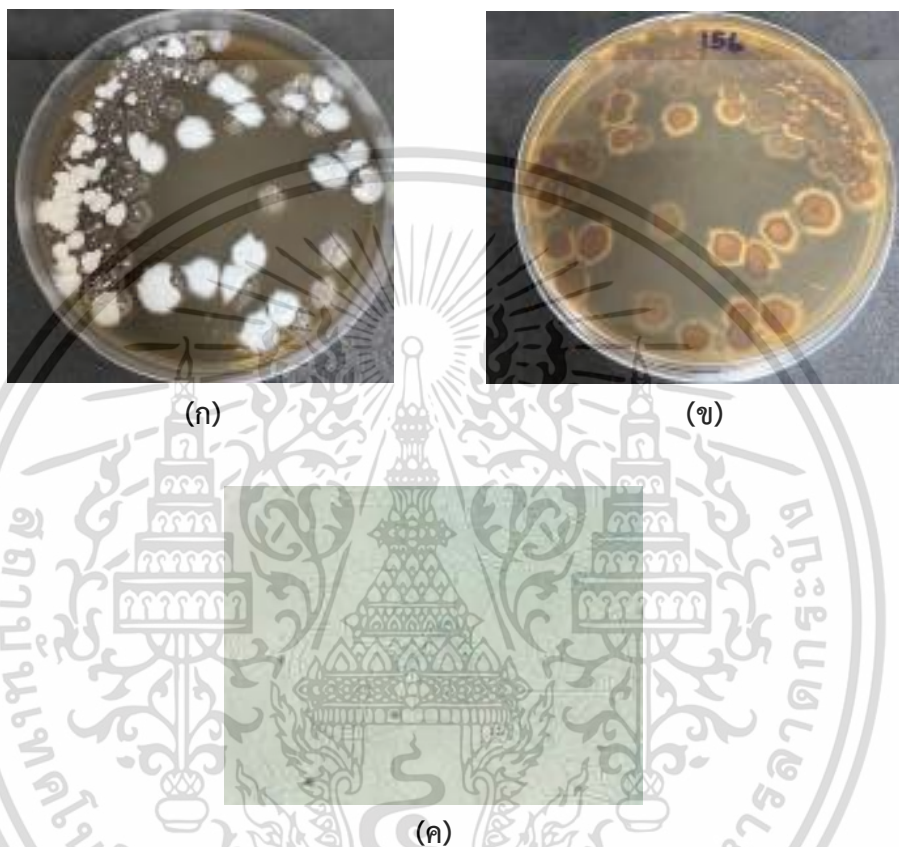


รูปที่ 4.43 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC14900 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.43 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC15600 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to olive gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Monosporous ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Deep yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.44

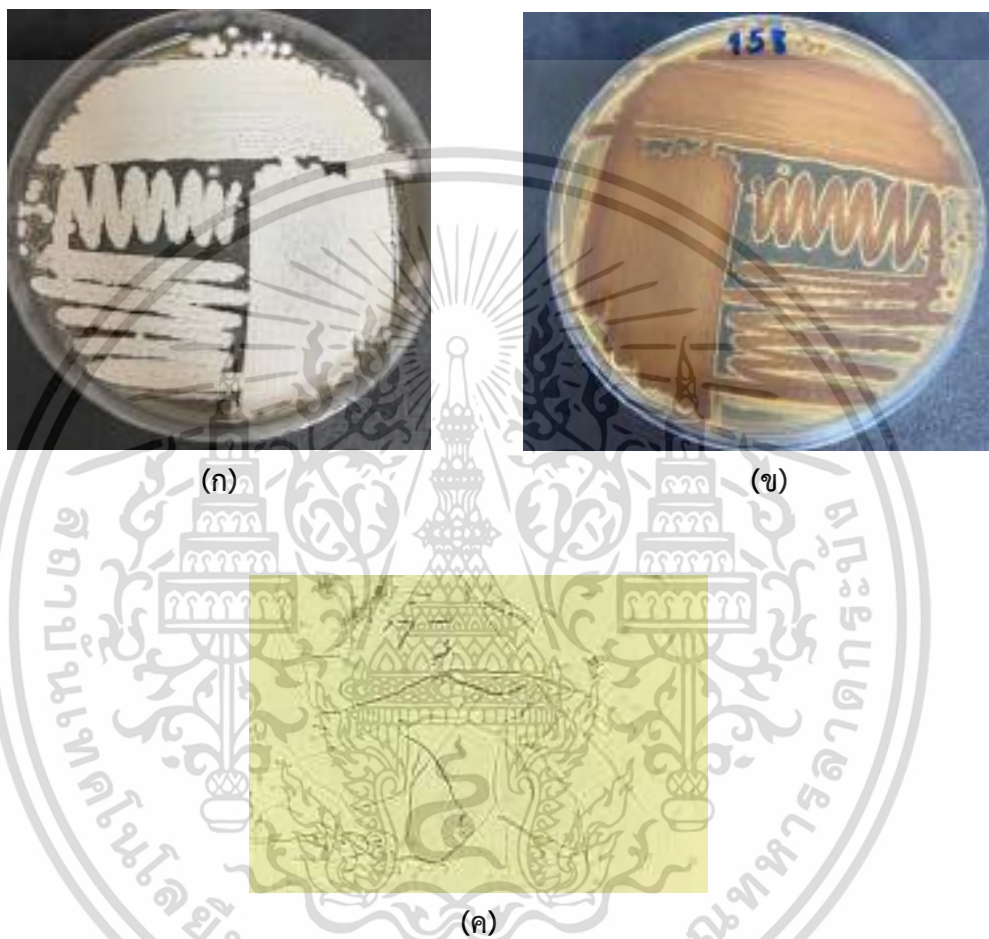


รูปที่ 4.44 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC15600 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.44 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC15800 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to pale yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Strong brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibiles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.45

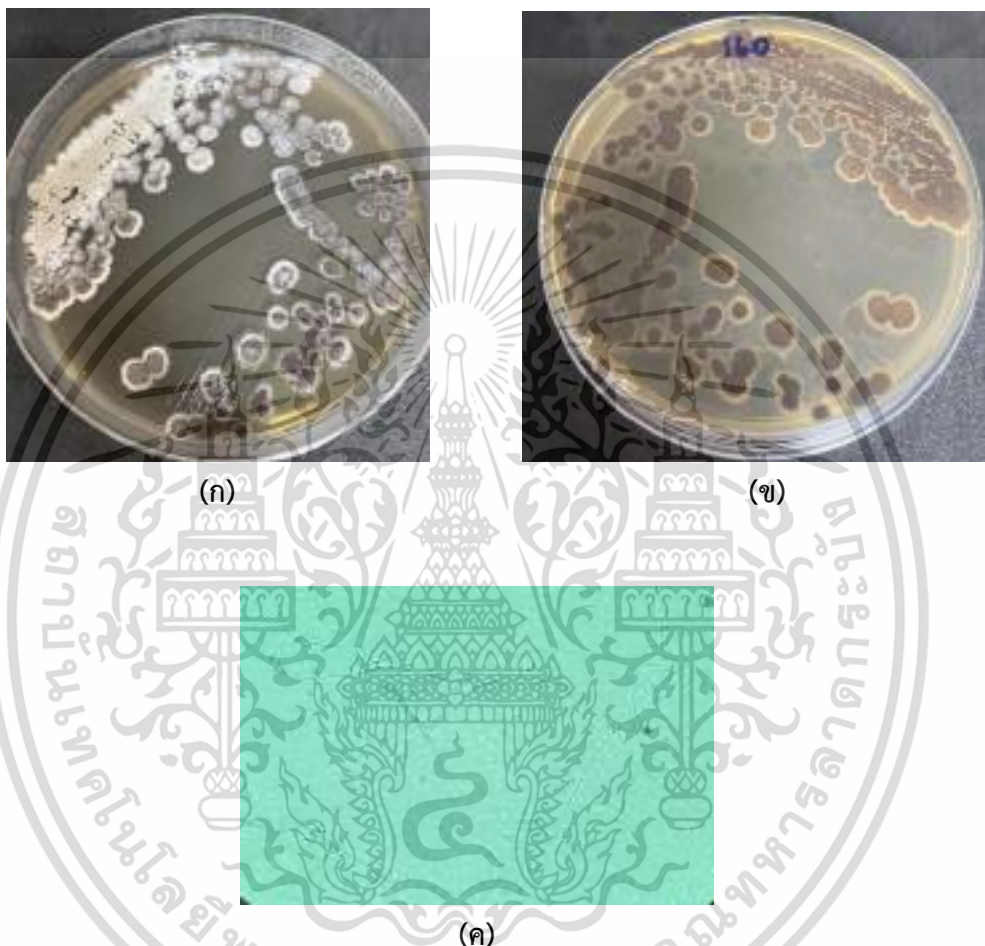


รูปที่ 4.45 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PC15800 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.45 เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PC16070 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี Pale yellow to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Dark brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Monosporous ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Strong yellowish brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.46

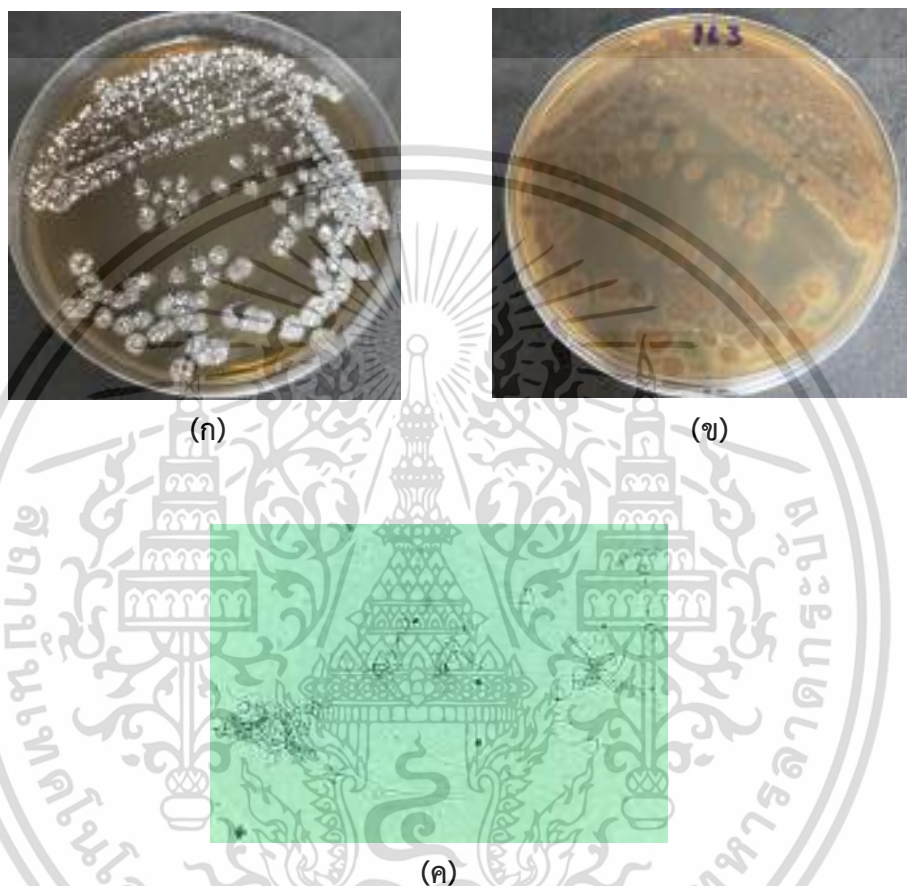


รูปที่ 4.46 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PC16070 บนอาหารแข็ง ISP2 เต็มเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.46 เชื้อแอกติโนมัยสีทไอสโซเลท PC16370 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to medium gray ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Light olive brown ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Spiral ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Moderate olive brown ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.47



รูปที่ 4.47 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอสโซเลท PC16370 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

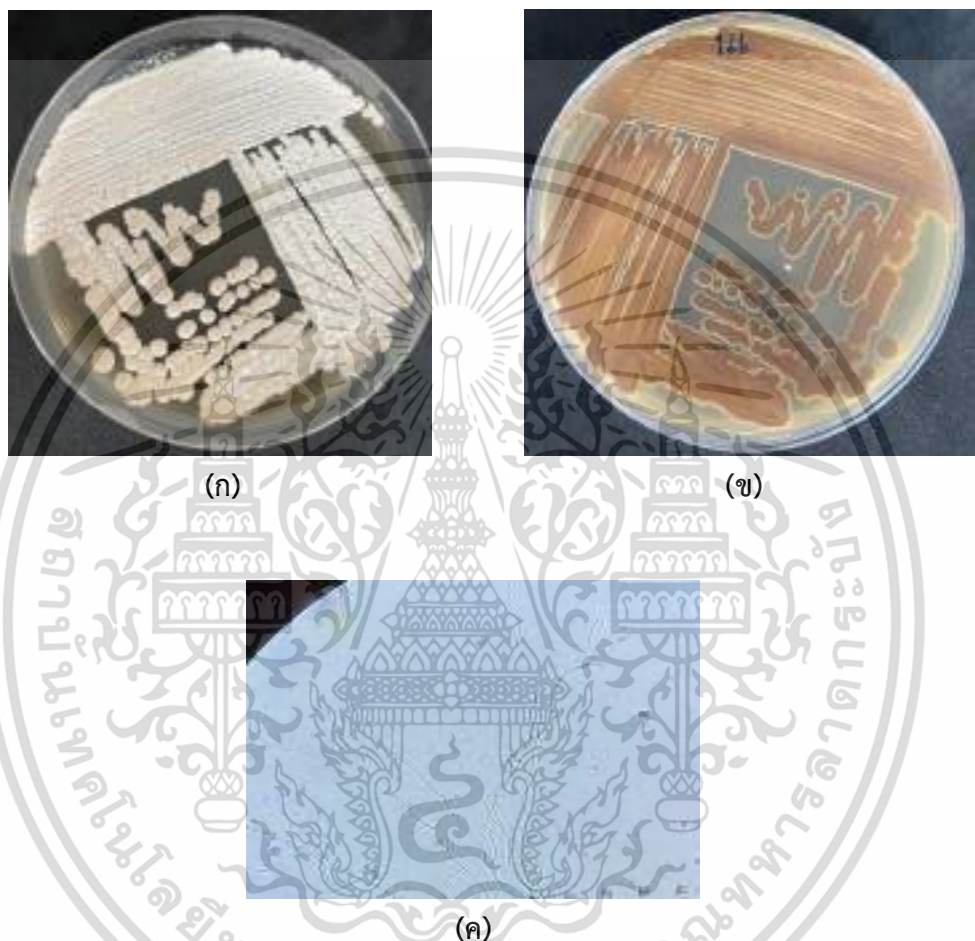
(ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)

(ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.47 เชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC16600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v สร้าง Aerial spore mass สี White to pale yellow ดังรูปที่ (ก) สร้าง Reverse colony สี Deep orange yellow ดังรูปที่ (ข) สร้างสปอร์แบบ Rectiflexibles ดังรูปที่ (ค) และสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี Dark yellow ทั้งหมดดังแสดงตามรูปที่ 4.48



รูปที่ 4.48 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคไมซีตไฮโซเลท PC16600 บนอาหารแข็ง ISP2 เติมเกลีโอะเดียมคลอไรด์ 1.5%w/v

- (ก) แสดงลักษณะเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium)
- (ข) แสดงลักษณะเส้นใยอาหาร (Substrate mycelium)
- (ค) แสดงลักษณะเส้นใยและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีท์ที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ทั้งหมด 47 ไอโซเลท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกได้จากดินป่าชายเลนบริเวณจังหวัดสมุทรสาครและประจวบคีรีขันธ์ทั้งหมด 47 ไอโซเลท (ต่อ)



รูปที่ 4.49 แสดงลักษณะโคโลนีของแอคติโนมัยซีทจำนวนทั้งหมด 47 ไอโซเลท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* เบื้องต้นด้วยวิธี Agar plug (Preliminary screening for antimicrobial activity)

จากการทดสอบความสามารถเบื้องต้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ด้วยวิธีการ Agar plug โดยใช้แอคติโนมัยสีทจำนวนทั้งหมด 47 ไอโซเลท เจาะแอคติโนมัยสีทด้วย Cork borer ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบ โดยเริ่มจากการเตรียมเชื้อทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ดังแสดงตามรูปที่ 4.50 ให้เทียบเท่า McFarland stand no 0.5 ทำการป้ายให้ทั่วบริเวณผิวหน้าอาหาร Nutrient Agar (NA) นำแอคติโนมัยสีทที่ทำการเจาะไว้แล้วมาวางลงบนหน้าอาหารที่มีเชื้อทดสอบ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจสอบผลโดยการสังเกตบริเวณยับยั้งซึ่งจะมีลักษณะใสพบว่า มีแอคติโนมัยสีทเพียง 10 ไอโซเลท (ภาคผนวก ง.) จากทั้งหมด 47 ไอโซเลทที่เกิดบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ได้แก่ SS00110 SS01210 PC02770 PC08070 PC09870 PC13070 PC15600 PC15800 PC16070 และ PC16600 ดังรูปที่ 4.52 โดยพบว่าไอโซเลท PC13070 มีบริเวณยับยั้งที่กว้างที่สุด ดังรูปที่ 4.51 รองลงมาเป็นไอโซเลท SS01210 PC16070 SS00110 และ PC02770 ตามลำดับ จากงานวิจัยที่คล้ายกันของ ปัญญา, (2564) ที่ได้ทำการทดสอบความสามารถของแอคติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคแคงเกอร์ด้วยวิธี Agar well diffusion ผลที่ได้พบว่าเกิดบริเวณยับยั้งมากที่สุดเท่ากับ 26.67 ± 0.58 มม. ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้มีขนาดบริเวณยับยั้งมากที่สุดเท่ากับ 23.0 มม. และพบว่ามีแอคติโนมัยสีทจำนวน 5 ไอโซเลทที่ไม่สามารถรายงานผลได้เนื่องจากไม่เจริญบนอาหาร ISP2 ที่ไม่มีการเติมเกลือ ได้แก่ PC02370 PC08970 PC10270 PC11670 และ PC12570 ตรวจสอบผลโดยสังเกตเห็นบริเวณใสแสดงถึงการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เรียทดสอบ ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.52



รูปที่ 4.50 แสดงลักษณะของโคโลนีของแบคทีเรีย *X. axonopodis* pv. *citri* บนเพลทอาหาร (a), แสดงลักษณะโคโลนีภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลทดสอบความสามารถเบื้องต้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ *X.axonopodis* pv. *citri*

ไอโซเลท	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)		ไอโซเลท	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)	
	ซ้าย	ขวา		ซ้าย	ขวา
SS00110	18.0	17.0	PC03600	-	-
SS00410	-	-	PC05100	-	-
SS00510	-	-	PC07170	-	-
SS00710	-	-	PC08070	10.0	10.0
SS00910	-	-	PC08970	N/A	N/A
SS01210	20.0	20.0	PC09270	-	-
SS01310	-	-	PC09370	-	-
SS02210	-	-	PC09870	14.0	14.0
SS03210	-	-	PC10270	N/A	N/A
SS03310	-	-	PC10470	-	-
PC00100	-	-	PC10570	-	-
PC00200	-	-	PC11170	-	-
PC00600	-	-	PC11570	-	-
PC00870	-	-	PC11670	N/A	N/A
PC00970	-	-	PC12570	N/A	N/A
PC01270	-	-	PC13070	22.0	23.0
PC01470	-	-	PC14270	-	-
PC01670	-	-	PC14570	-	-
PC01770	-	-	PC14900	-	-
PC02370	N/A	N/A	PC15600	13.0	-
PC02770	17.0	16.0	PC15800	16.0	15.0
PC03300	-	-	PC16070	17.0	18.0
PC03500	-	-	PC16370	-	-

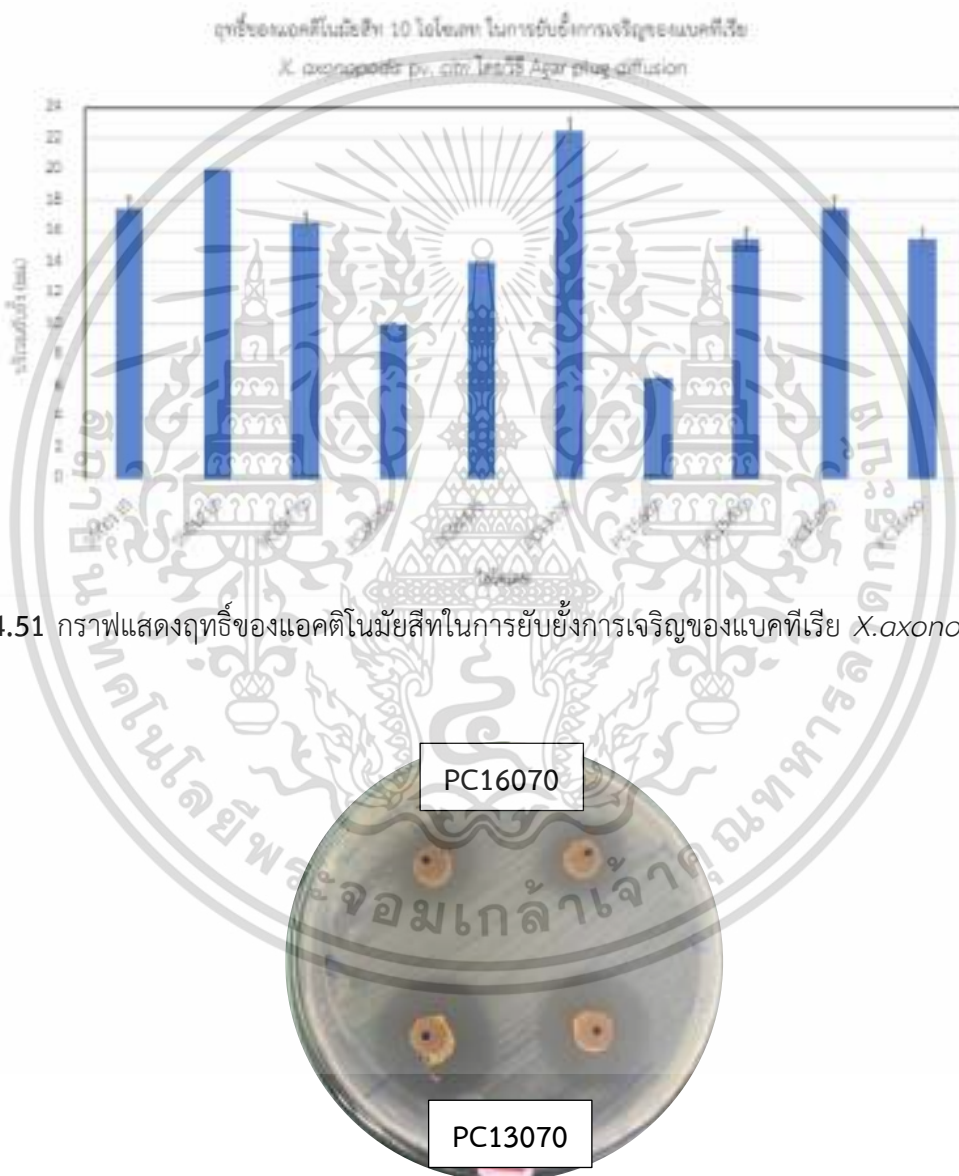
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) แสดงผลทดสอบความสามารถเบื้องต้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

X. axonopodis pv. *citri*

ไอโซเลท	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)	
	ซ้าย	ขวา
PC16600	12.0	15.0

***หมายเหตุ : N/A ไม่สามารถรายงานผลได้เนื่องจากแอคติโนมัยซีทไม่เจริญเติบโตบนอาหาร ISP2



รูปที่ 4.52 แสดงผลการทดสอบความสามารถเบื้องต้นในการยับยั้งแบคทีเรีย *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC13070 และ PC16070 ด้วยวิธี Agar plug

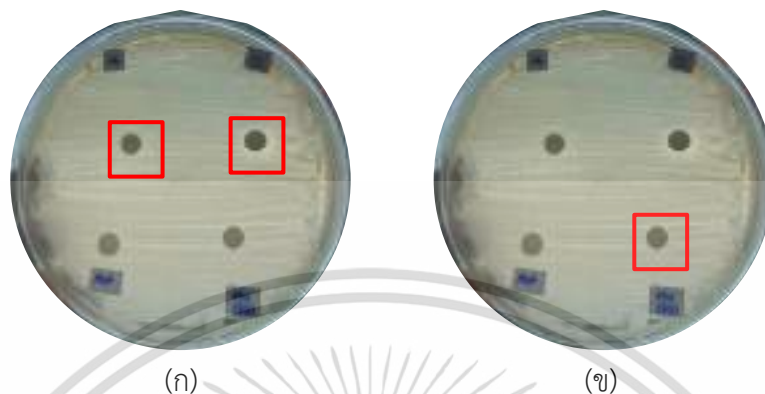
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคแคแองเกอร์ในพืชตระกูลส้ม *X. axonopodis* pv. *citri* ของสารสกัดหยาบแอคติโนมัยสีท ด้วยวิธี Agar disc diffusion

จากการทดสอบความสามารถของสารสกัดหยาบของแอคติโนมัยสีทในการต้านเชื้อแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ในพืชตระกูลส้ม โดยเฉพาะเลี้ยงแอคติโนมัยสีทจำนวน 10 ไอโซเลทจากข้อที่ 4.5 ในอาหาร ISP2 broth ทำการบ่มบนเครื่องบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน (รัชชา และคณะ, 2564) เมื่อครบเวลาแล้วจะนำมาทำการกรองด้วย Whatman no.1 เพื่อแยกตัวเซลล์ออกจากน้ำเลี้ยง นำน้ำเลี้ยงมาทำการสกัดด้วย Ethyl acetate ด้วยอัตรา 1:1 จากนั้นนำส่วนใสมาทำการระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (ปัญชานัน, 2564) จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาทำการทดสอบ โดยเริ่มจากการเตรียมเชื้อทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ให้เทียบเท่า McFarland stand no 0.5 ทำการป้ายให้ทั่วบริเวณผิวน้ำอาหาร Mueller-Hinton Agar (MHA) (คณิงกานต์, 2559) นำสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้นที่ 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรและ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรของแอคติโนมัยสีทข้างต้นมาหยดลงบน paper disc ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 มิลลิเมตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร/แผ่น จากนั้นใช้ที่คีบปากแหลมคีบ paper disc วางลงบนหน้าอาหาร MHA ที่มีการป้ายเชื้อทดสอบแล้ว บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจสอบผลโดยการสังเกตบริเวณยับยั้งจากการทดสอบความสามารถของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินป่าชายเลน ผลที่ได้พบว่าสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 1 และ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรของแอคติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลทไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้เนื่องจากไม่ปรากฏบริเวณยับยั้ง (ภาคผนวก จ.) เมื่อเทียบกับ Positive control คือ ยาปฏิชีวนะ Streptomycin ที่ความเข้มข้น 32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร พบว่า เกิดบริเวณยับยั้งเท่ากับ 8.00 มิลลิเมตร แต่ที่ความเข้มข้น 16 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ใช้ทดสอบตามงานวิจัยของ Gholami *et al.*, (2016) พบว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้งซึ่งอาจเป็นผลมาจากเชื้อแบคทีเรียทดสอบอาจเกิดการต้านทานต่อ Streptomycin เนื่องจากจุลินทรีย์จะมีกลไกการทำลายยาปฏิชีวนะทำให้ไม่สามารถใช้ยาชนิดเดิมที่ความเข้มข้นเท่าเดิมในการยับยั้งเชื้อได้หรือเรียกว่าการดื้อยา (มหัทธนี และคณะ, 2563) และเมื่อเทียบกับผลการทดสอบด้วยวิธี Agar plug แล้วนั้น สรุปได้ว่าการผลิตสารออกฤทธิ์ของแอคติโนมัยสีทขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัย อาทิเช่น อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม ความเข้มข้นและการเจริญของแอคติโนมัยสีท รวมถึงสารที่ใช้เป็นตัวทำละลายซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการชะล้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกันหรือขึ้นอยู่กับความคงตัวของสารออกฤทธิ์ที่อาจมีฤทธิ์ที่ลดลงไประหว่างการสกัดหรือเมื่อเปลี่ยนสภาพแวดล้อมอาจทำให้จุลินทรีย์ไม่ผลิตสารออกฤทธิ์ จากงานวิจัยอื่นๆ พบว่าสารต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่แอกติโนมัยสัทสร้างมักเป็นสารในกลุ่มเอนไซม์ ซึ่งอาจสูญเสียสภาพได้เมื่อผ่านความร้อนที่สูงเป็นระยะเวลาอันส่งผลต่อการยับยั้งของสารต้านจุลชีพได้ (นันทวุฒิ, 2564)



รูปที่ 4.53 แสดงการทดสอบการสร้างสารออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย *X. axonopodis* pv. *citri* ด้วยวิธี Agar disc diffusion

- (ก) แสดงผล Positive control ที่ความเข้มข้น 16 และ 32 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
 (ข) แสดงผลสารสกัดหยาบไอโซเลท PC13070 ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 4.6 แสดงผลทดสอบความสามารถของสารสกัดหยาบในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri*

ไอโซเลท	บริเวณยับยั้ง (มม.)		ไอโซเลท	บริเวณยับยั้ง (มม.)	
	50 mg/ml	1 mg/ml		50 mg/ml	1 mg/ml
SS00110	-	-	PC13070	-	-
SS01210	-	-	PC15600	-	-
PC02770	-	-	PC15800	-	-
PC08070	-	-	PC16070	-	-
PC09870	-	-	PC16600	-	-

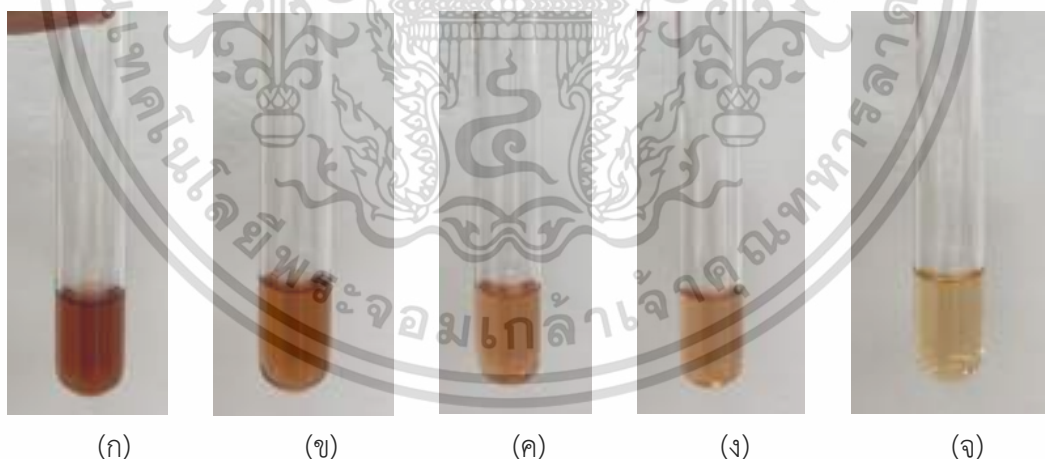
หมายเหตุ : เครื่องหมาย (-) หมายถึงไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดสอบความสามารถในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญของพืชจากแอคติโนมัยสิทธิ์

4.7.1 ผลการทดสอบการผลิต Indole-3-acetic acid (IAA) ของแอคติโนมัยสิทธิ์ทั้งหมด 10 ไอโซเลท

จากการทดสอบการผลิต Indole-3-acetic acid (IAA) โดยการเพาะเลี้ยงแอคติโนมัยสิทธิ์ทั้งหมด 10 ไอโซเลทในอาหาร ISP2 broth ที่มีการเติมกรดอะมิโนทริปโตแฟน บ่มในเครื่องบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน นำน้ำเลี้ยงเชื้อไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายส่วนใสไปทำการหยดสาร Salkowsky's reagent สังเกตการณ์เปลี่ยนสีของอาหาร ถ้าอาหารเปลี่ยนเป็นสีชมพูแสดงว่ามีการผลิต IAA ซึ่งผลการทดลองการทดสอบแอคติโนมัยสิทธิ์ทั้ง 10 ไอโซเลท พบว่าแอคติโนมัยสิทธิ์ทั้งหมด 10 ไอโซเลท เกิดการเปลี่ยนสีของอาหารกลายเป็นสีชมพู (ภาคผนวก ข.) เมื่อทำการหยดด้วย Salkowsky's reagent เมื่อเทียบกับหลอดของแต่ละไอโซเลทที่ยังไม่ทำการหยด Salkowsky's reagent สรุปได้ว่าแอคติโนมัยสิทธิ์ทั้งหมด 10 ไอโซเลทมีความสามารถในการผลิต IAA ได้ ดังรูปที่ 4.54 ซึ่งกรดอินโดลอะซิติก (IAA) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่สำคัญของพืชโดยจะทำงานในรูปของออกซิน IAA จะมีบทบาทในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของระบบรากจะช่วยให้เนื้อเยื่อปลายยอดของรากเกิดการยึดตัวซึ่งจะช่วยเพิ่มการเข้าถึงดินเพื่อให้พืชสามารถได้รับสารอาหารและดูดซึมน้ำได้อย่างเพียงพอ (Franco-Correa, M and Chavarro-Anzola, V., 2016)



รูปที่ 4.54 แสดงผลการทดสอบการผลิต IAA หลังจากหยดสาร Salkowsky's reagent

- (ก) ผลการทดสอบการผลิต Indole-3-acetic acid ของไอโซเลท PC15600 บันทึกลงผลเป็น +
- (ข) ผลการทดสอบการผลิต Indole-3-acetic acid ของไอโซเลท PC15800 บันทึกลงผลเป็น +
- (ค) ผลการทดสอบการผลิต Indole-3-acetic acid ของไอโซเลท PC16600 บันทึกลงผลเป็น +
- (ง) ผลการทดสอบการผลิต Indole-3-acetic acid ของไอโซเลท PC09870 บันทึกลงผลเป็น +
- (จ) ผลการทดสอบการผลิต Indole-3-acetic acid ของไอโซเลท SS00110 บันทึกลงผลเป็น +

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเห็นแต่แบบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 ผลการทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของแอกติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลท

จากการทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟตของแอกติโนมัยสีท โดยนำแอกติโนมัยสีทที่ทำการเพาะเลี้ยงบนอาหาร ISP2 มาเจาะด้วย Cork borer แล้วนำไปวางลงบนผิวหน้าอาหาร Pikovskaya's agar บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน ตรวจสอบผลโดยการสังเกตบริเวณใสรอบโคโลนีของเชื้อแสดงถึงการละลายฟอสเฟต (ภาคผนวก ข.) พบว่า มี 3 ไอโซเลทที่เกิดบริเวณใสรอบโคโลนี ได้แก่ ไอโซเลท PC02770 (ดั่งรูปที่ 4.55) PC13070 (ดั่งรูปที่ 4.56) และ PC15800 (ดั่งรูปที่ 4.57) ซึ่งอีก 7 ไอโซเลทพบว่าไม่มีการเกิดบริเวณใสคือไม่มีการละลายของฟอสเฟต ได้แก่ ไอโซเลท SS00110 SS01210 PC08070 PC09870 PC15600 PC16070 และ PC16600

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญและมีความจำเป็นสำหรับพืช โดยมีส่วนร่วมเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก ฟอสโฟลิพิดและอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการทางเมตาบอลิซึมและทางชีวเคมี ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบที่ไม่ละลายน้ำดังนั้นพืชจึงไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งต้องอาศัยอิทธิพลจากกิจกรรมของรากพืชและจุลินทรีย์ในดินเพื่อให้พืชสามารถนำเอาไปใช้งานได้ แบคทีเรียและเชื้อราที่สามารถละลายฟอสเฟตได้คิดเป็นประมาณ 1-50% และ 0.1-0.5% ตามลำดับของประชากรจุลินทรีย์ทั้งหมดในดิน (Souza *et al.*, 2015)



(ก)

รูปที่ 4.55 แสดงผลการทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของไอโซเลท PC02770 ในอาหาร Pikovskaya's agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PC13070

(ข)

รูปที่ 4.56 แสดงผลการทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของไอโซเลท PC13070 ในอาหาร Pikovskaya's agar



PC15800

(ค)

รูปที่ 4.57 แสดงผลการทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของไอโซเลท PC15800 ในอาหาร Pikovskaya's agar

4.7.3 ผลการทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN) ของแอกติโนไมซีทั้งหมด 10 ไอโซเลท

จากการทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN) โดยนำแอกติโนไมซีเอกสรที่เป็นเอกสรที่ส่งไปสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไปลงภาตให้บ่งได้จะโดยนำภาตจากสำลีหมาทำการเพาะเลี้ยงลงบนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมไกลซีนปริมาตร 4.4 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ปราศจากเชื้อ ทำการจุ่มกระดาษกรองลงในสารละลายที่มีส่วนผสมของ โซเดียมคาร์บอเนตในสารละลาย Picric acid 0.5% แล้วนำกระดาษกรองไปวางบริเวณใต้ฝาจานอาหาร เลี้ยงเชื้อและพันด้วยพาราฟิล์ม บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน จะสามารถสังเกตการ เปลี่ยนแปลงของกระดาษได้ตั้งแต่วันที่ 4 เป็นต้นไป ถ้ากระดาษมีการเปลี่ยนสีเป็นสีส้มถึงแดงแสดงว่ามี การสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ พบว่าแอสคิตโนมัยสีทั้งหมด 10 ไอโซเลทได้แก่ SS00110 SS01210 PC02770 PC08070 PC09870 PC13070 PC15600 PC15800 PCT16003370 และ PCF16605300 ไม่พบการเปลี่ยนสีของกระดาษกรอง (ภาคผนวก ฉ.) แสดงว่าแอสคิตโนมัยสีทั้งหมด 10 ไอโซเลทไม่มี ความสามารถในการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังรูปที่ 4.58

ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นหนึ่งในสารเมตาบอไลต์ที่จุลินทรีย์สามารถผลิตได้ ซึ่งจะมีความสามารถในการ ช่วยลดหรือป้องกันจุลินทรีย์ที่ก่อโรคชนิดอื่นๆ (Ajijah *et al.*, 2023) ไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเข้าไป ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์หรือตัวพาโปรตีนจำนวนมาก ในบางกรณีจึงมีความสามารถยับยั้งการ เจริญเติบโตของแบคทีเรียหรือเชื้อราที่ก่อโรคพืชได้ (Rijavec and Lapanje, 2016)



รูปที่ 4.58 แสดงผลการทดสอบการการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ของไอโซเลท PC13070 บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมไกลซีน 0.44% ที่บ่มพร้อมกระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ชุบด้วย Picric acid solution

4.7.4 ผลการทดสอบการสร้างแอมโมเนีย (NH_3) ของแอสคิตโนมัยสีทั้งหมด 10 ไอโซเลท

จากการทดสอบการสร้างแอมโมเนียโดยทำการเพาะเลี้ยงแอสคิตโนมัยสีลงบนอาหาร ISP2 บ่มที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน แล้วทำการถ่ายแอสคิตโนมัยสีลงในอาหาร Peptone water ที่มีปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7-14 วัน จากนั้นนำมาทำการ ทดสอบการสร้างโดยการหยดสารละลาย Nessler's reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรต่อหลอดทดลอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหารถ้ามีการเกิดปฏิกิริยาสีของอาหารจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองถึงน้ำตาล ถือว่ามี ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างแอมโมเนียและให้ผลเป็นบวก (ภาคผนวก ญ.) พบว่าแอกติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลทเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีอาหารเป็นสีเหลืองถึงน้ำตาล หลังจากการหยดสารละลาย Nessler's reagent เมื่อเทียบกับ Control ที่ยังไม่มีสารละลาย reagent สรุปได้ว่าแอกติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลทมีความสามารถในการผลิตแอมโมเนีย ดังรูปที่ 4.59

การผลิตแอมโมเนียเป็นกิจกรรม PGP ที่มีความสำคัญต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชแอมโมเนียที่ผลิตโดยกลุ่มแบคทีเรียที่มีความสามารถในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (PGPB) แบคทีเรียจะมีการสะสมและให้ไนโตรเจนแก่ต้นพืช ช่วยส่งเสริมการยึดตัวของราก ลำต้นและชีวมวลของต้นพืช (Singh *et al.*, 2020)



รูปที่ 4.59 แสดงผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย หลังหยดสารละลาย Nessler's reagent

- (ก) Control ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ยังไม่มีการหยดสารละลาย Nessler's reagent
- (ข) ผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย ของไอโซเลท SS00110 บันทึกลงผลเป็น +
- (ค) ผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย ของไอโซเลท PC09870 บันทึกลงผลเป็น +
- (ง) ผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย ของไอโซเลท PC16600 บันทึกลงผลเป็น +
- (จ) ผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย ของไอโซเลท PC13070 บันทึกลงผลเป็น +

4.7.5 ผลการทดสอบการสร้างซิดโรฟอรั (Siderophore) ของแอกติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลท

จากการทดสอบการสร้างซิดโรฟอรั (Siderophore) โดยการนำแอกติโนมัยสีทมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร ISP2 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน เมื่อครบระยะเวลาแล้วนำมาทำการทดสอบโดยใช้เข็มเขี่ยแอกติโนมัยสีทจากจานอาหาร ISP2 มาแตะหรือขีดลงบนอาหาร ISP2 ที่มีการผสมสารละลาย Chrome Azural S (CAS) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน ตรวจสอบผลโดย

การดูการเปลี่ยนสีของอาหารถ้ามีบริเวณสีเหลืองหรือส้มเกิดขึ้นบนอาหารรอบโคโลนีแสดงว่ามีการสร้างซีเตโรเฟอร์ (ภาคผนวก ก.) พบว่าแอสคิตินอัยสีทั้งหมด 9 ไอโซเลทมีการปรากฏบริเวณสีเหลืองรอบโคโลนี ดังรูปที่ 4.60 ได้แก่ไอโซเลท SS00110 SS01210 PC02770 PC08070 PC09870 PC13070 PC15600 PC15800 PC16600 และพบว่ามี 1 ไอโซเลทที่ไม่สามารถรายงานผลได้เนื่องจากแอสคิตินอัยสีมีการเจริญที่น้อยทำให้สังเกตเห็นผลได้ยาก คือ ไอโซเลท PC16070

เหล็ก (Fe) เป็นธาตุอาหารรองที่จำเป็นสำหรับพืชและจุลินทรีย์ เนื่องจากมีส่วนในกระบวนการทางชีววิทยาที่สำคัญต่างๆ ตัวอย่างเช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจและการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ แบคทีเรียที่มีการผลิตซีเตโรเฟอร์อาจกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะช่วยให้การบำรุงสารอาหาร (ผลทางตรง) หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคพืช (ผลทางอ้อม) โดยการเปลี่ยน Fe ในสิ่งแวดล้อมซึ่งพืชไม่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของ Fe แบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตซีเตโรเฟอร์ทำให้เกิดข้อได้เปรียบในการแข่งขันและกีดกันจุลินทรีย์ก่อโรคพืชชนิดอื่นๆในระบบนิเวศเดียวกัน (Souza, R *et al.*, 2015)



รูปที่ 4.60 แสดงผลการทดสอบการสร้างซีเตโรเฟอร์ของไอโซเลท SS00110 SS01210 และ PC02770 บนอาหารแข็ง ISP2 ที่มีการผสมสารละลาย Chrome Azural S (CAS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงการส่งเสริมการเจริญของพืช (Plant Growth-Promoting : PGP) ของแอคติโนมัยซีท

Isolate Number	Plant Growth-Promoting : PGP Test				
	IAA	HCN	Ammonia	Phosphate	Siderophore
SS00110	+	-	+	-	+
SS01210	+	-	+	-	+
PC02770	+	-	+	+	+
PC08070	+	-	+	-	+
PC09870	+	-	+	-	+
PC13070	+	-	+	+	+
PC15600	+	-	+	-	+
PC15800	+	-	+	+	+
PC16070	+	-	+	-	-
PC16600	+	-	+	-	+

***หมายเหตุ : + มีการสร้างสาร PGP, - ไม่มีการสร้างสาร PGP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการคัดแยกเชื้อแอสโคไมซีตาจากดินป่าชายเลน ณ ศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร และ วนอุทยานปราณบุรีจังหวัดประจวบคีรีขันธ์แบบสุ่มเก็บโดยเก็บตัวอย่างดินสถานที่ละ 10 ตำแหน่ง จุดเก็บตัวอย่างต้องมีระยะห่างกันประมาณ 5x5 เมตร และเก็บตัวอย่างดินลึกจากผิวหน้าดิน 5 เซนติเมตร ใส่ในถุงพลาสติก ตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดสมุทรสาคร ทำการตากดินที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทำการแบ่งตัวอย่างจุดละ 2 ส่วน ในส่วนแรกจะทำการอบดินที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ส่วนที่สองจะไม่มี การอบตัวอย่างดิน ทำการเจือจางที่ความเข้มข้นต่างๆ หลังจากนั้นทำการคัดแยกเชื้อแอสโคไมซีตาบน หน้าอาหาร Starch-Casein Agar (SCA) ซึ่งมีด้วยกัน 2 สูตร โดยในสูตรแรกจะเป็นสูตรที่มีการใช้น้ำทะเล เทียมเป็นส่วนผสม และสูตรที่สองจะเป็นอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำทะเลจริง ซึ่งมีการเติม nystatin ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรลงไป ทำการบ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน หรือมีการมาตุการเจริญของเชื้อเป็นระยะ จากนั้นนำเชื้อแอสโคไมซีตาที่ได้มาทำการแยกเชื้อให้ได้เชื้อ ที่บริสุทธิ์และเป็นโคโลนีเดี่ยวด้วยวิธี Cross streak ลงบนอาหาร International *Streptomyces* Project no.2 (ISP2) ที่ไม่มีการเติมยาปฏิชีวนะ แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำซ้ำจนกระทั่งได้ โคโลนีเดี่ยวที่บริสุทธิ์ ซึ่งผลที่ได้ คือ สามารถแยกเชื้อแอสโคไมซีตาจากตัวอย่างดินบริเวณจังหวัด สมุทรสาคร 10 ไอโซเลท และตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 37 ไอโซเลท แบ่งเป็นตัวอย่างดิน ไม้อบ 11 ไอโซเลท และอบ 70 องศาเซลเซียส 26 ไอโซเลท จากนั้นทำการศึกษาความสามารถของแอสโค ไมซีตาในการเจริญบนอาหาร ISP2 ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0, 1.5 และ 3 โดยน้ำหนักต่อ ปริมาตร พบว่าแอสโคไมซีตาส่วนใหญ่ที่คัดแยกได้สามารถเจริญได้ดีที่ความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ต่อมาทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอสโคไมซีตาที่ แยกได้ ซึ่งลักษณะที่ทำการศึกษา ได้แก่ สีของเส้นใยในอากาศ (aerial mycelium), สีของเส้นใยใน อาหาร (substrate mycelium), สีของสปอร์และสปอร์ที่ลอยละลายนํ้า เทียบกับกระดาษสีมาตรฐาน Colors-ISCC/NBS จากนั้นนำแอสโคไมซีตามาย้อมด้วยสี Lactophenol cotton blue แล้วจึงสังเกต ลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยในอากาศ เส้นใยอาหารและลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้ แสงที่กำลังขยาย 40x และ 100x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถจัดจำแนกตามลักษณะสปอร์ได้ดังนี้ ลักษณะสปอร์เป็น Spiral ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข SS00110, SS01310, SS03210, SS03310, PC07170, PC08070, PC13070, PC14270, PC14570, PC16370

ลักษณะสปอร์เป็น Rectiflexibiles ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข SS00510, SS00710, SS00910, PC00600, PC00870, PC00970, PC01470, PC01670, PC01770, PC02770, PC03300, PC03500, PC03600, PC08970, PC09270, PC09870, PC10270, PC10470, PCF10505370, PCF11106270, PC11670, PC14900, PC15800, PC16600

ลักษณะสปอร์เป็น Verticillati ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข SS01210, SS02210

ลักษณะสปอร์เป็น Monosporous ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข PC00100, PC11570, PC16070

ลักษณะสปอร์เป็น Oligosporous ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข PC00200, PC11570, PC01270, PC02370

ลักษณะสปอร์เป็น Retinaculiaperti ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข PC05100 และไอโซเลทที่ไม่มีการสร้างสปอร์ ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข SS00410, PC09370, PC12570

จากการนำเชื้อแอกติโนมัยสีททั้งหมด 47 ไอโซเลทมาทำการทดสอบเบื้องต้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ด้วยวิธี Agar plug พบว่าเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย *X. axonopodis* pv. *citri* ได้ดีที่สุดจำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ SS00110 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 18.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 17.0 มิลลิเมตร, SS01210 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 20.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 20.0 มิลลิเมตร, PC02770 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 17.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 16.0 มิลลิเมตร, PC08070 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 10.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 10.0 มิลลิเมตร, PC09870 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 14.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 14.0 มิลลิเมตร, PC13070 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 22.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 23.0 มิลลิเมตร, PC15600 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 13.0 มิลลิเมตร, PC15800 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 16.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 15.0 มิลลิเมตร, PC16070 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 17.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 18.0 มิลลิเมตร, PC16600 โดยมีระยะการยับยั้งด้านซ้าย เท่ากับ 12.0 มิลลิเมตร ด้านขวา 15.0 มิลลิเมตร, และมี 5 ไอโซเลทที่ไม่สามารถรายงานผลได้เนื่องจากแอกติโนมัยสีทไม่เจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ได้แก่ PC02370, PC08970, PC10270, PC11670, PC12570 ส่วนไอโซเลทอื่นๆไม่เกิดการยับยั้ง

แอกติโนมัยสีทที่ได้ทำการเลือกไอโซเลทที่พบว่ามี การยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ ด้วยวิธี Agar plug

จำนวน 10 ไอโซเลท มาทำการทดสอบการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านจุล
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
 ชีพของสารสกัดจากแอกติโนมัยสีทด้วยวิธี Agar disc diffusion ที่นำสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้นที่ 1
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ของแอกติโนมัยีสี่ทมาหยดลงบน paper disc ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 มิลลิเมตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร/แผ่น วางลงบนหน้าอาหาร MHA ที่มีการป้ายเชื้อทดสอบแล้ว บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจสอบผลโดยการสังเกตบริเวณยับยั้ง พบว่าเชื้อแอกติโนมัยีสี่ทั้ง 10 ไอโซเลทไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้เนื่องจากไม่ปรากฏบริเวณยับยั้ง

จากการทดสอบ การผลิต Indole-3-Acetic Acid (IAA) พบว่าแอกติโนมัยีสี่ทั้ง 10 ไอโซเลทมีความสามารถในการผลิต IAA ได้เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนสีของส่วนใสกลายเป็นสีชมพูหลังจากหยดสาร Salkowsky's reagent

จากการทดสอบการสร้างสารละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) พบว่า มี 3 ไอโซเลทที่เกิดบริเวณใสรอบโคโลนี ได้แก่ไอโซเลทหมายเลข PC02770 PC13070 และ PC15800 ซึ่งอีก 7 ไอโซเลทพบว่าไม่มีการเกิดบริเวณใสคือไม่มีการละลายของฟอสเฟต ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข SS00110, SS01210, PC08070, PC09870, PC15600 , PC16070 และ PC16600

การทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN) ของแอกติโนมัยีสี่ทั้งหมด 10 ไอโซเลท ไม่เกิดการเปลี่ยนสีของกระดาษกรองแสดงว่าแอกติโนมัยีสี่ทั้งหมด 10 ไอโซเลทไม่มีความสามารถในการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์

การทดสอบการสร้างแอมโมเนีย (NH_3) ของแอกติโนมัยีสี่ทั้งหมด 10 ไอโซเลท พบว่าแอกติโนมัยีสี่ทั้งหมด 10 ไอโซเลทเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีอาหารเป็นสีเหลืองถึงน้ำตาลหลังจากทำการหยดสารละลาย Nessler's reagent แสดงถึงความสามารถในการผลิตแอมโมเนีย

การทดสอบการสร้างซิดโรฟอร์ (Siderophore) ของแอกติโนมัยีสี่ทั้งหมด 10 ไอโซเลท พบว่ามี 9 ไอโซเลทที่ปรากฏบริเวณใสสีเหลืองรอบโคโลนี ได้แก่ ไอโซเลทหมายเลข SS00110, SS01210, PC02770 PC08070, PC09870, PC13070, PC15600, PC15800 และ PC16600 และพบว่าไอโซเลทหมายเลข PC16070 ไม่สามารถรายงานผลได้เนื่องจากโคโลนีเจริญน้อยเกินไปทำให้สังเกตบริเวณใสสีเหลืองได้ยาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การวิจัยต่อเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ควรมีการทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่ใช้ทดสอบในความเข้มข้นที่ต่างกัน เพื่อให้ได้ผลที่หลากหลายและชัดเจนมากขึ้นเนื่องจากในความเข้มข้นที่ 1 และ 50 มิลลิกรัมต่อไมโครลิตรพบว่าไม่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ในการทดสอบใช้สารสกัดที่ค่าความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 50 µg/ml พบว่า ไม่สามารถยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียโรคแดงเกอร์โนมะนาวได้ จึงจำเป็นต้องมีการหาค่า MIC และ MBC เพื่อหาความเข้มข้นเหมาะสม ใช้ในการยับยั้งและ ฆ่าเชื้อแบคทีเรียโรคแดงเกอร์โนมะนาว เพื่อเป็นประโยชน์แก่การนำไปใช้ทดแทนสารเคมี

5.2.3 การวิจัยต่อเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ นำไปทำการทดสอบการยับยั้งโรคแดงเกอร์บนผลมะนาวและใบมะนาวโดยการใช้สารสกัดแอคติโนไมด์สืทในการเคลือบผลและหดยดสารสกัดลงบนใบเพื่อทดสอบศักยภาพของสารสกัดต่อไปในอนาคต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2565. ป่าชายเลน (Mangroves). เข้าถึงได้จาก <http://www.km.dmcr.go.th>.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. โรคแคงเกอร์มะนาว (Canker). เข้าถึงได้จาก <http://www.doae.go.th>.

กนกเรขา สังข์จันทร์. 2554. การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอน ป่าชายเลนที่มี
ผสมขาวเป็นพื้นที่ไม้เด่น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี ที่ 19 ฉบับที่ 2.

กมลพรรณ ภิญาญ, ชนิตา กาทักดี และ นิชาพัชร์ อิมใจ. 2564. แอคติโนมัยสีทจากดินนาข้าวอินทรีย์
จังหวัดปทุมธานี และนครสวรรค์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งโรคข้าว และส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว.
วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง

เกสรี รักชุมคง. 2543.การศึกษาโครงสร้างป่าชายเลนเพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศทะเลสาบสงขลา
บริเวณบ้านอ่าวทึง อำเภอนนทบุรี จังหวัดสงขลา. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ
สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชนิษฐา สมตระกูล ณิชกุล ศรีภาษา สударัตน์ ลาดเสนา อภิเดช แสงดี และวารารณณ์ ฉุยฉาย. มปป.
สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดอินโดล-3-แอซิดิกของเชื้อ Streptomyces และการกระตุ้นการ
งอก ของเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 36(3): 12-22.

คณิงกานต์ กลั่นบุศย์. 2565. บทปฏิบัติการที่ 8 การคัดกรองคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญของพืช
จากแบคทีเรียแอคติโนมัยสีท. วิชาแบคทีเรียวิทยา คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณิงกานต์ กลั่นบุศย์. 2565. บทปฏิบัติการที่ 9 แอคติโนมัยสีทและการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ วิชา
แบคทีเรียวิทยา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณิงกานต์ กลั่นบุศย์. 2559. เอนไซม์โปรติเอสจากแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินป่าชายเลน
จังหวัดชลบุรีและคุณสมบัติบางประการในการเพาะเลี้ยงและการทดสอบสารออกฤทธิ์ยับยั้ง
ทางชีวภาพ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จารุวรรณ ศิริพรรณพร. 2543. มะนาวและเทคโนโลยีการเก็บรักษา. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิต
ภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารจันทร์จรัส วัฒนะโชติ, พัฒน ศิลปชัย และ นิชา สรินนันทนา. 2561. การคัดกรองเชื้อแอคติโนมัยสีททะเลที่มี
ไม่ว่ากรณีใดประสิทธิภาพในการสร้างไฮโดรไลติกเอนไซม์เพื่อประยุกต์ใช้ในการเกษตร. แก่นเกษตรา 46 ฉบับที่

1: 1082 - 1086

จิตติ ท่าไฉ. 2565. บทปฏิบัติการที่ 1 การแยกเชื้อแอกติโนแบคทีเรีย. วิชาแบคทีเรียวิทยา คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชมรมเกษตรปลอดสารพิษ. 2558. เติมนการระบาดของศัตรูพืช โรคแคงเกอร์ในมะนาว. [online]. เข้าถึงได้จาก www.thaigreenagro.com

ชมพูนุท พวงพี, ญาญา แสนสุขและณัชฌมล ยุติธรรม. 2563. โครงการพิเศษ เรื่อง การศึกษาอิน 16s rRNA ของเชื้อแอกติโนมัย สืทจากดินนาข้าวอินทรีย์ จังหวัดปทุมธานี. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล. 2565. ป่าชายเลนในประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก <http://www.mkh.in.th>.

ณัฐธิดา สุดยง. 2562. การคัดเลือกและทดสอบเชื้อแบคทีเรียปฏิบัคษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ในมะนาว. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ทายาท ศรียาภย์, พิชาภัก ศรียาภย์, กัญจน ศิลป์ประสิทธิ์, อรินทม งามนิยม และ วิรงรอง ดวงใจ. 2015. ศักยภาพด้านชีวภาพของเชื้อแอกติโนมัยสืทจากดินป่าชายเลนจังหวัดสตูล. วารสารวนศาสตร์ 34(2): 51-61

นันทวุฒิ นิยมวงศ์. (2564). สารต้านจุลินทรีย์หลากหลายกลุ่มจาก *Streptomyces coerulescens* NN91. สาขาวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์.

นัสรญา กุณิง ซอทิพย์ ระเหม และ สายใจ วัฒนเสน. 2564. การผลิตเอนไซม์และการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคพืชของแอกติโนมัยซิทที่คัดแยกได้จาก ไโรสสเฟียร์ของพืชตระกูลถั่ว. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม.

นฤมล รุ่งเรือง, ปิยธิดา สีทา, ศศิณา จรรยา, วาริรัตน์ แสนมาโนช และ ทัย กาบบัว. 2565. การคัดแยกแอกติโนมัยสืทที่สร้างสารสีจากดินรังปลวก. มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2: 63-69.

บริษัท กรีน อินโนเวทีฟ ไบโอบเทคโณโลยีจำกัด. 2565. โรคแคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม. [Online] เข้าถึงได้จาก <http://www.gib.co.th>.

ปภัช หมออินทร์, สุภาวดี พาหิระ, ปิยะรัตน์ ศรีสว่าง, ดำรงค์ดี เป็กทอง. 2563. การคัดแยกและการจำแนกเชื้อแบคทีเรียจากดินในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ในบริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์และชัยภูมิ. งานประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ปัญชาน พิมพาน์วัตร. 2564. การศึกษาประสิทธิภาพของแอกติโนแบคทีเรียในการควบคุมโรคและการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูาตเหนาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ส่งเสริมการเจริญของมะนาว. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

เปรมปรีณ สงขลา. 2544. คู่มือการลงทุนทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. บริษัท ฐานการพิมพ์ จำกัด กรุงเทพฯ.
หน้า 380.

เพ็ญกวี โคตรทิพย์, ภัชพร พุ่มวิเชียรและสุกัญญา ปันจาละ. 2564. โครงการพิเศษ เรื่อง
คุณสมบัติการยับยั้งโรคในข้าวและส่งเสริมการเจริญจากแอคติโนมัยซีทจากดินนาข้าว.
วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง

พีระศักดิ์ ฉายประสาธ. มปป. การฟื้นฟู เยียวยา ผู้ประสบภัย ด้วยงานวิจัย วช เรื่องการปลูกมะนาว. คณะ
เกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภูริภัทร หุวะนันท์. 2548. ความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเลและชายฝั่ง. [online]. เข้าถึงได้จาก
http://58.82.155.201/chmthaiNew/chm/MarineBio/WEBPAGE_USED/MANGROVE.html

มหัทธนี ภิญโญ., กัณทิมา บุญสว่าง., จตุพร สยามพันธ์., และวิลาสินี อินญาวิเลิศ. (2563). การศึกษาสาร
สกัดยับยั้งจากแอคติโนมัยซีทต่อการยับยั้งโรคแบคทีเรียในสัตวัน้ำ. ปีที่ 51 ฉบับที่ 1 (พิเศษ).
431-436.

รังปริญญา คำหนองยาง. 2562. การคัดแยกและศึกษาคุณสมบัติแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต
ของพืช. สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์. มหาวิทยาลัยนเรศวร

รัชชา คำคง, กนกวรรณ พุ่มพูลและกมลวรรณ ส้าราญ. 2564. โครงการพิเศษ เรื่อง แอคติโนมัยซีท
จากดินนาข้าวจังหวัดนครสวรรค์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งโรคข้าวและส่งเสริมการ
เจริญเติบโตของข้าว. วิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลักขมี ศุกระกาญจนะ. 2556. การคัดแยกและศึกษาคุณสมบัติเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถผลิต
เอนไซม์ย่อยสลายพลาสติกชีวภาพ. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วราภรณ์ สุทธิสา, กนกวรรณ กรมแสง และ สุพัตรา ชูรกิจ. 2564. คุณสมบัติการส่งเสริมการเจริญเติบโตของ
พืชของแบคทีเรียที่คัดแยก จากกากตะกอนในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ. ภาควิชาชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วาสนา เนียมแสง, เมธาวิ แซ่อึ้ง และหัสยา สระหงษ์ทอง. 2561. การคัดแยกแอคติโนมัยซีทในดินที่มีฤทธิ์
ยับยั้งเชื้อรา *Curvularia* sp. Isolation of actinomycetes from soils for antifungal activity
against *Curvularia* sp.. งานประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

วิศิระ เชียงห่อง. 2561. การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม เรื่อง ป่าชายเลนคือชีวิต. สาขาวิชาการสอน

สังคมศึกษา แผน ก แบบ ก2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์โดยผู้จัดทำเอกสารนี้ไว้เพื่อใช้ในการ
ไม่ว่าการอื่นใดที่มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศรสวรรค์ อินพุ่มและเสาวรส เลิศพัฒนนนท์. 2560. โครงการพิเศษ เรื่อง ฟอสโฟลิปิดและฤทธิ์ยับยั้งทางชีวภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีทจากดินป่าชายเลนสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. 2565. รู้รัก รู้รักษ์ป่าชายเลน. [online]. เข้าถึงได้จาก <https://sciplanet.org/content/10344>
- ศิริรัตน์ ทองอุ่น. 2552. การคัดกรองสารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งจากแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากทะเล. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ศุภชาติ ธรรมนิติเวทย์. 2564. ไรโซแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช: หลักการและการใช้ประโยชน์. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ต.วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130.
- สถานีวิจัยเพื่อพัฒนาชายฝั่งอันดามัน. 2562. ระบบนิเวศป่าชายเลน (Mangrove Ecosystem). เข้าถึงได้จาก <http://andaman.fish.ku.ac.th>.
- สาวิตร ตระกุลนำเลื่อมใส, อัญมณีชญาณ์ มงคลชัยพุกษ์, จินดาวรรณ สิริันทวีเนติ, อภิชาติ ใจอารีย์, จันทร์ แรม. 2565. นวัตกรรมการใช้ประโยชน์จากชีวมวลและสารชีวภัณฑ์จากแบคทีเรียทนเค็มสายพันธุ์คัดเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกพืชผักแบบ เกษตร อินทรีย์. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อลิษา มะตะโก. 2562. การส่งเสริมการเจริญของพืชบางชนิดโดย แอคติโนมัยซีทที่เรียเพื่อการบำบัดแคดเมียมในดิน. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อรอุมา เรืองวงษ์ และ เบญจวรรณ ใจจันทร์. 2559. การใช้แอคติโนมัยซีทจากดินเพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวเหี่ยวของมะเขือเทศ. ภาควิชาชีววิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- Ajjah, N., Fiodor, A., Pandey, A. K., Rana, A., & Pranaw, K. (2023). Plant growth-promoting bacteria (PGPB) with biofilm-forming ability: A multifaceted agent for Sustainable Agriculture. *Diversity*, 15(1), 112. <https://doi.org/10.3390/d15010112>
- Alper Dede, Kıymet Güven, Nevzat Şahin. 2020. Isolation, plant growth-promoting traits, antagonistic effects on clinical and plant pathogenic organisms and identification of actinomycetes from olive rhizosphere. *Microbial Pathogenesis*, 143, 104134. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104134>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anwar, S., Ali, B., & Sajid, I. 2016. *Screening of Rhizospheric Actinomycetes for Various In-vitro and In-vivo Plant Growth Promoting (PGP) Traits and for Agroactive Compounds. Frontiers in Microbiology, 7*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01334>

Asma Absar Bhatti, Shamsul Haq, Rouf Ahmad Bhat. 2017. Actinomycetes benefaction role in soil and plant health. *Microbial Pathogenesis* 111 (2017) 458 - 467.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.micpath.2017.09.036>

Benhadj, M., Gacemi-Kirane, D., Menasria, T., Guebla, K., & Ahmane, Z. (2019). Screening of rare actinomycetes isolated from natural wetland ecosystem (Fetzara Lake, northeastern Algeria) for hydrolytic enzymes and antimicrobial activities. *Journal of King Saud University - Science, 31*(4), 706–712.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.03.008>

Cappuccino, J.C. and Sherman, N. 1992. *Microbiology: A Laboratory Manual* (third ed), Benjamin/cummings Pub. Co., New York (1992). 125-179.

Department of Agriculture AG. National diagnostic protocol for asiatic citrus canker, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. 2016. p. 33.

El-Tarabily, K. A., & Sivasithamparam, K. (2006). *Non-streptomycete actinomycetes as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. Soil Biology and Biochemistry, 38*(7), 1505–1520.

Florida Division of Plant Industry. Symptoms on leaves. 2007.

Franco-Correa, M., & Chavarro-Anzola, V. (2016). Actinobacteria as Plant Growth-promoting rhizobacteria. *Actinobacteria - Basics and Biotechnological Applications*. <https://doi.org/10.5772/61291>

Gaur, A. C. 1990. *Phosphate Solubilizing Microorganisms as Biofertilizer*. New Delhi: Omega Scientific Publisher.

Glick, B. R. 2012. *Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications*.

Scientifica, 2012, 1–15. <https://doi.org/10.6064/2012/963401>

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสรวงนเวสสำหรับกรเชงงานเพอการศกษาเท่านั้น ไมอนุญาตหน้ไปใช้ประโยชน์ดานการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Goto M. *Xanthomonas citri* pv. *citri* infection on fruit of *Citrus unshiu* showing crater-like lesions. 2004a.
- Goto M. Stem canker caused by *Xanthomonas citri* pv. *citri* on *Citrus natsudaidai*. 2004b.
- Gholami D., Aminzadeh S., Alavi S., Kazemipour N., Ghoroghi A., & Emruzi Z. (2016). Comparison of antibiotics and bacteriocins antibacterial activity on *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 17(1), 162-178.
<https://doi.org/10.22092/ijfs.2018.115592>
- Hubert A. Lechevalier and Mary P. Lechevalier. 1967. BIOLOGY OF ACTINOMYCETES.
Institute of Microbiology, Rutgers-The State Unifjersity, New Brunswick, New Jersey.
- Janaki, T., Nayak, BK., & Ganesan, T. (2016). Antibacterial activity of soil actinomycetes from the mangrove *Avicennia marina*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(1): 267-271. <https://www.phytojournal.com>
- Japan, T. S. f. A. (1997). *Atlas of Actinomycetes*: Asakura Publishing Co., Ltd
- Kelly, K. L., & United States. 1964. "ISCC-NBS centroid color charts: Standard sample No.2106." *Washington: U.S. Dept. of commerce*, National Bureau of Standards.
- Krewulak, KD., and Vogel, HJ. 2008. "Structural biology of bacterial iron uptake."
Biochimica et Biophysica Acta. 1778: 1781-1804.
- Niyasom, C., Boonmak, S., & Meesri, N. (2015). Antimicrobial Activity of Acidophilic Actinomycetes Isolated from Acidic Soil. *Microbial Resources Management Research Unit, Biology Department, Thaksin University*.
- Passari, A. K., Mishra, V. K., Gupta, V. K., Yadav, M. K., Saikia, R., & Singh, B. P. (2015). *In Vitro and In Vivo Plant Growth Promoting Activities and DNA Fingerprinting of Antagonistic Endophytic Actinomycetes Associates with Medicinal Plants*. *PLOS ONE*, 10(9), e0139468. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139468>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Rattanakavil T. (2021). Isolation of actinomycetes for product from development to control rice blast disease and the identification of a potential strain. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- Rijavec, T., & Lapanje, A. (2016). Hydrogen cyanide in the Rhizosphere: Not suppressing plant pathogens, but rather regulating availability of phosphate. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01785>
- Sapkota, A., Thapa, A., Budhathoki, A., Sainju, M., Shrestha, P., & Aryal, S. (2020). Isolation, characterization, and screening of antimicrobial-producing actinomycetes from soil samples. *International Journal of Microbiology*, 2020, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2020/2716584>
- Schwyn, B. and J. Neilands. 1987. Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Anal Biochem.* 160(1): 47-56
- Selim, M. S. M., Abdelhamid, S. A., & Mohamed, S. S. 2021. Secondary metabolites and biodiversity of actinomycetes. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1) <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00156-9>
- Singh, M., Singh, D., Gupta, A., Pandey, K. D., Singh, P. K., & Kumar, A. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria. *PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture*, 41–66. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815879-1.00003-3>
- Souza, R. de, Ambrosini, A., & Passaglia, L. M. P. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and Molecular Biology*, 38(4), 401–419. <https://doi.org/10.1590/s1415-475738420150053>
- Vobis, G. 1997. Morphology of Actinomycetes. In *Atlas of Actinomycetes*. (Miyado, S., ed.),p 180-191. The Society for Actinomycetes Japan. Japan.
- Wahyudi, A. T., Priyanto, J. A., Afrista, R., Kurniati, D., Astuti, R. I., & Akhdiya, A. (2019). Plant growth promoting activity of Actinomycetes isolated from soybean rhizosphere. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2019.1.8>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 William, R. H. 1989. *Bergey Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 4. Baltimore.
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Williams & Wilkins. U.S.A

Wildermuth H, Wehrli E, Horne RW. 1971. The surface structure of spores and aerial mycelium in *Streptomyces coelicolor*. *J Ultrastruct Res.* 35(1):168-80.

Xu, D.-B., Ye, W.-W., Han, Y., Deng, Z.-X., & Hong, K. (2014). *Natural Products from Mangrove Actinomycetes. Marine Drugs*, 12(5), 2590–2613.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. International Streptomyces Project no.2 (ISP2)

Glucose	4.0	g
Yeast extract	4.0	g
Malt extract	10.0	g
Agar	18.0	g
Distilled water	1	L
pH 7.0-7.3		

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2. Starch – Casein Agar (สูตรผสมน้ำทะเลจริง)

Soluble starch	10.0	g
Potassium Nitrate	2.0	g
Casein	0.3	g
Magnesium Sulfate	0.05	g
Calcium carbonate	0.02	g
Ferrous Sulfate Heptahydrate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.01	g
Sodium chloride	2.0	g
Agar	15.0	g
Sea water	500	ml
Distilled water	1	L
pH 7.0-7.2		

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3. Starch – Casein Agar (สูตรผสมน้ำทะเลเทียม) ความเข้มข้นร้อยละ 1.5

Casein	1.0	g
Starch	10.0	g
Reef salt ยี่ห้อ Aquariase	15.0	g
Agar	15.0	g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Distilled water, 1 L
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH 7.0-7.4

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

4. Pikovskaya's Agar

Yeast extract	0.5	g
Dextrose	10.0	g
Calcium phosphate	5.0	g
Ammonium sulphate	0.5	g
Potassium chloride	0.2	g
Magnesium sulphate	0.100	g
Manganese sulphate	0.0001	g
Ferrous sulphate	0.0001	g
Agar	15.0	g
Distilled water	1	L

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

5. Peptone water

Peptone	10.0	g
Sodium chloride	5.0	g
Distilled water	1	L

pH 7.3-7.4

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

6. Nutrient Agar (NA)

Peptone	5.0	g
Beef extract	3.0	g
Agar	15.0	g
Distilled water	1	L

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

7. Muller Hinton Agar (MHA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Beef extract 2.0 g

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acid Hydrolysate of Casein	17.5	g
Starch	1.5	g
Distilled water	1	L
pH 7.2-7.4		

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

8. Yeast extract malt extract Agar (ISP2) 0.44% glycine

Glucose	4.0	g
Yeast extract	4.0	g
Malt extract	10.0	g
Agar	18.0	g
0.44% glycine		
Distilled water	1	L
pH 7.0-7.3		

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

9. International *Streptomyces* project no.2 (ISP2) ที่เติมสารละลาย Chrome Azurol S (CAS agar)

9.1 เตรียม CAS indicator solution (blue dye)

Fe III (FeCl ₃ ·6H ₂ O) solution	10.0	ml
Chrom azurol S	0.06	g
HDTMA	40.0	ml
Distilled water	50.0	ml

9.2 เตรียม International *Streptomyces* project no.2 (ISP2)

Glucose	4.0	g
Yeast extract	4.0	g
Malt extract	10.0	g
Agar	15.0	g

9.3 เตรียม CAS agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 CAS Indicator solution 10.0 ml
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISP2 Agar medium	88.0	ml
Glucose	2.0	ml

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยเติม FeCl_3 solution ใน CAS solution อย่างช้าๆ จากนั้นจึงค่อยเติม HDTMA solution จะได้ CAS indicator solution เป็นสีน้ำเงิน ก่อนนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอร้อน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที

10. International *Streptomyces* project no.2 (ISP2) 0.2% tryptophan

Glucose	4.0	g
Yeast extract	4.0	g
Malt extract	10.0	g
Agar	18.0	g
Tryptophan	2	g
Distilled water	1,	L
pH 7.0 – 7.3		

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

Reagent

1. Salkoski's reagent

0.5M FeCl ₃	1	ml
35% HClO ₄	50	ml

2. Picric acid solution

Sodium carbonate	2	g
Picric acid solution	0.5	g
Distilled water	100	ml

3. Nessler's reagent

Potassium iodide	2	g
Mercury (II) iodide	3	g
Potassium hydroxide	40	g
Distilled water	100	ml

4. Tween 80

Tween 80	0.1	ml
KH ₂ PO ₄	1.75	g
K ₂ HPO ₄	3.5	g
Distilled water	1	L

pH 6.8-7.0

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

5. NaCl 0.85%

NaCl	0.85	g
Distilled water	100	ml

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. 6M Hydrochloric acid

Conc. HCl	60	ml
Distilled water	60	ml

7. McFarland standard number 0.5

1.175% w/v BaCl ₂ ·2H ₂ O	0.5	ml
1% v/v Conc. H ₂ SO ₄	99.5	ml

8. ยาปฏิชีวนะ Nystatin ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

Nystatin	0.01	g
Distilled water	100	ml

นึ่งฆ่าเชื้อน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นรอให้เย็นแล้วชั่งยาปฏิชีวนะ 0.01 กรัมลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

9. ยาปฏิชีวนะ Streptomycin ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

Streptomycin	10	mg
Distilled water	10	ml

นึ่งฆ่าเชื้อน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นรอให้เย็นแล้วชั่งยาปฏิชีวนะ 10 มิลลิกรัมลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

เตรียมความเข้มข้นยา Streptomycin 10 µg/ml ปริมาตร 500 µl จากความเข้มข้น 100 µg/ml

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$(100 \mu\text{g/ml}) (V_1) = (10 \mu\text{g/ml}) (500 \mu\text{l})$$

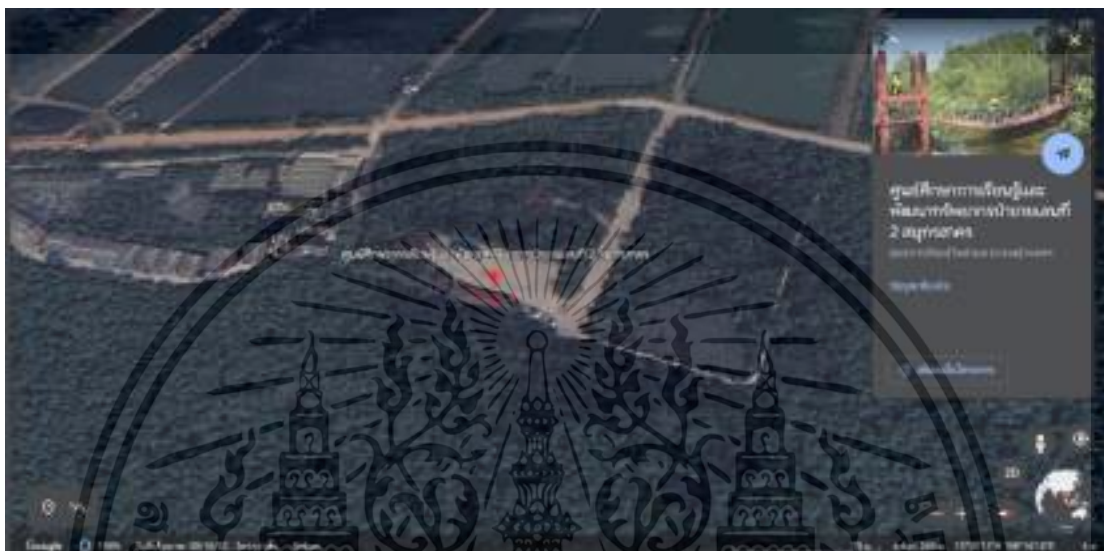
$V_1 = 50 \mu\text{l}$; หมายความว่าดูยาความเข้มข้น 100 µg/ml มา 50 µl ใส่ในน้ำกลั่นอีก 450 µl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ภาพถ่ายสถานที่เก็บตัวอย่างดิน

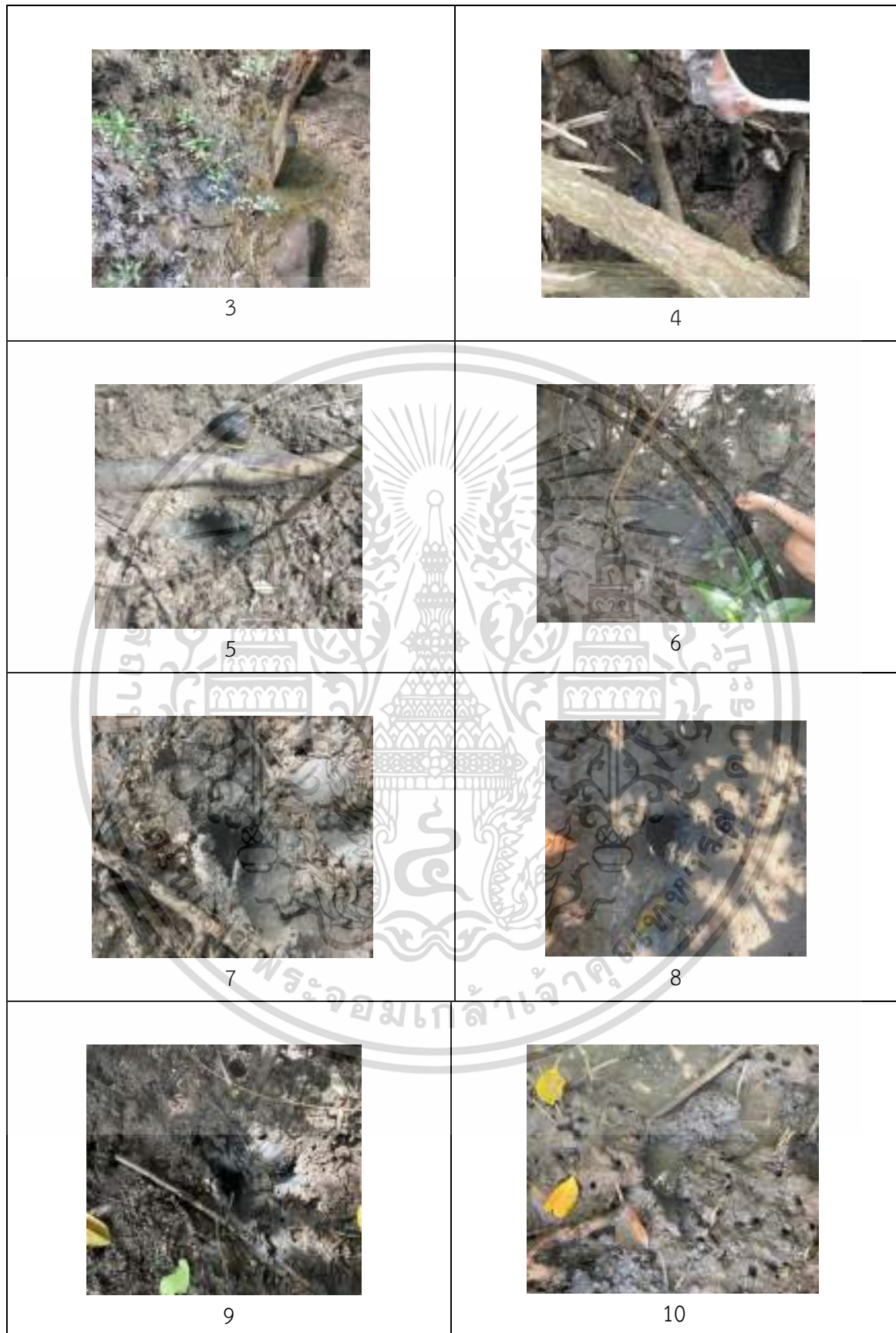
จุดเก็บตัวอย่างดิน 10 จุด บริเวณศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร



รูปที่ 1(ค) แสดงถึงที่ตั้งสถานที่เก็บตัวอย่าง ละติจูดและลองจิจูดศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร ($13^{\circ}30'10''\text{N}$ $100^{\circ}16'16''\text{E}$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2(ค) แสดงถึงจุดเก็บตัวอย่างดินจุดที่ 1-10 บริเวณศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร

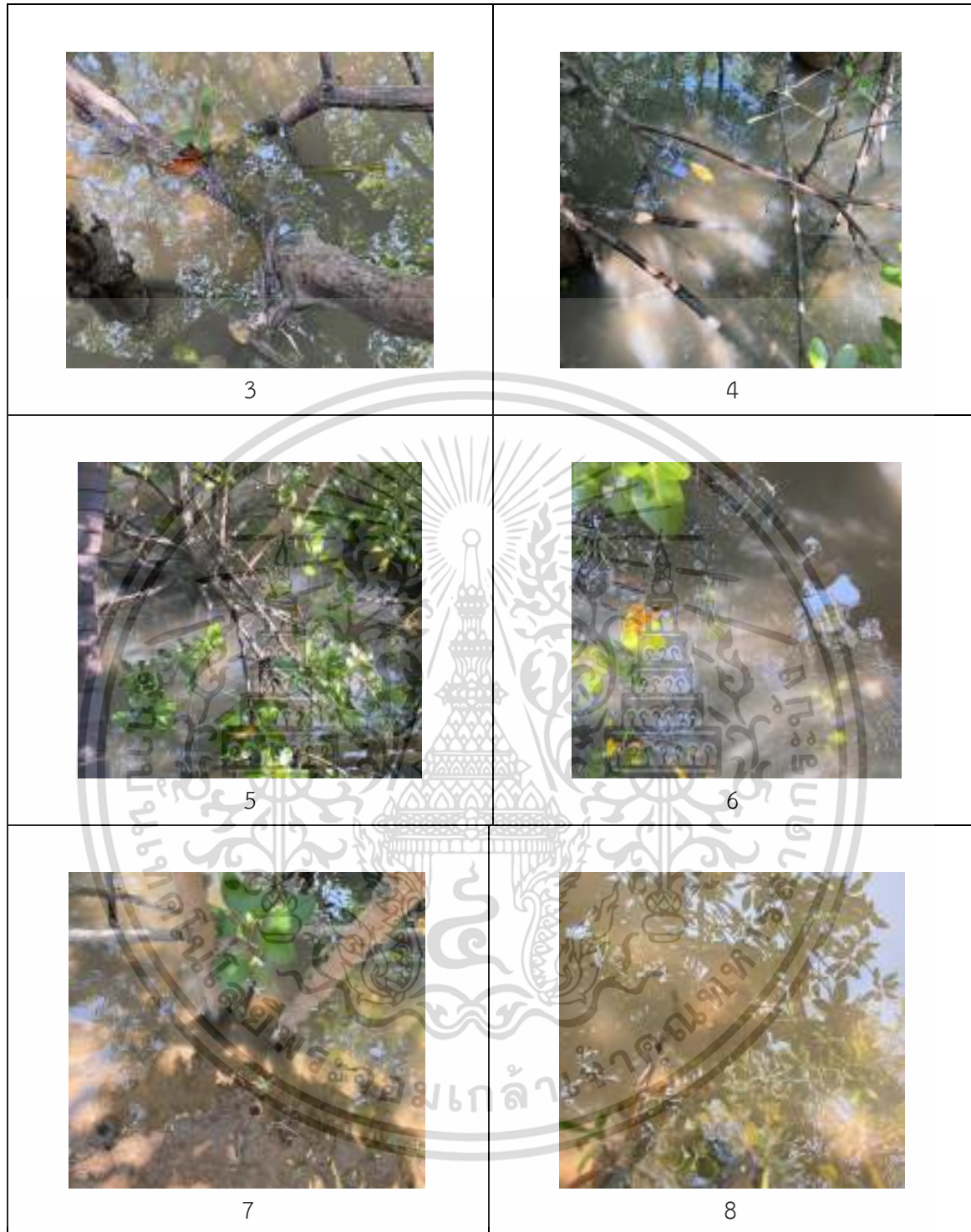
จุดเก็บตัวอย่างดิน 10 จุด บริเวณวนอุทยานปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



รูปที่ 3(ค) แสดงถึงที่ตั้งสถานที่เก็บตัวอย่าง ละติจูดและลองจิจูด บริเวณวนอุทยานปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ($12^{\circ}24'46''\text{N}$ $99^{\circ}59'07''\text{E}$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4(ค) แสดงถึงจุดเก็บตัวอย่างดินจุดที่ 1-10 บริเวณวนอุทยานปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ตารางที่ 1(ค) จุดเก็บตัวอย่างดิน 10 จุด บริเวณศูนย์ศึกษาการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	7.1	28.2
จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	7.2	28.0
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	7.2	28.0
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4	7.3	27.8
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5	7.5	27.3
จุดเก็บตัวอย่างที่ 6	7.2	27.3
จุดเก็บตัวอย่างที่ 7	7.5	27.6
จุดเก็บตัวอย่างที่ 8	7.3	28.2
จุดเก็บตัวอย่างที่ 9	7.3	27.8
จุดเก็บตัวอย่างที่ 10	7.6	27.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2(ค) จุดเก็บตัวอย่างดิน 10 จุด บริเวณบริเวณวนอุทยานปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ
จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	7.7	26.8
จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	7.7	27.1
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	7.7	27.0
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4	7.7	27.2
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5	7.6	27.0
จุดเก็บตัวอย่างที่ 6	7.5	26.9
จุดเก็บตัวอย่างที่ 7	7.6	27.1
จุดเก็บตัวอย่างที่ 8	7.3	26.3
จุดเก็บตัวอย่างที่ 9	7.5	26.1
จุดเก็บตัวอย่างที่ 10	7.7	25.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรีย

ทดสอบ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*

ด้วยวิธี Agar plug



SS00110

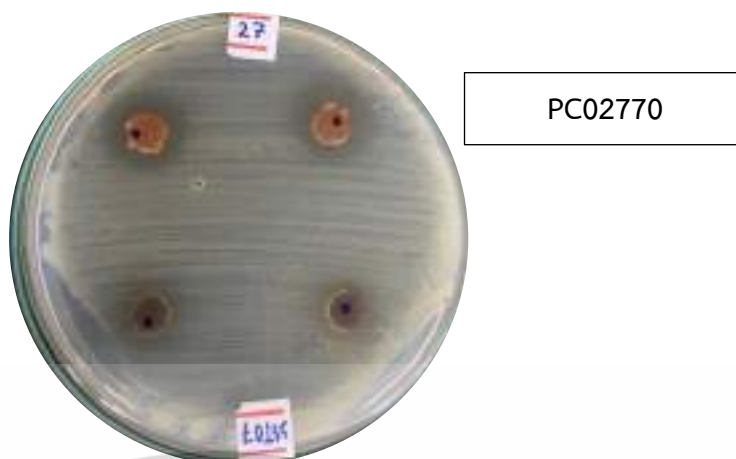
รูปที่ 1(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท SS00110 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)



SS01210

รูปที่ 2(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท SS01210 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PC02770

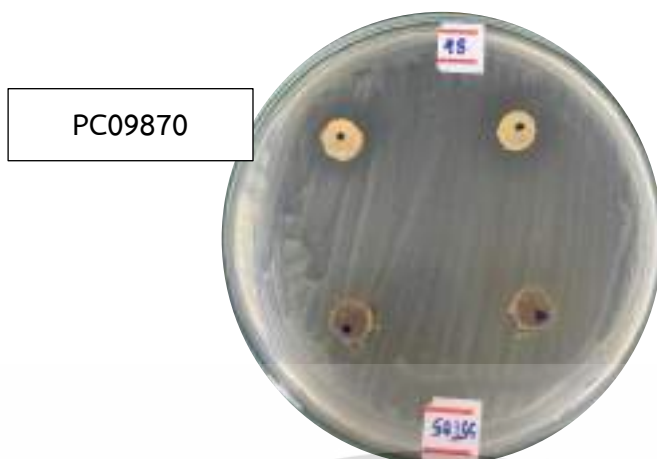
รูปที่ 3(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC02770 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)



PC08070

รูปที่ 4(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC08070 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

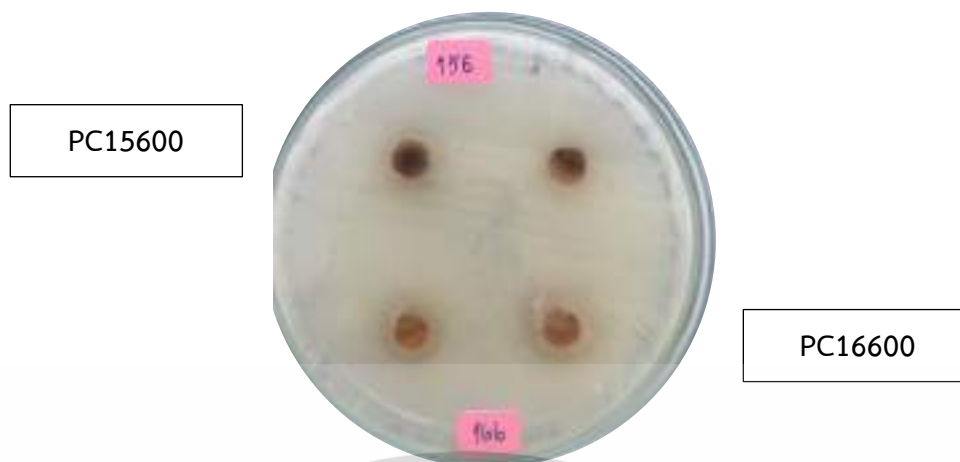


รูปที่ 5(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC09870 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)



รูปที่ 6(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC16070 และ PC13070 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC15600 และ PC16600 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)



รูปที่ 8(ง) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC15800 ด้วยวิธี Agar plug บนอาหาร Nutrient Agar (NA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

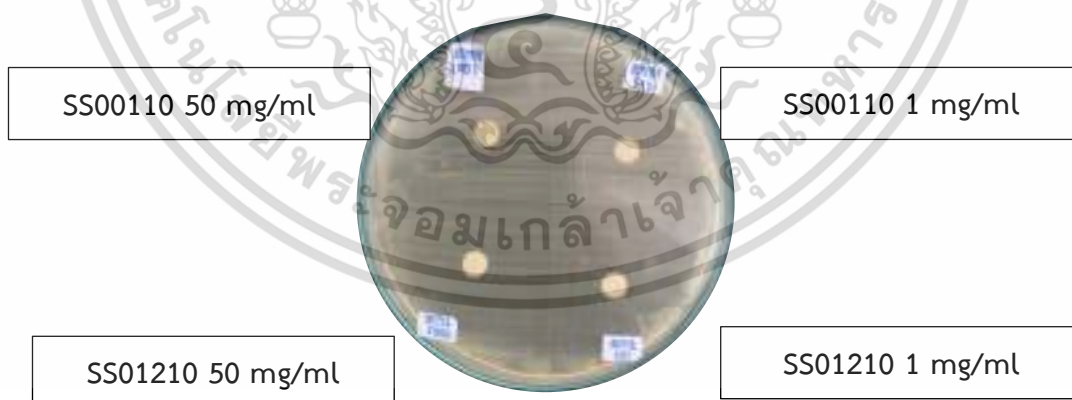
การทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรีย

ทดสอบ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*

ด้วยวิธี Agar disc diffusion

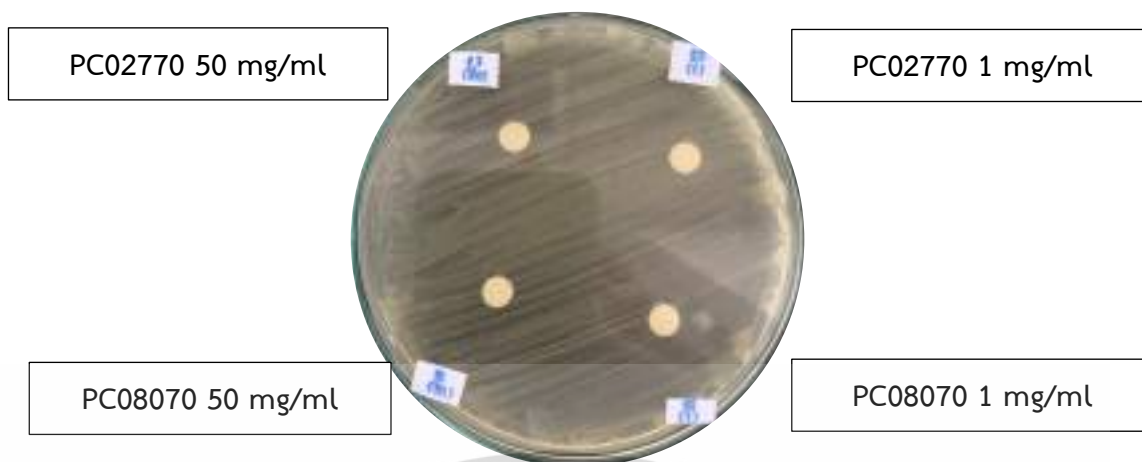


รูปที่ 1(จ) แสดงผลการทดสอบความสามารถของ Methanol (Negative control) และ Streptomycin ความเข้มข้น 16 และ 32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (Positive control) ในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* บนอาหาร Muller-Hinton Agar (MHA) ด้วยวิธี Agar disc diffusion



รูปที่ 2(จ) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท SS00110 และ SS01210 บนอาหาร Muller-Hinton Agar (MHA) ด้วยวิธี Agar disc diffusion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

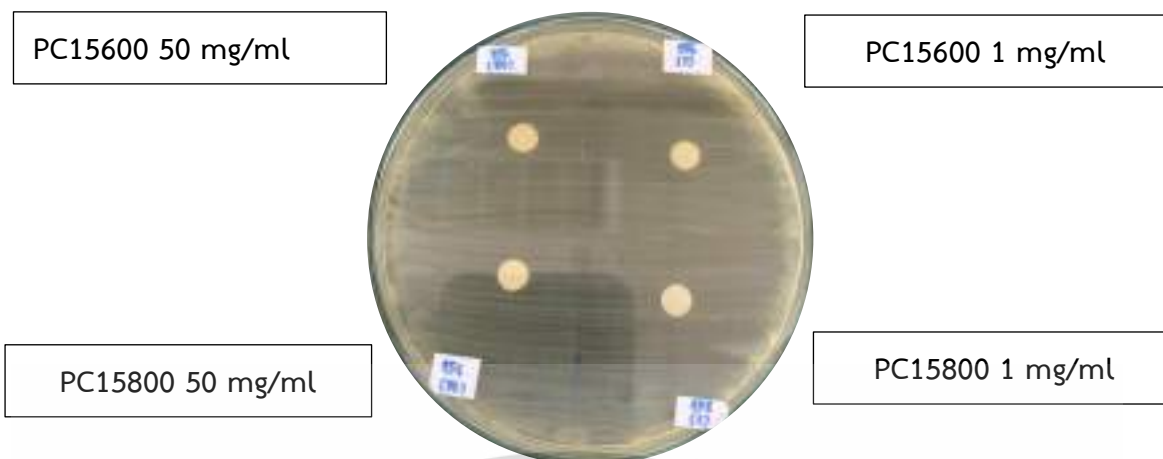


รูปที่ 3(จ) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC02770 และ PC08070 บนอาหาร Muller-Hinton Agar (MHA) ด้วยวิธี Agar disc diffusion



รูปที่ 4(จ) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC09870 และ PC13070 บนอาหาร Muller-Hinton Agar (MHA) ด้วยวิธี Agar disc diffusion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5(จ) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยซีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC15600 และ PC15800 บนอาหาร Muller-Hinton Agar (MHA) ด้วยวิธี Agar disc diffusion



รูปที่ 6(จ) แสดงผลการทดสอบความสามารถของแอกติโนมัยซีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *X. axonopodis* pv. *citri* ของไอโซเลท PC16070 และ PC16600 บนอาหาร Muller-Hinton Agar (MHA) ด้วยวิธี Agar disc diffusion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

ตารางสารออกฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช
(Plant Growth-Promoting : PGP)

ตารางที่ 1(ฉ) ผลการทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิติก (Indole-3-acetic acid : IAA) ของแอคติโนมัยซีททั้งหมด 10 ไอโซเลท

ไอโซเลท	การสร้างกรด IAA
SS00110	+
SS01210	+
PC02770	+
PC08070	+
PC09870	+
PC13070	+
PC15600	+
PC15800	+
PC16070	+
PC16600	+

หมายเหตุ : + คือ เชื้อแอคติโนมัยซีทสามารถสร้าง IAA ได้, - คือ เชื้อแอคติโนมัยซีทไม่สามารถสร้าง IAA ได้

ตารางที่ 2(ฉ) ผลการทดสอบความสามารถการย่อยสลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของแอคติโนมัยซีททั้งหมด 10 ไอโซเลท

ไอโซเลท	ความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต
SS00110	-
SS01210	-
PC02770	+
PC08070	
PC09870	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ทำกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งขอสงวนสิทธิ์ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลข	ความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต
PC13070	+
PC15600	-
PC15800	+
PC16070	-
PC16600	-

หมายเหตุ : + เกิดบริเวณใส บนอาหาร Pikovskaya's agar
- ไม่เกิดบริเวณใส บนอาหาร Pikovskaya's agar

ตารางที่ 3(จ) ผลการทดสอบการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN) ของแอคติโนมัย
สีทั้งหมด 10 ไอโซเลข

ไอโซเลข	การผลิต HCN
SS00110	-
SS01210	-
PC02770	-
PC08070	-
PC09870	-
PC13070	-
PC15600	-
PC15800	-
PC16070	-
PC16600	-

หมายเหตุ : + เกิดการเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีส้ม, - ไม่เกิดการเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4(จ) ผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย (Ammonia) ของแอสติโนมัยสีททั้ง 10 ไอโซเลท

ไอโซเลท	การผลิตแอมโมเนีย
SS00110	+
SS01210	+
PC02770	+
PC08070	+
PC09870	+
PC13070	+
PC15600	+
PC15800	+
PC16070	+
PC16600	+

หมายเหตุ : + คือ เชื้อแอสติโนมัยสีทสามารถสร้างแอมโมเนียได้, - คือ เชื้อแอสติโนมัยสีทไม่สามารถสร้างแอมโมเนียได้

ตารางที่ 5(จ) ผลแสดงการสร้างซิดโรเฟอร์ (Siderophore) ของแอสติโนมัยสีททั้ง 10 ไอโซเลท

ไอโซเลท	การสร้างซิดโรเฟอร์
SS00110	+
SS01210	+
PC02770	+
PC08070	+
PC09870	+
PC13070	+
PC15600	+
PC15800	+
PC16070	-
PC16600	+

หมายเหตุ : + เกิดบริเวณใส บนอาหาร ISP2+CAS, - ไม่เกิดบริเวณใส บนอาหาร ISP2+CAS


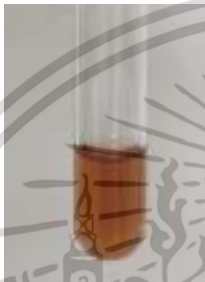

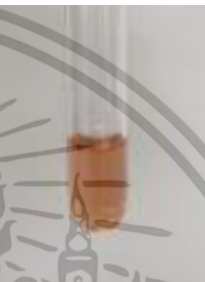






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติก

(Indole—3-acetic acid : IAA) ของแอคติโนมัยซีท

ตารางที่ 1(ข) แสดงผลการทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติก (Indole-3-acetic acid : IAA) ของแอคติโนมัยซีททั้งหมด 10 ไอโซเลท หลังจากทำการหยดสาร Salkowski's reagent

				
SS00110 +	SS01210 +	PC02770 +	PC08070 +	PC09870 +
				
PC13070 +	PC15600 +	PC15800 +	PC16070 +	PC16600 +

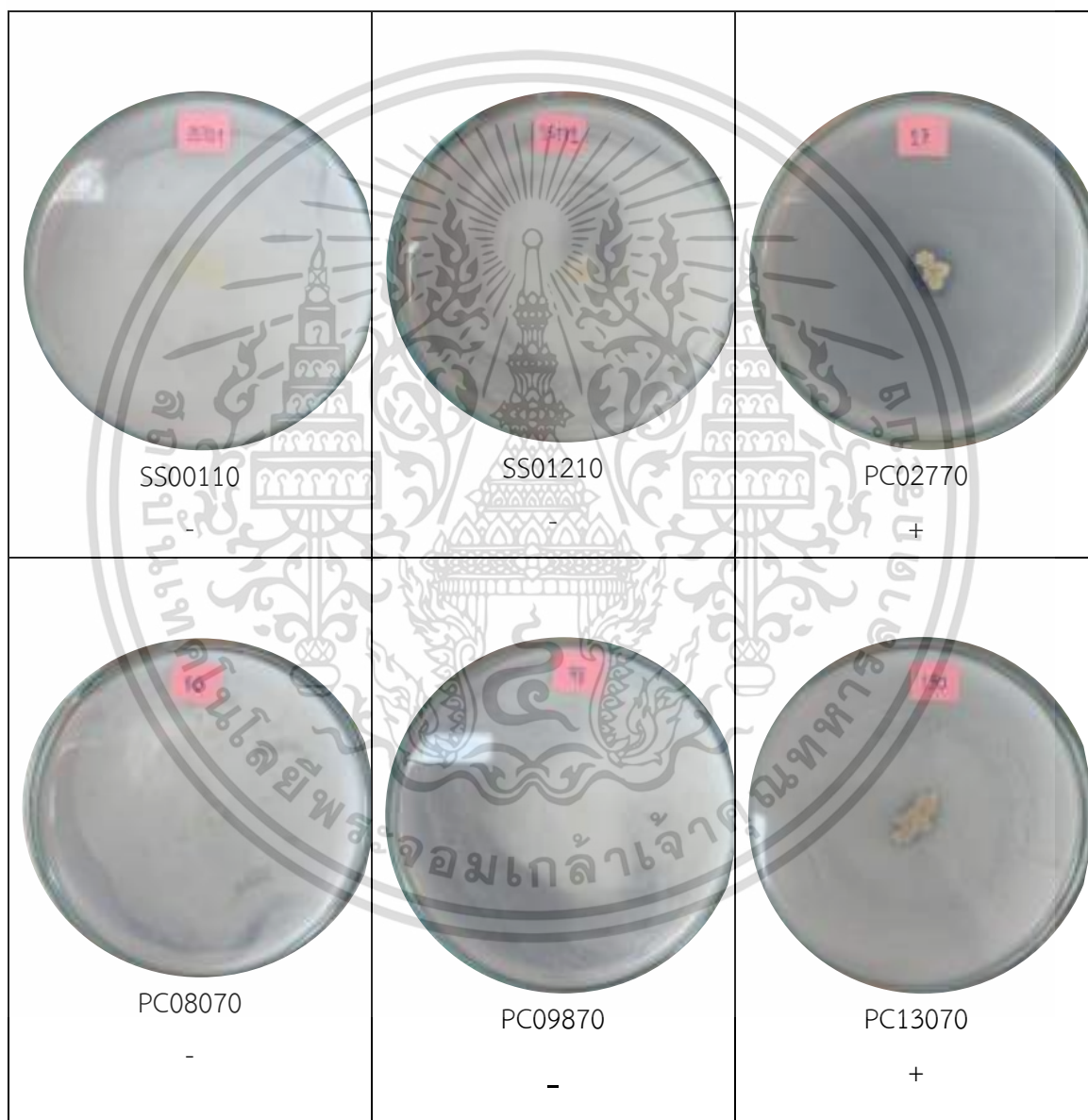
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ.

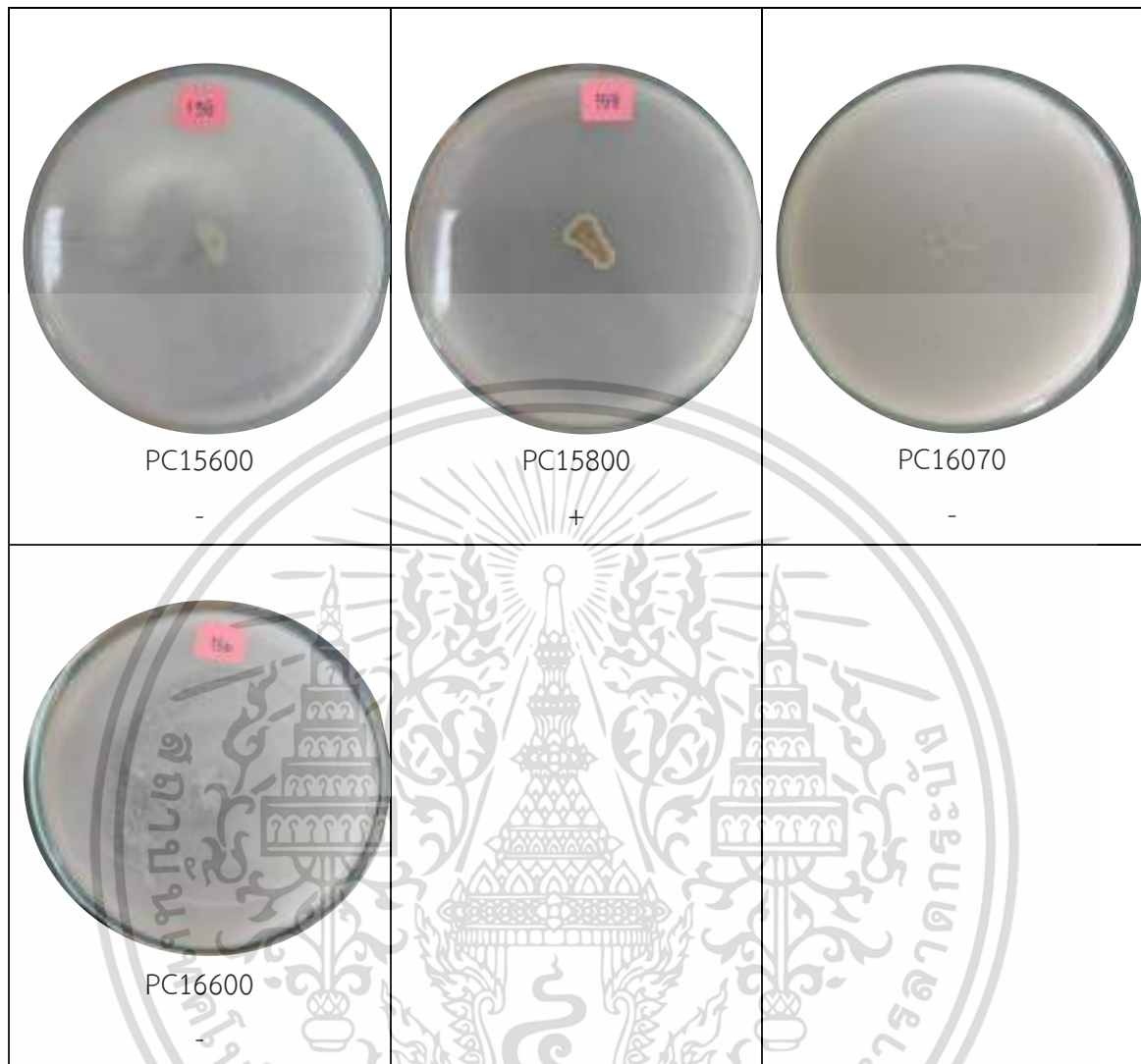
การทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization)

ของแอสทีโนมัยสีท

ตารางที่ 1(ซ) แสดงผลการทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของแอสทีโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลท บนอาหาร Pikovskaya's Agar



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

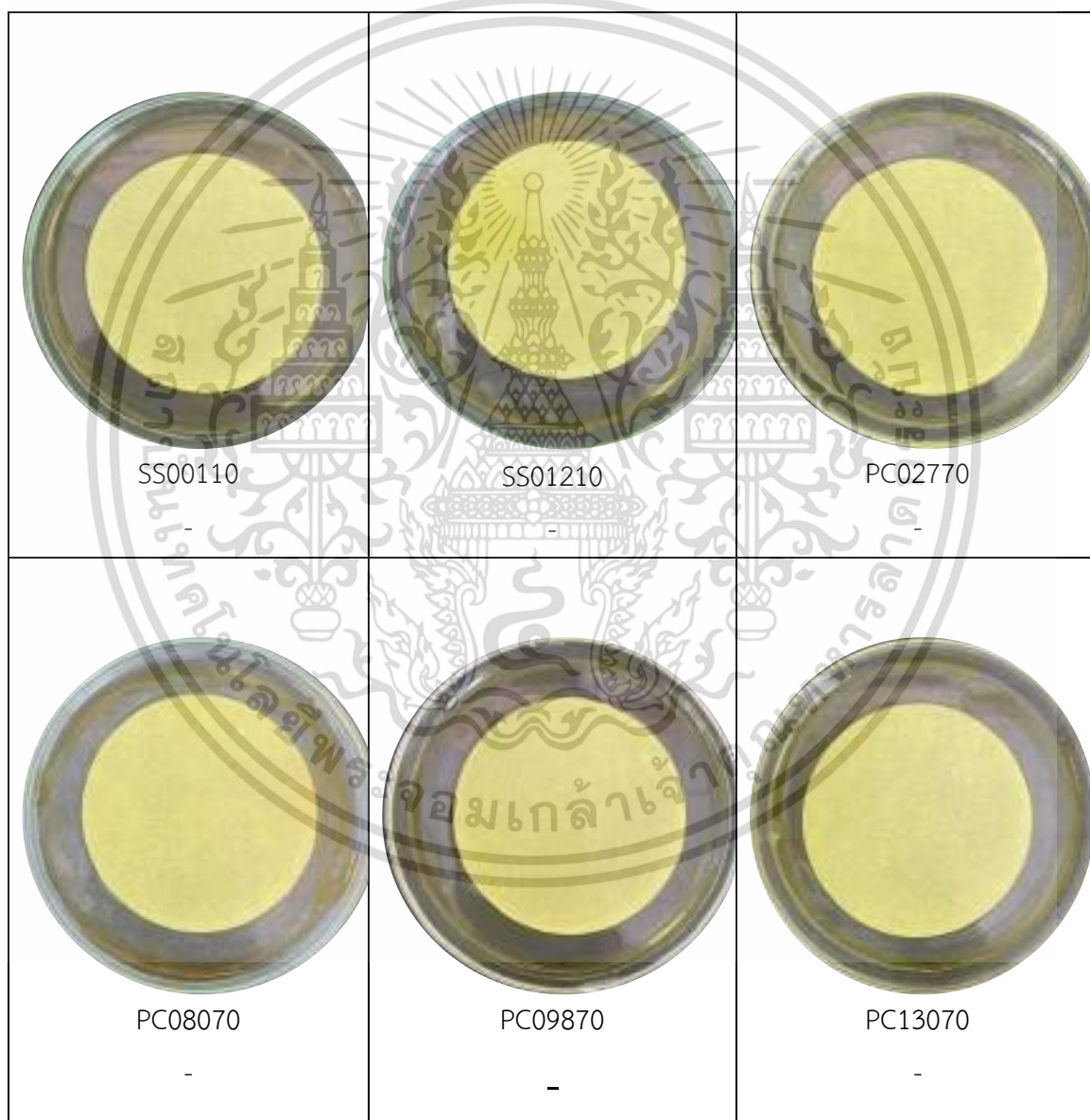


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

การทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN) ของแอคติโนมัยสีท

ตารางที่ 1(ฉ) แสดงผลการทดสอบการสร้างไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide : HCN) ของแอคติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการเติมไกลซีน 0.44% ที่บ่มพร้อมกระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ชุบด้วย Picric acid solution



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้








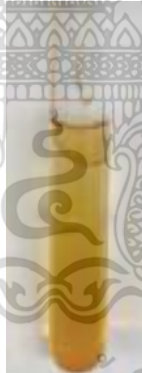
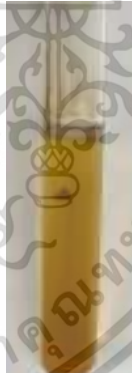



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ.

การทดสอบการสร้างแอมโมเนีย (NH_3) ของแอกติโนมัยซีทั้งหมด

ตารางที่ 1(ญ) แสดงผลการทดสอบการสร้างแอมโมเนีย (NH_3) ของแอกติโนมัยซีทั้งหมด 10 ไอโซเลท หลังจากหยดสาร Nessler's reagent

				
SS00110 +	SS01210 +	PC02770 +	PC08070 +	PC09870 +
				
PC13070 +	PC15600 +	PC15800 +	PC16070 +	PC16600 +

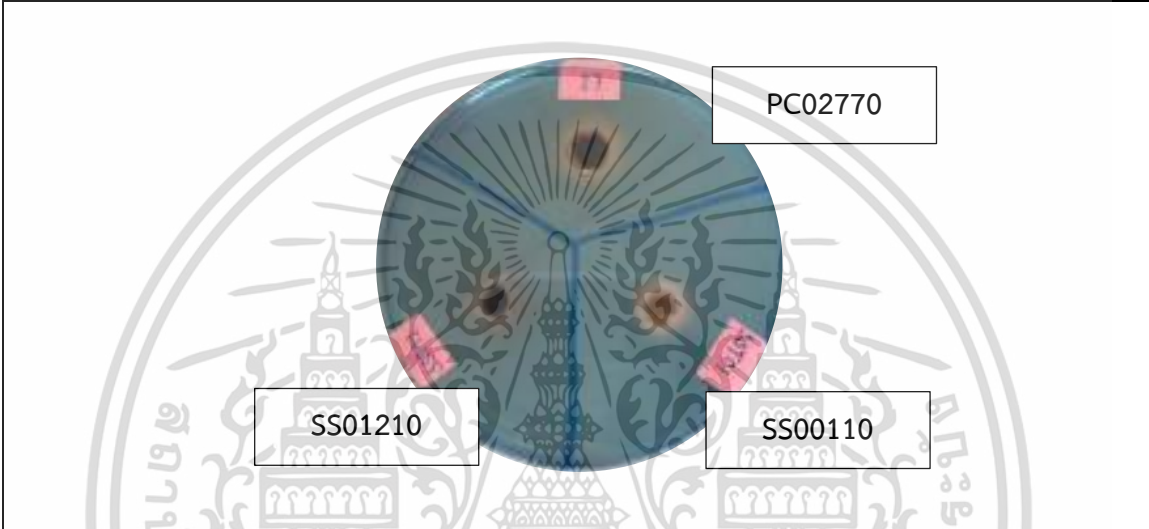
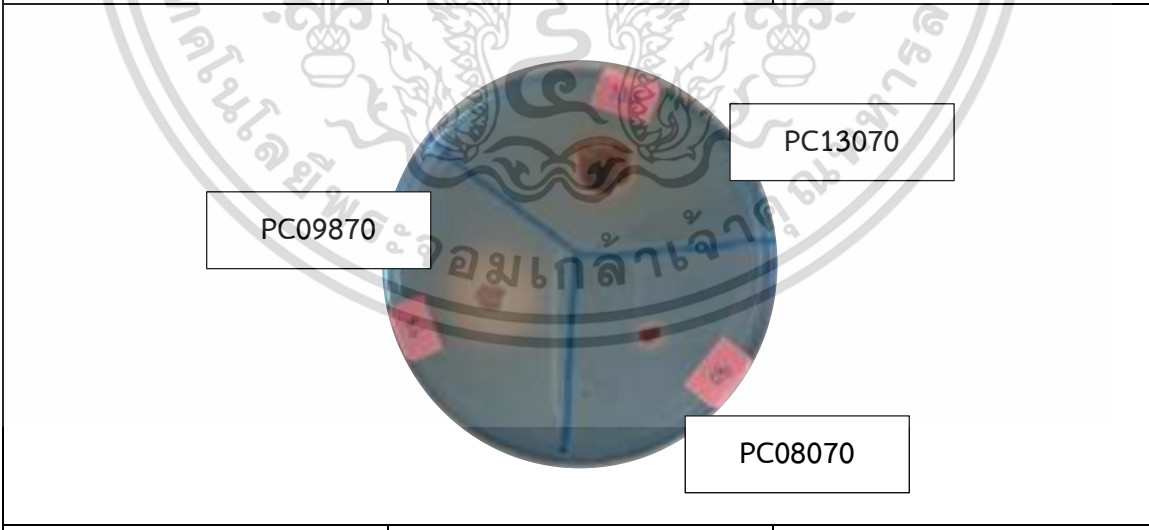
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

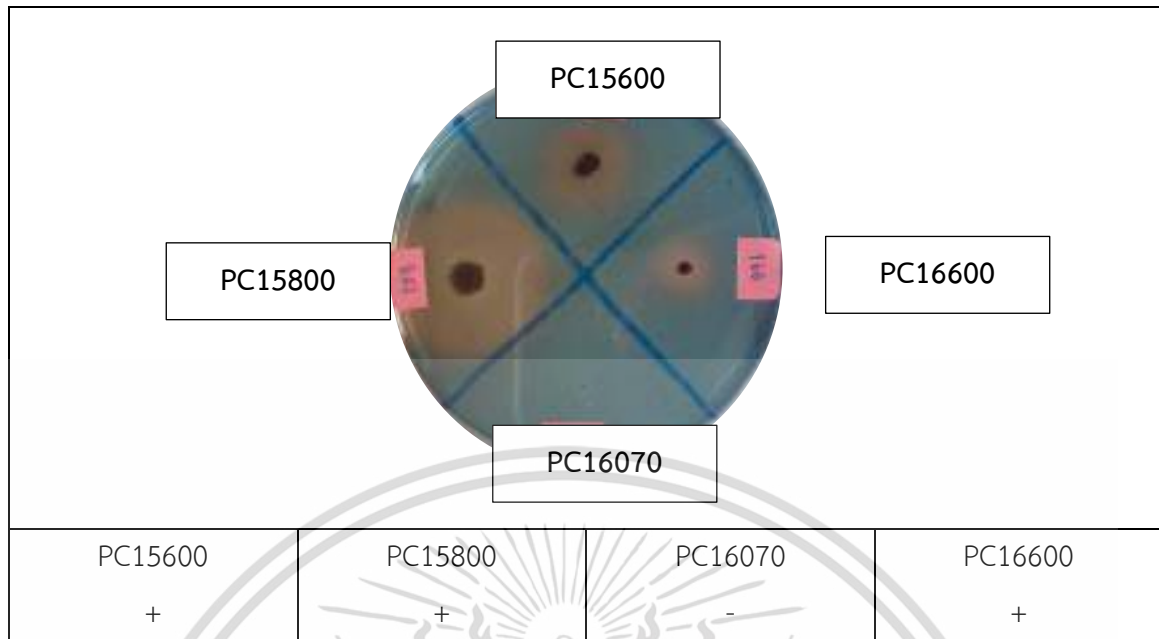
การทดสอบการสร้างซิดิโรฟออร์ (Siderophore) ของแอคติโนมัย

สีท

ตารางที่ 1(ก) แสดงผลการทดสอบการสร้างซิดิโรฟออร์ (Siderophore) ของแอคติโนมัยสีททั้งหมด 10 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่มีการผสมสารละลาย Chrome Azural S (CAS)

		
SS01210 +	SS01210 +	PC02770 +
		
PC08070 +	PC09870 +	PC13070 +

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ความสามารถในการเจริญเติบโตในสถานะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์

ความเข้มข้น 0, 1.5 และ 3 %w/v ของแอสติโนมายีสท์

ตารางที่ 1(ก) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสถานะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0 (ต่อ)

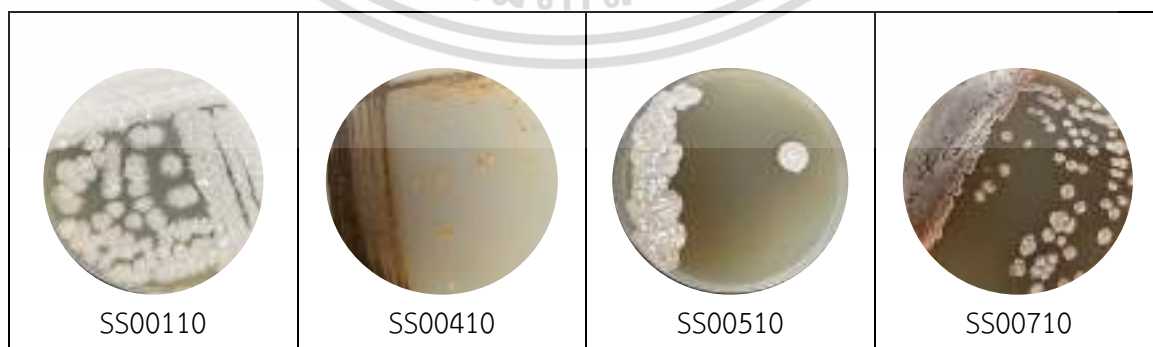
 PC01670	 PC01770	 PC02370	 PC02770
 PC03300	 PC03500	 PC03600	 PC05100
 PC07170	 PC08070	 PC08970	 PC09270
 PC09370	 PC09870	 PC10270	 PC10470
 PC10570	 PC11170	 PC11670	 PC12570

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ทำกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0 (ต่อ)


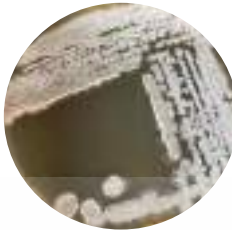






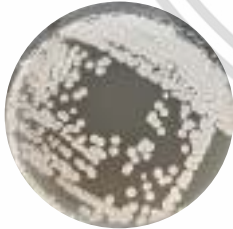


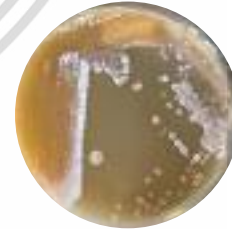
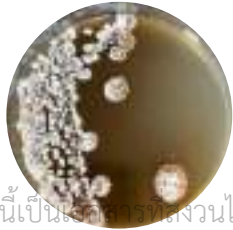



ตารางที่ 2(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (ต่อ)

			
SS00910	SS01210	SS01310	SS02210
			
SS03210	SS03310	PC00100	PC00200
			
PC00600	PC00870	PC00970	PC01270
			
PC01470	PC01670	PC01770	PC02370
			
PC02770	PC03300	PC03500	PC03600

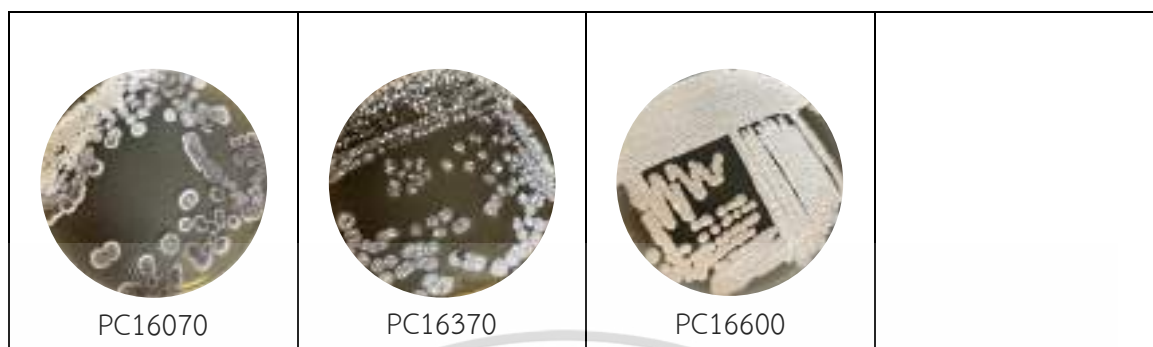
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ทำกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแบบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2(ก) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.5 (ต่อ)



ตารางที่ 3(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 (ต่อ)

			
PC00600	PC00870	PC00970	PC01270
			
PC01470	PC01670	PC01770	PC02370
			
PC02770	PC03300	PC03500	PC03600
			
PC05100	PC07170	PC08070	PC08970
			
PC09270	PC09370	PC09870	PC10270

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ทำกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มากรณำไปใช้

ตารางที่ 3(ฎ) แสดงตัวอย่างความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหาร ISP2 ในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 (ต่อ)

			
PC10470	PC10570	PC11170	PC11570
			
PC11670	PC12570	PC13070	PC14270
			
PC14570	PC14900	PC15600	PC15800
			
PC16070	PC16370	PC16600	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ

วันที่ 15 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาวเบญจมาศ สายเสื่อ รหัสประจำตัว 62050618

นางสาวอภิขญา สุขจิตร รหัสประจำตัว 62050661

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชา ชีววิทยา ขอ
รับรองว่าโครงการพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย แอคติโนมัยสีทจากดินป่าชายเลน การส่งเสริมการเจริญเติบโตและฤทธิ์ยับยั้งโรค
แคงเกอร์ในพืชตระกูลส้ม

ชื่อภาษาอังกฤษ Actinomycetes from mangrove forest soils and Plant Growth Promoting
with inhibitory effect on Canker disease in citrus plant

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อน
เรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่ม
โครงการพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว
โปรแกรมอักขรวิสุทธิ 6.29%

ลงชื่อ เบญจมาศ สายเสื่อ

(นางสาวเบญจมาศ สายเสื่อ)

นักศึกษา

ลงชื่อ อภิขญา สุขจิตร

(นางสาวอภิขญา สุขจิตร)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ได้ตรวจสอบโครงการพิเศษศึกษา
ของนักศึกษาข้างต้น แล้วขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์
จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ Khunyingkan Klairbut

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกประการ
(ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์)
อาจารย์ที่ปรึกษา