

แอกติโนมัยสีทจากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี การส่งเสริมการ
เจริญเติบโตและฤทธิ์ยับยั้งโรคกาบใบแห้งจากเชื้อรา

Rhizoctonia solani DOAC 2666

ACTINOMYCETES FROM RICE FIELD SOIL, PATHUM
THANI AND RICE GROWTH-PROMOTING
WITH ANTAGONISTIC PROPERTY AGAINST

Rhizoctonia solani DOAC2666

กิ่งมณี นิสสัยดี

อรอนงค์ ไกรวงษา

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไขเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2565

ACTINOMYCETES FROM RICE FIELD SOIL, PATHUM
THANI AND RICE GROWTH-PROMOTING
WITH ANTAGONISTIC PROPERTY AGAINST
Rhizoctonia solani DOAC2666



KINGMANEE NISSAIDEE
ORNANONG KRAIWONGSA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDRUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวงวนเวสสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาดเหนาไปเซประยชนดานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อึกทั้งห้ามมิให้ดัดแ้เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2022

หัวข้อโครงการพิเศษ

แอคติโนมัยซีทจากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี การส่งเสริมการเจริญเติบโตและฤทธิ์ยับยั้งโรคกาบใบแห้งจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC2666

Actinomycetes from rice field soil, Pathum Thani and rice growth-promoting with antagonistic property against *Rhizoctonia solani* DOAC2666

ชื่อนักศึกษา

นางสาวกิ่งมณี นิสสัยดี รหัสนักศึกษา 62050569

นางสาวอรอนงค์ ไกรวงษา รหัสนักศึกษา 62050664

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา

ชีววิทยา




ปีการศึกษา

2565

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์

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

| | |
|---|--|
| คณะกรรมการสอบ | ลายมือชื่อ |
| รศ.ดร.จิตติ ท่าไผ่ ประธานกรรมการ |  |
| ผศ.ดร.วิภาวี เดชดีศักดิ์ กรรมการ |  |
| ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา |  |

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|--------------------|--|
| หัวข้อโครงการพิเศษ | แอคติโนมัยสีทจากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี การส่งเสริมการเจริญเติบโตและฤทธิ์ยับยั้งโรคกาบใบแห้งจากเชื้อรา <i>Rhizoctonia solani</i> DOAC2666 |
| ชื่อนักศึกษา | นางสาวกิ่งมณี นิสสัยดี รหัสนักศึกษา 62050569 นางสาวอรอนงค์ ไกรวงษา รหัสนักศึกษา 62050664 |
| ปริญญา | วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) |
| ภาควิชา | ชีววิทยา |
| ปีการศึกษา | 2565 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ |

บทคัดย่อ

แอคติโนมัยสีทจากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานีสามารถคัดแยกได้ทั้งหมดจำนวน 67 ไอโซเลทนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium No.2 (ISP-2) และนำทุกไอโซเลทมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคกาบใบแห้งในข้าว *Rhizoctonia solani* DOAC2666 ด้วยวิธี Dual cultures พบว่าไอโซเลท PTR36 มีความสามารถในการยับยั้งสูงที่สุดที่ 85.71% (Great antagonistic activity) และพบว่าอีก 3 ไอโซเลทที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อรามากกว่า 70% ได้แก่ PTR31 (76.19%), PTR38 (71.43%) และ PTR40 (74.60%) นำไอโซเลท PTR36 มาทดสอบผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวในสภาวะที่มีและไม่มีเชื้อรา *R. solani* DOAC2666 มีส่วนช่วยต่อการงอกของรากและลำต้นรวมถึงลดการติดเชื้อบริเวณราก และนำมาทดสอบบนใบข้าวพบว่ามีส่วนช่วยในการชะลอการเจริญของเชื้อรา *R. solani* DOAC2666 ในส่วนของผลการทดสอบการสร้างสารออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช จากทั้งหมด 4 ไอโซเลทที่คัดเลือกจากไอโซเลทที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อรามากกว่า 70% สามารถผลิตแอมโมเนียได้ทั้ง 4 ไอโซเลท สามารถผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติกได้ทั้ง 4 ไอโซเลท สามารถสร้างสารซิเดโรฟอรได้ทั้ง 4 ไอโซเลท ไม่สามารถผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์และไม่สามารถละลายฟอสเฟตได้

คำสำคัญ: แอคติโนมัยสีท, นาข้าว, *Rhizoctonia solani* DOAC2666, โรคกาบใบแห้งในข้าว, ฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (PGP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|----------------------|--|
| Title | Actinomycetes from rice field soil, Pathum Thani and rice growth-promoting with antagonistic property against <i>Rhizoctonia solani</i> DOAC2666 |
| Students | Ms. Kingmanee Nissaidee Student ID 62050569 Ms. Ornanong Kraiwonsa Student ID 62050664 |
| Degree | Bachelor of Science (Industrial Microbiology) |
| Department | Biology |
| School | Science |
| University | King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL) |
| Academic Year | 2022 |
| Advisor | Dr. Khanugkhan Klanbut |

Abstract

Sixty-nine isolates of actinomycetes were isolated from rice field soil Pathum Thani Province. Morphological characteristics were studied on the International *Streptomyces* Project medium No.2 (ISP-2). All isolates were tested against rice pathogenic microorganism, *Rhizoctonia solani* DOAC2666 that caused sheath blight disease, the inhibition results were performed by Dual culture technique. In this study, isolate PTR36 had the highest percentage of radial inhibition growth of the fungi (RGI%) at 85.71% (very high), another three isolates found the percentage radial inhibition with more than 70%: PTR31 (76.19%), PTR38 (71.43%) and PTR40 (74.60%). PTR36 was tested for its effect on rice seed germination with *R. solani* DOAC2666 has promoted root and stem germination and reduced root infection. And tested on rice leaves, found that *R. solani* DOAC2666 could be inhibited and slow down the growth by PTR36. Plant growth-promoting (PGP) experiment found from a total of four isolates selected from the percentage of fungicide inhibition of more than 70%, the ammonia production test found four isolates were able to produce. There were four isolates found to have the ability of indole acetic acid (IAA) production. Four isolates found the ability of siderophore production but could not find the ability of hydrogen cyanide production and phosphate solubilize production.

เอกสารนี้ **Keywords:** actinomycetes, rice paddy field soil, *Rhizoctonia solani* DOAC2666, sheath blight disease, plant growth promoting (PGP) อย่างไรก็ตามโปรดอ่านถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ระหว่างการดำเนินการค้นคว้า ตลอดจนให้ความช่วยเหลือทั้งอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง และอำนวยความสะดวกในการทดลอง ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ และตรวจทานแก้ไขโครงการพิเศษให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ในการทำโครงการพิเศษมาตลอดขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ่ ประธานกรรมการ และ ผศ.ดร.วิภาวี เดชดีศักดิ์ กรรมการ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจทานแก้ไขปริญญานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ สละเวลาเข้าร่วมการสอบปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยเหลือทั้งอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือ ตลอดจนการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ และขอขอบพระคุณแม่บ้านประจำภาควิชาชีววิทยาทุกคนที่คอยทำความสะอาด และช่วยกำจัดขยะในห้องปฏิบัติการให้ทุกวัน ตลอดจนช่วยเปิดประตูห้องไว้ให้ตอนเช้า

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณกำลังใจจากทั้งครอบครัวที่ได้ให้การสนับสนุน เพื่อนๆร่วมโปรเจกต์ แบงค์, หมี้พู่, พลอย, ชมพู่, ชิม, แดงกวาง, เจต และเพื่อนคนอื่นๆที่ให้ความช่วยเหลือในโครงการพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวถึง และไม่ได้กล่าวถึงได้มีส่วนช่วยเหลือในการสนับสนุนให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ

กิ่งมณี นิสสัยดี
อรอนงค์ ไกรวงษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| | หน้า |
|---|----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ข |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ค |
| สารบัญ..... | ง |
| สารบัญตาราง..... | ช |
| สารบัญรูป..... | ซ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ..... | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ..... | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 3 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 4 |
| 2.1 การทำนาภาคกลาง..... | 4 |
| 2.2 ลักษณะต้นข้าว..... | 4 |
| 2.2.1 ลักษณะของใบ..... | 5 |
| 2.2.2 ความสูงของต้น..... | 5 |
| 2.2.3 ลำต้น..... | 5 |
| 2.2.4 การแตกกอ..... | 5 |
| 2.3 โรคที่เกี่ยวข้องกับข้าว..... | 5 |
| 2.3.1 โรคกาบใบแห้ง (Sheath blight Disease)..... | 6 |
| 2.4 แอคติโนมัยสีท..... | 6 |
| 2.4.1 ลักษณะของแอคติโนมัยสีท..... | 7 |
| 2.4.2 เส้นใยอาหาร..... | 7 |
| 2.4.3 เส้นใยอากาศ..... | 8 |
| 2.4.4 สายสปอร์..... | 8 |
| 2.4.5 สปอร์..... | 9 |
| 2.4.6 การจำแนกและการบ่งชี้แอคติโนมัยสีท..... | 10 |
| 2.5 แอคติโนมัยสีทบริเวณดินรอบราก..... | 11 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 แอคติโนมัยสีทที่พบในดินนาข้าว..... 12

| | |
|---|-----------|
| 2.5.2 การผลิตสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งทางชีวภาพของเชื้อแอกติโนมัยสีท | 12 |
| 2.6 การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช | 13 |
| 2.6.1 การผลิตอินโดลอะซีติก (IAA) | 13 |
| 2.6.2 การย่อยสลายฟอสเฟต | 14 |
| 2.6.3 การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ | 15 |
| 2.6.4 การผลิตแอมโมเนีย | 15 |
| 2.6.5 การสร้างซิเดโรฟอร์ | 15 |
| 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 16 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย | 20 |
| 3.1 เครื่องมือ | 20 |
| 3.2 อุปกรณ์ | 20 |
| 3.3 สารเคมี | 21 |
| 3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ | 22 |
| 3.5 เชื้อราทดสอบ | 23 |
| 3.6 การเก็บตัวอย่างดิน | 23 |
| 3.7 การคัดแยกเชื้อแอกติโนมัยสีท | 23 |
| 3.8 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีท | 24 |
| 3.9 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อโรคในข้าว (Antagonistic of fungal) | 24 |
| 3.10 ทดสอบผลของแอกติโนมัยสีทต่อการงอกของเมล็ดข้าว | 25 |
| 3.11 ทดสอบผลของแอกติโนมัยสีทที่มีผลต่อใบข้าว | 26 |
| 3.12 การทดสอบคุณสมบัติและการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช (Plant growth promoting activities; PGP) ของเชื้อแอกติโนมัยสีท | 26 |
| 3.12.1 การทดสอบประสิทธิภาพการสังเคราะห์ฮอร์โมน IAA | 26 |
| 3.12.2 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีการย่อยสลายฟอสเฟต | 26 |
| 3.12.3 การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ | 27 |
| 3.12.4 การผลิตแอมโมเนีย | 27 |
| 3.12.5 การตรวจสอบคุณสมบัติในการสร้างสารซิเดอโรฟอร์ | 27 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล | 28 |
| 4.1 แอกติโนมัยสีทที่ใช้ในการศึกษา | 28 |
| 4.1.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดินนาข้าว | 29 |
| 4.2 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีท | 33 |

| | |
|---|-----|
| 4.3 การเปรียบเทียบสีมาตรฐาน NBS/ISCC colour system กับสีของเส้นใยอากาศ สีของสปอร์ สีของเส้นใยอาหาร รงควัตถุที่ละลายน้ำได้ และลักษณะสปอร์ของ แอกติโนมัยสีท | 44 |
| 4.4 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในข้าว (Antimicrobial Activities) | 81 |
| 4.4.1 แอกติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์ยับยั้งราก่อโรคข้าว (Antifungal activity) | 81 |
| 4.4.2 การทดสอบผลของแอกติโนมัยสีทต่อการงอกของเมล็ดข้าว | 88 |
| 4.4.3 การทดสอบผลของแอกติโนมัยสีทที่มีผลต่อใบข้าว | 90 |
| 4.5 สารออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (In vitro screening of plant growth - promoting (PGP) activity) | 92 |
| 4.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพการสังเคราะห์ฮอร์โมน IAA | 93 |
| 4.5.2 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีการย่อยฟอสเฟต | 93 |
| 4.5.3 การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ | 94 |
| 4.5.4 การผลิตแอมโมเนียม | 94 |
| 4.5.5 การสร้างสารซีเดโรพอร์ | 95 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ | 96 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 96 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 97 |
| เอกสารอ้างอิง | 98 |
| ภาคผนวก | 108 |
| ภาคผนวก ก | 109 |
| ภาคผนวก ข | 113 |
| ภาคผนวก ค | 115 |
| ภาคผนวก ง | 118 |
| ภาคผนวก จ | 153 |
| ภาคผนวก ฉ | 158 |
| ภาคผนวก ช | 160 |
| ภาคผนวก ซ | 161 |
| ภาคผนวก ฌ | 162 |
| ภาคผนวก ฎ | 163 |
| ภาคผนวก ฏ | 164 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 4.1 หมายเลขไอโซเลทของเชื้อแอกติโนมัยสัที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี ครั้งที่ 1 จำนวน 11 ไอโซเลท | 31 |
| ตารางที่ 4.2 หมายเลขไอโซเลทของเชื้อแอกติโนมัยสัที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี ครั้งที่ 2 จำนวน 56 ไอโซเลท | 31 |
| ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอกติโนมัยสัโดยเทียบกับ ระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS | 35 |
| ตารางที่ 4.4 ลักษณะโคโลนีเดี่ยวของแอกติโนมัยสัจำนวน 67 ไอโซเลท | 78 |
| ตารางที่ 4.5 เปอร์เซนต์การยับยั้งเชื้อรา <i>R. solani</i> DOAC 2666 ของเชื้อแอกติโนมัยสั จำนวน 67 ไอโซเลท | 83 |
| ตารางที่ 4.6 ผลการเจริญของ <i>R. solani</i> DOAC2666 บนใบข้าว ในวันที่ 0, 2, 4,6,8,10 และ 12 | 90 |
| ตารางที่ 4.7 แสดงผลของสารออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (In vitro screening of plant growth-promoting (PGP) activity) | 93 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโรคกาบใบแห้งที่เกิดในข้าว..... | 6 |
| รูปที่ 2.2 ลักษณะของสปอร์สายสั้น | 8 |
| รูปที่ 2.3 ลักษณะของสปอร์ที่มีสายยาว | 9 |
| รูปที่ 2.4 ลักษณะของสปอร์เดี่ยว | 9 |
| รูปที่ 3.1 การทดสอบการเจริญของเชื้อราด้วยวิธี Dual culture technique | 25 |
| รูปที่ 4.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดินนาข้าว จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี รอบที่ 1 | 29 |
| รูปที่ 4.2 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดินนาข้าวบริเวณรอบรากในแต่ละจุดเก็บ | 29 |
| รูปที่ 4.3 สถานที่เก็บตัวอย่างดินนาข้าว จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี รอบที่ 2 | 30 |
| รูปที่ 4.4 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดินนาข้าวบริเวณรอบรากและในรากข้าวของแต่ละจุดเก็บ | 30 |
| รูปที่ 4.5 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS01 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 44 |
| รูปที่ 4.6 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS02 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 45 |
| รูปที่ 4.7 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS03 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 45 |
| รูปที่ 4.8 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS04 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 46 |
| รูปที่ 4.9 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS05 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 46 |
| รูปที่ 4.10 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS06 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 47 |
| รูปที่ 4.11 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS07 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 47 |
| รูปที่ 4.12 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS08 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 48 |
| รูปที่ 4.13 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS09 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 48 |
| รูปที่ 4.14 ลักษณะของเชื้อแอสคิตินัมยีสท์ไฮโซเลท PTS10 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 49 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS11 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 49

รูปที่ 4.16 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS12 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 50

รูปที่ 4.17 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS13 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 50

รูปที่ 4.18 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS14 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 51

รูปที่ 4.19 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS15 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 51

รูปที่ 4.20 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS16 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 52

รูปที่ 4.21 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS17 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 52

รูปที่ 4.22 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS18 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 53

รูปที่ 4.23 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS19 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 53

รูปที่ 4.24 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS20 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 54

รูปที่ 4.25 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS21 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 54

รูปที่ 4.26 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTS22 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 55

รูปที่ 4.27 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR01 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 55

รูปที่ 4.28 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR02 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 56

รูปที่ 4.29 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR03 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 56

รูปที่ 4.30 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR04 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|--|----|
| รูปที่ 4.31 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR05 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 57 |
| รูปที่ 4.32 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR06 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 58 |
| รูปที่ 4.33 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR07 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 58 |
| รูปที่ 4.34 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR08 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 59 |
| รูปที่ 4.35 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR09 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 59 |
| รูปที่ 4.36 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR10 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 60 |
| รูปที่ 4.37 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR11 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 60 |
| รูปที่ 4.38 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR12 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 61 |
| รูปที่ 4.39 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR13 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 61 |
| รูปที่ 4.40 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR14 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 62 |
| รูปที่ 4.41 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR15 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 62 |
| รูปที่ 4.42 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR16 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 63 |
| รูปที่ 4.43 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR17 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 63 |
| รูปที่ 4.44 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR18 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 64 |
| รูปที่ 4.45 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR19 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 64 |
| รูปที่ 4.46 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลไฮสเลท PTR20 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 65 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.47 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR21 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 65

รูปที่ 4.48 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR22 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 66

รูปที่ 4.49 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR23 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 66

รูปที่ 4.50 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR24 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 67

รูปที่ 4.51 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR25 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 67

รูปที่ 4.52 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR26 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 68

รูปที่ 4.53 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR27 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 68

รูปที่ 4.54 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR28 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 69

รูปที่ 4.55 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR29 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 69

รูปที่ 4.56 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR30 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 70

รูปที่ 4.57 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR31 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 70

รูปที่ 4.58 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR32 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 71

รูปที่ 4.59 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR33 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 71

รูปที่ 4.60 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR34 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 72

รูปที่ 4.61 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR35 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 72

รูปที่ 4.62 ลักษณะของเชื้อแอสเพอร์จิลลัสไฮสเลท PTR36 ที่เจริญบนอาหาร
International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|--|----|
| รูปที่ 4.63 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR37 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 73 |
| รูปที่ 4.64 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR38 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 74 |
| รูปที่ 4.65 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR39 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 74 |
| รูปที่ 4.66 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR40 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 75 |
| รูปที่ 4.67 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR41 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 75 |
| รูปที่ 4.68 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR42 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 76 |
| รูปที่ 4.69 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR43 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 76 |
| รูปที่ 4.70 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท P PTR44 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 77 |
| รูปที่ 4.71 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสียไฮโซเลท PTR45 ที่เจริญบนอาหาร International <i>Streptomyces</i> Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน | 77 |
| รูปที่ 4.72 แสดงลักษณะการเจริญของ <i>Rhizoctonia solani</i> DOAC 2666 | 81 |
| รูปที่ 4.73 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อรา <i>R. solani</i> DOAC 2666 บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ของเชื้อแอกติโนมัยสียที่มีผลการยับยั้งมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ | 86 |
| รูปที่ 4.74 กราฟแสดงผลการยับยั้ง (%inhibition) เชื้อราของแอกติโนมัยสียที่มีผลการยับยั้งมากกว่า 70% ต่อ <i>R. solani</i> DOAC 2666 | 87 |
| รูปที่ 4.75 แสดงผลการงอกของเมล็ดข้าวเมื่อครบระยะเวลา 7 วัน | 88 |
| รูปที่ 4.76 แสดงผลเปรียบเทียบความยาวของรากของแต่ละทรีทเมนต์ | 89 |
| รูปที่ 4.77 แสดงผลเปรียบเทียบความยาวของลำต้นของแต่ละทรีทเมนต์ | 89 |
| รูปที่ 4.78 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา <i>R. solani</i> DOAC2666 บริเวณใบข้าว ระยะเวลา 12 วัน | 92 |
| รูปที่ 4.79 ผลการทดสอบสารออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (PGP) บางไฮโซเลท | 95 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนับว่าเป็นผู้ผลิตสินค้าเกษตรส่งออกหลายด้านอาทิเช่น ยางพารา มันสำปะหลัง ทุเรียน ข้าวโพด มังคุด รวมถึงข้าว นับว่าเป็นผู้ส่งออกที่มีความสำคัญในตลาดการค้าข้าวโลกตั้งแต่ออดีตจนถึงปัจจุบัน พื้นที่ภาคกลางของไทยนิยมปลูกข้าวเป็นอาชีพหลัก เนื่องจากสภาพภูมิศาสตร์เป็นพื้นที่ราบลุ่ม ดินอุดมสมบูรณ์ จึงมีแร่ธาตุที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าว แต่การเพาะปลูกข้าวก็มักพบปัญหาจากวัชพืช แมลงรบกวนและโรคระบาดในข้าวที่มักเกิดจากเชื้อรา เช่น โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบขีดสีน้ำตาล โรคกาบใบแห้ง โรคขอบใบแห้งและโรคกาบใบเน่า โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น โรคใบขีดโปร่งแสง และ โรคขอบใบแห้ง ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาหลักของเกษตรกรไทย ทำให้ต้องมีการใช้สารเคมีเพื่อฆ่าแมลงและกำจัดศัตรูพืช จึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร โรคในข้าวมักจะเกิดจากเชื้อราเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเชื้อราเจริญได้ดีในที่ที่มีความชื้น ช่วงอุณหภูมิ 27-34 องศาเซลเซียส (Sharifi *et al.*, 2007) ซึ่งเป็นช่วงการเจริญที่เหมาะสมเนื่องจากสภาพอากาศประเทศไทยเป็นเขตร้อนชื้น

โรคกาบใบแห้ง (Sheath blight Disease) ในข้าวเกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ลักษณะแผลสีเขียวปนเทา ปรากฏตามกาบใบตรงบริเวณใกล้ระดับน้ำ เริ่มพบโรคในระยะแตกกอจนถึงระยะใกล้เก็บเกี่ยว ยิ่งต้นข้าวมีการแตกกอมากเท่าใด ต้นข้าวก็จะเบียดเสียดกันมากขึ้น โรคก็จะรุนแรง แผลจะลุกลามขยายใหญ่ขึ้นจนมีขนาดไม่จำกัด และลุกลามขยายขึ้นถึงใบข้าว ถ้าเป็นพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอ แผลสามารถลุกลามถึงใบธงและกาบหุ้มรวงข้าว ทำให้ใบและกาบใบเหี่ยวแห้ง ผลผลิตจะลดลงอย่างมากมาย (วัลวิษา, 2564)

เนื่องจากดินเป็นแหล่งอาศัยของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่โดยเฉพาะ แอคติโนมัยซีท ลักษณะของแอคติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียที่มีเส้นใย อาศัยในดินแบบ Saprophytic และมีเพียงบางชนิดที่คอยดูดซึมแร่ธาตุสารอาหารให้กับพืช พบมากในดินที่มีค่า pH เป็นด่างเล็กน้อยและมีธาตุอาหารในดินสูง (Zhang, 2011) เป็นกลุ่มที่สามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้มากถึง 45% (Mahyarudin *et al.*, 2015) มีสารทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อรา (Sharma and Parihar, 2010) เพื่อยับยั้งโรคข้าวและยังสามารถสังเคราะห์ไฟโตฮอร์โมนบางชนิด รวมทั้ง indole-3-acetic acid (IAA), gibberellic acid, cytokines, ethylene และผลิตซิเตโรฟอร เพื่อกำจัดเพอร์ริทริกเซลล์จากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งแวดล้อม, ละลายแร่ธาตุฟอสเฟต, ตรึงไนโตรเจน และทำลายสารอินทรีย์สำหรับพืชให้ดูดซึมได้ง่าย (เพ็ญกวี และคณะ, 2564)

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกและศึกษาคุณสมบัติของแอคติโนมัยซีท์ที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี 10 จุด โดยแบ่งเป็นดินนาข้าว 5 จุดและดินบริเวณในรากข้าว 5 จุด เพื่อนำมาทดสอบผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคข้าว การงอกของเมล็ดข้าว การยับยั้งเชื้อราก่อโรคที่ส่งผลต่อใบข้าว และคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญของข้าว (Plant growth promoting) บางประการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

- 1) เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีท์ที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
- 2) เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC 2666 ที่ก่อโรคกาบใบแห้งในข้าวของเชื้อแอคติโนมัยซีท์ซึ่งคัดแยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
- 3) เพื่อศึกษาฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว (Plant growth promoting) บางประการ
- 4) เพื่อศึกษาแอคติโนมัยซีท์ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในการงอกของเมล็ดข้าวและในใบข้าว

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

- 1) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีท์ที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
- 2) ศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC 2666 ที่ก่อโรคกาบใบแห้งในข้าวของเชื้อแอคติโนมัยซีท์ซึ่งคัดแยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
- 3) ศึกษาฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว (Plant growth promoting) บางประการ
- 4) ศึกษาแอคติโนมัยซีท์ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในการงอกของเมล็ดข้าวและในใบข้าว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอคติโนมัยซีท์ที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
- 2) สามารถศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC 2666 ที่ก่อโรคกาบใบแห้งในข้าวของเชื้อแอคติโนมัยซีท์ซึ่งคัดแยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
- 3) สามารถศึกษาฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว (Plant growth promoting) บาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารประกอบการใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) สามารถศึกษาแอดติโนไมซีทที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในการรอกของเมล็ดข้าว
และในใบข้าว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศเกษตรกรรมโดยมีพื้นที่การเพาะปลูกข้าวประมาณ 64 ล้านไร่ ในแต่ละภาคจะมีพื้นที่การปลูกข้าวไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิประเทศโดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การปลูกข้าวมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ ซึ่งในปัจจุบันมีวิธีการปลูกข้าวอยู่ 4 วิธี คือการปลูกข้าวนาดำ การปลูกข้าวนาหว่าน การปลูกข้าวนาไร่ และการปลูกข้าวนาขั้นบันได (กรมการข้าว, มปป.)

2.1 การทำนาภาคกลาง

พื้นที่ทำนาในภาคนี้เป็นที่ราบลุ่มทำการปลูกข้าวเจ้ากันเป็นส่วนใหญ่ ในเขตจังหวัด ปทุมธานี ออยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี อุทัยธานี นครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก สุพรรณบุรี และปราจีนบุรี ระดับน้ำในนาระหว่างเดือนกันยายนและพฤศจิกายน จะลึกประมาณ 1-3 เมตร ชาวนาในจังหวัดดังกล่าวจึงต้องปลูกข้าวและบางท้องที่ ซึ่งอยู่ในเขตชลประทาน เช่น จังหวัดนนทบุรี นครปฐม เพชรบุรี ปทุมธานี สุพรรณบุรี ชัยนาท และฉะเชิงเทรา ได้มีการทำนาปรังด้วย โรคข้าวสำคัญที่มักพบ ได้แก่ โรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง โรคใบสีส้ม โรคจู้ และแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ได้แก่ แมลงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงเพลี้ยจักจั่นสีเขียว แมลงหนอนกอ และบางท้องที่เขตจังหวัดปทุมธานี นครนายก และปราจีนบุรี ดินที่ปลูกข้าวมีฤทธิ์เป็นกรด หรือเป็นดินเหนียว มากกว่าในท้องที่นาอื่นๆ ชาวนาปีที่ปลูกเป็นข้าวนาสวนจะเก็บเกี่ยวในระหว่างเดือนตุลาคม และธันวาคม ส่วนชาวนาปีที่ปลูกเป็นข้าวนาเมือง เก็บเกี่ยวระหว่างเดือนธันวาคม และมกราคม (ประพาส, 2520)

2.2 ลักษณะต้นข้าว (ประพาส, 2520)

รูปต้นของข้าวมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการให้ผลผลิต และการให้ผลผลิตของข้าวขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง คือ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ด การที่จะได้องค์ประกอบที่ดีทั้งสามอย่างนี้ อยู่ในต้นเดียวกันนั้น เป็นการยากมาก เพราะองค์ประกอบเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับสรีรวิทยาภายในต้นข้าว และสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การเปลี่ยนแร่ธาตุอาหารให้เป็นแป้ง แล้วส่งไปสร้างส่วนต่างๆ ของต้นข้าว ที่กำลังเจริญเติบโต อาหารจำนวนหนึ่งจะต้องเปลี่ยนเป็นจำนวนรวง จำนวนเมล็ด และน้ำหนักของเมล็ด ถ้าอาหารส่งไปเลี้ยงและสร้างจำนวนรวงเป็นส่วนใหญ่ อาหารที่เหลือก็น้อยสำหรับสร้างจำนวนเมล็ด และน้ำหนักเมล็ด ฉะนั้น ต้นข้าวต้นนี้ จึงมีจำนวนรวงมาก จำนวนเมล็ดต่อรวงน้อย และน้ำหนักข้าวเปลือกของเมล็ดเบา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงเป็นสิ่งที่ทำไม่ได้ ที่จะให้เมล็ดข้าวที่มีเมล็ดในรวงมาก และเมล็ดข้าวเปลือกมีน้ำหนักมาก ทำได้เพียงให้ต้องประกอบทั้งสามอย่าง ในจำนวนที่พอดีๆ เท่านั้นต่อมานักวิชาการเรื่องข้าวได้ศึกษาพบว่า ต้นข้าวจะให้ผลิตผลสูงหรือต่ำนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปต้นของข้าว เพราะรูปต้นของข้าว มีความสัมพันธ์กับการใช้ปุ๋ย หรือที่เรียกว่า การตอบสนองต่อปุ๋ย และการเปลี่ยนแร่ธาตุอาหารจากปุ๋ย ให้เป็นแป้ง ซึ่งใช้ในการสร้างส่วนต่างๆ ของต้นและเมล็ดข้าว พันธุ์ข้าวที่ให้ผลิตผลสูง จะต้องมิลักษณะรูปต้นที่สำคัญๆ ดังนี้

2.2.1 ลักษณะของใบ

มีสีเขียวแก่ ตรง ไม่โค้งงอ แผ่นใบไม่กว้าง และไม่ยาวจนเกินไป ลักษณะใบอย่างนี้ ทำให้ทุกใบในต้นข้าวได้รับแสงแดดตลอดเวลา และเป็นปริมาณเท่าๆ กัน นอกจากนี้ ใบสีเขียวแก่ก็จะมีจำนวนคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ในใบมากกว่าใบสีเขียวอ่อนด้วย จึงทำให้มีการสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนแร่ธาตุเป็นแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่าใบที่โค้งงอ ดังนั้น ต้นข้าวที่มีลักษณะใบดังกล่าว จึงมีปริมาณอาหารไปสร้างส่วนต่างๆ ของต้น และเมล็ดมาก จนทำให้ได้ผลิตผลสูง

2.2.2 ความสูงของต้น

ความสูงประมาณ 100-130 เซนติเมตร ความสูงของต้นเป็นระยะตั้งแต่พื้นดินถึงปลายของรวงที่สูงที่สุดต้นข้าวที่มีความสูงขนาดนี้ จะไม่ล้มง่าย และมีขนาดของใบพอเหมาะกับการสังเคราะห์แสง

2.2.3 ลำต้น

ลักษณะลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย เมื่อใส่ปุ๋ยลงในนามากขึ้น ต้นข้าวที่ไม่ล้ม จะมีการสร้างอาหารและเมล็ดได้ตามปกติ จึงทำให้มีผลิตผลสูง

2.2.4 การแตกกอ

แตกกอมากและให้รวงมาก ต้นข้าวที่แตกกอมาก และตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย จะมีจำนวนรวงต่อกอมาก จึงทำให้มีจำนวนรวงต่อเนื้อที่ปลูกมาก ซึ่งเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่ง ของการให้ผลิตผลสูง

2.3 โรคที่เกี่ยวข้องกับข้าว

ปฏิวิชัย และคณะ (2563) กล่าวว่า ความเสียหายจากโรคข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การผลิตข้าวเพื่อการบริโภคและการส่งออก ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคข้าวมีการระบาดรุนแรงและสร้างความเสียหายให้กับแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะนาในเขตชลประทานของกลุ่มจังหวัดภาคกลาง

2.3.1 โรคกาบใบแห้ง (Sheath blight Disease)

เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ซึ่งพบมากพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือ และ ภาคใต้ เป็นโรคที่สำคัญโรคหนึ่งในข้าว มีรายงานความเสียหายที่เกิดจากโรคนี้นำให้ผลผลิตข้าวลดลง 20-40 เปอร์เซ็นต์ โรคนี้มีแนวโน้มที่จะทำความเสียหายให้กับข้าวมากขึ้น เนื่องจากยังไม่มีพันธุ์ต้านทานโรค และเชื่อมีความสามารถในการอยู่รอดในตอซัง วัชพืช และในดินข้ามฤดูการปลูกได้ดี ซึ่งปัจจุบันสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง ส่งผลทำให้โรคนี้น่าจะมีแนวโน้มการระบาดได้รุนแรงมากขึ้น โรคนี้จะพบได้ในตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงระยะใกล้เก็บเกี่ยว โดยส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อโรคจะลอยไปตามน้ำ เข้าทำลายต้นข้าวบริเวณกาบใบ อาการเริ่มต้นจะเป็นแผลชำ รูปทรงรี สีเขียวปนเทากว้าง 1-4 มิลลิเมตร ยาว 2-10 มิลลิเมตร แผลจะเปลี่ยนเป็นสีขาวปนเทาหรือสีฟางข้าว ขอบมีสีน้ำตาลเข้ม ลุกลามขึ้นถึงใบข้าว ทำให้ใบและกาบใบแห้งตาย นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดข้าวลีบเสียหาย เชื้อราสามารถสร้างส่วนขยายพันธุ์ลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ตกค้างอยู่บนตอซัง เมื่อเชื้อโรคเข้าทำลายจะทำให้ข้าวเกิดโรคเป็นหย่อมๆ (อุดมศักดิ์, 2560)



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโรคกาบใบแห้งที่เกิดในข้าว

หมายเหตุ. จาก <https://www.ricethailand.go.th>

2.4 แอคติโนมัยสีท

แอคติโนมัยสีท พบมากในธรรมชาติสามารถนำมาใช้เป็นยาปฏิชีวนะ (Solanki *et al.*, 2008) ช่วยส่งเสริมการเจริญของพืช (plant growth promoting) แร่ธาตุ ส่งเสริมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินและเป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตสารทุติยภูมิ (Valan Arasu *et al.*, 2008) โดยสารทุติยภูมิเป็นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่สารกำจัดวัชพืช ยาฆ่าแมลง สารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (AbdElgawad *et al.*, 2020) และมากกว่า 90% สามารถผลิตยาปฏิชีวนะ นำไปใช้ประโยชน์ ทางด้านการแพทย์ในการยับยั้งการเจริญเนื้องอกและเซลล์มะเร็ง และประโยชน์ด้านการใช้ยับยั้งจุลชีพก่อโรค (Phinyo *et al.*, 2020) ส่วนใหญ่เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มแอกติโนมัยซีทอาศัยในดิน แต่อาจพบการแพร่กระจายในปุ๋ยหมัก โคลนตมและบริเวณรากพืช เป็นต้น การแยกแอกติโนมัยซีทจากดิน มักจะพบเชื้อ *Streptomyces* อยู่เป็นจำนวนมากประมาณ 70 - 95% ของแอกติโนมัยซีททั้งหมด นอกเหนือจากสกุล *Streptomyces* ยังมีแอกติโนมัยซีทที่พบยากได้แก่สกุล *Micromonospora*, *Nocardia*, *Actinomadura*, *Microtetraspora*, *Microbiospora*, *Streptosporangium*, *Dectylosporangium* และ *Actinoplanes* เป็นต้น (Hayakawa *et al.*, 1988)

2.4.1 ลักษณะของแอกติโนมัยซีท

แอกติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ลักษณะเฉพาะคือมีการสร้างเส้นใย (hyphae) จีโนมของแอกติโนมัยซีทแบคทีเรียจะมีปริมาณของเบสกวานีนกับไซโตซีน (G+C) ประมาณ 55 – 78 โมลเปอร์เซ็นต์ อีกทั้งพบว่าส่วนมากสามารถสร้างรงควัตถุสีต่างๆ ได้ เช่น ขาว เทา เขียว เหลือง ส้ม แดง น้ำตาล ชมพู ม่วง และสีดำ นอกจากนั้นแอกติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียที่ส่วนมากสามารถรอดชีวิตในสภาพอุณหภูมิสูง (สุจิตกัลยา, 2560) แอกติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียที่เรียกลักษณะคล้ายรามิรูปร่างที่หลากหลายคือ มีรูปร่างตั้งแต่ทรงกลมไปจนถึงรูปร่างท่อนหรือมีรูปร่างไม่แน่นอน มีรูปร่างที่แตกแขนงเป็นเส้นสายหรือหักเป็นท่อน ส่วนใหญ่สร้างเส้นใยแตกแขนงเป็นกิ่งก้านที่มีขนาดประมาณ 0.5-1.0 ไมโครเมตรส่วนใหญ่สร้างเส้นใย 2 ชนิด คือ เส้นใยใต้ผิวอาหาร (substrate mycelium) และเส้นใยเหนือผิวอาหาร (aerial mycelium) หรืออาจพบเฉพาะเส้นใยใต้ผิวอาหาร (Lechevalier and Pine, 1974) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก แอกติโนมบางชนิดมีการสร้างสปอร์จำพวก แอกติโนมบางชนิดสปอร์มีแฟลกเจลล่า ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการใช้จำแนกแอกติโนมัยซีทแต่ละชนิด (Li *et al.*, 2016)

2.4.2 เส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อหรือบนพื้นผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยหน้าที่หลักของเส้นใยอาหารคือการดูดซึมสารอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของแอกติโนมัยซีท เมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบว่าเส้นใยอาหารมีลักษณะเรียวยาว โปร่งใส และแตกแขนงมากกว่าเส้นใยอากาศ เส้นใยเดี่ยวมีความหนาประมาณ 0.4 ถึง 1.2 μm และสามารถแตกกิ่งก้าน เช่น *Nocardia* ซึ่งแตกแขนงออกคล้ายกับราก เส้นใยอาหารมักจะแยกจากเส้นใยเดิมเป็นทรงกลมก่อนที่จะกลายเป็นรูปทรงแท่งและที่ไม่เคลื่อนที่เมื่อเติบโตจนถึงระยะหนึ่ง *Actinosynnema* นั้นถูกแยกออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

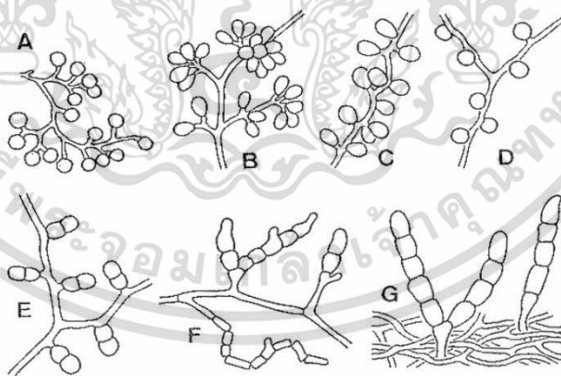
mycelia ซับสเตรตที่มีเส้นใยแตกแขนงยาวที่แทรกซึมเข้าไปในวุ้นและยังเติบโตและสร้างเป็น synnemata ในบางสกุล hyphae ก่อตัวเป็น sclerotium (Li *et al.*, 2016)

2.4.3 เส้นใยอากาศ

เส้นใยอากาศเป็นเส้นใยที่พัฒนามาจากเส้นใยอาหาร เส้นใยอากาศและเส้นใยอาหารสามารถแยกลักษณะความแตกต่างกันได้ยาก แต่สามารถใช้การส่งภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อแยกเส้นใยสองชนิด โดยเส้นใยอาหารจะมีลักษณะเรียวยาว โปร่งใส พื้นหลังมืดและเส้นใยอากาศลักษณะจะหักไปมาพื้นหลังสว่าง การสร้างเส้นใยอากาศของแอกติโนแบคทีเรียทุกชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของสปอร์ซี่ส แผลงอาหารหรือปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เส้นใยอากาศของบางสกุลจะพัฒนาถึงระยะหนึ่งในห่วงโซ่สปอร์ซึ่งเป็นเส้นใยที่ใช้ในการสืบพันธุ์ที่ผลิตสปอร์ (Li *et al.*, 2016)

2.4.4 สายสปอร์

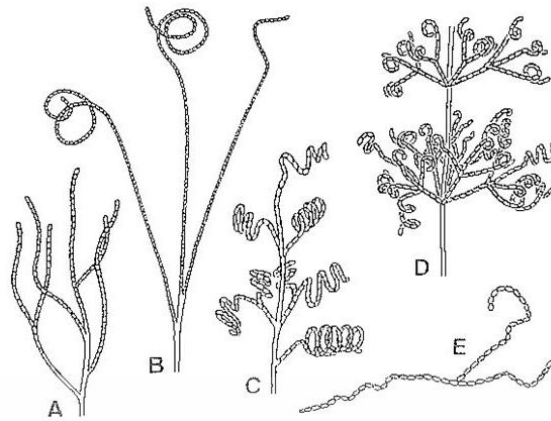
แอกติโนแบคทีเรียเติบโตถึงระยะหนึ่งในเส้นใยอากาศสามารถสร้างเส้นใยสืบพันธุ์ที่เรียกว่าไมซีเลียมที่มีสปอร์ การสร้างสปอร์ สายสปอร์สามารถแบ่งออกได้ทางสัณฐานวิทยาตามความยาวและจำนวนสปอร์คือ di- หรือ bisporous ที่มีสองสปอร์, oligosporous ที่มีจำนวนสปอร์น้อยและ polysporous ที่มีสปอร์จำนวนมาก ความยาวสายโซ่สปอร์ของแอกติโนมัยซีท รูปร่าง ตำแหน่ง สี เป็นพื้นฐานสำคัญในการจำแนกประเภท (Li *et al.*, 2016)



รูปที่ 2.2 ลักษณะของสปอร์สายสั้น (Li *et al.*, 2016 อ้างอิงถึง Vobis, 1997)

- (A) Monosporous ของ *Micromonospora*, (B) Monosporous ของ *Thermomonospora*,
 (C) Monosporous ของ *Saccharomonospora*, (D) Monosporous ของ
Thermoactinomyces, (E) Disporous ของ *Microbispora*, (F) Oligosporous ของ *Nocardia brevicatena* และ (G) Oligosporous ของ *Catellatospora*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

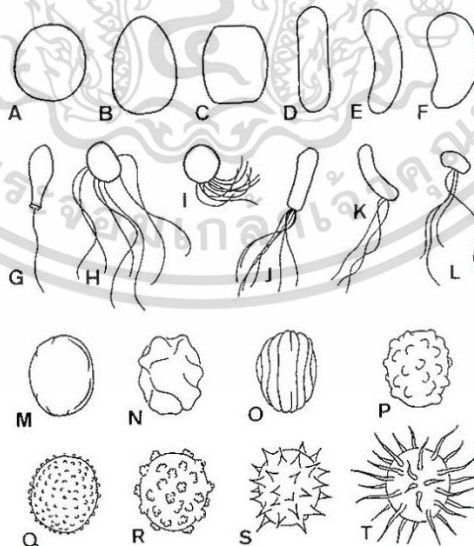


รูปที่ 2.3 ลักษณะของสปอร์ที่มีสายยาว (Li *et al.*, 2016 อ้างอิงถึง Vobis, 1997)

(A) Rectiflexibiles type ของ *Streptomyces*, (B) Retinaculiaperti type ของ *Streptomyces*,
(C) Spira type ของ *Streptomyces*, (D) Verticillati type ของ *Streptomyces* และ
(E) fragmenting branched aerial hyphae ของ *Nocardiopsis*

2.4.5 สปอร์

สามารถใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันของสปอร์ได้จำแนกแอกติโนมัยสัทชนิดต่างๆ สปอร์สามารถมีรูปร่างและลักษณะพื้นผิวต่างๆ รูปร่างสปอร์ได้แก่ รูปแท่ง ลูกโลก รีนิฟอร์ม โดลิฟอร์ม อัลแลนต์อยด์และแบบวงรี นอกจากนี้ยังมีพื้นผิวของสปอร์แตกต่างกันไปไม่สม่ำเสมอ เรียบ มีขนดก กระปรกกระเป่า และมีหนาม (รูปที่ 2.4) (Zahr R *et al.*, 2022)



รูปที่ 2.4 ลักษณะของสปอร์เดี่ยว (Miyadoh S *et al.*, 1997)

ลักษณะทั่วไปของสปอร์; (A) globose, (B) ovoid, (C) doliform, (D) rod-shaped, (E) allantoid และ (F) reniform

ลักษณะของแฟลกเจลล่า; (G) monopolar monotrichous, (H) peritrichous, (I) polytrichous, (J) monoploarpolytrichous, (K) subpolar polytrichous และ (L) lateral polytrichous
 ลักษณะของพื้นผิวสปอร์; (M) smooth, (N) irregular rugose, (O) parallel rugose, (P) warty, (Q) verrucose, (S) spiny และ (T) hairy

สปอร์สามารถเจริญบนเส้นใยอากาศที่เจริญมีลักษณะพิเศษที่เรียกว่า sporangium และมีแฟลกเจลลัมชนิดโมโนสปอร์มีอยู่หลายสกุลได้แก่ *Micromonospora*, *Saccharomonospora*, *Thermoactinomyces* และ *Thermomonospora* สปอร์โซ่ สามารถแบ่งออกเป็น di-sporous, oligo-sporous และโซ่โพลีสปอร์ ตัวอย่างคือสกุล *Streptomyces* ที่มีสายโซ่โพลีสปอร์ที่มีมากกว่า 50 ชนิด อย่างไรก็ตามเมื่อสปอร์ก่อตัวขึ้นภายใน sporangia ก็จะสามารถเกิดขึ้นได้อีกจำนวน ออกเป็น 2 ประเภท คือ Sporangia พัฒนาบนพื้นผิวของเส้นใยและอื่น ๆ เกิดขึ้นบนเส้นใยอากาศ ตัวอย่างเช่นสกุล *Ampullariella* สร้างโครงสร้างต่าง ๆ ของ sporangia บนไมซีเลียัมพื้นผิว ในทางกลับกัน พลาโนโมโนสปอรา *Planobispora* และ *Streptosporangium* พัฒนา sporangia บนเส้นใยอากาศ

2.4.6 การจำแนกและการบ่งชี้แอกติโนมัยซีท (William *et al.*, 1989; มุจรูส และคณะ 2558)

โดยแบ่งตามหนังสือ Bergey's Manual of Determinative Bacteriology เล่มที่ 4 ปี ค.ศ. 1984 จำแนกตามลักษณะขององค์ประกอบทางเคมีในเซลล์ สัมพันธวิทยา ชนิดของกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์และชนิดความคล้ายคลึงกันของ 16S rRNA แบ่งออกได้ดังนี้

2.4.6.1 Nocardioforms เป็นกลุ่มที่เส้นใยแตกหักแล้วจะได้แท่งกลมหรือทรงกลม กลุ่มนี้ต้องการอากาศที่ใช้ในการเจริญเล็กน้อย มีผนังเซลล์เป็นแบบที่ IV มี mycolic acid ซึ่งเหมือนกับ *Corynebacteria* และ *Mycobacteria* ยกเว้นใน สกุล *Nocardioides* และ *Intrasporangium* มีผนังเซลล์แบบที่ I (LL-DAP และ glycine)

2.4.6.2 Actinomycetes with Multilocular Sporangia เชื้อกลุ่มนี้จะมีลักษณะ multilocular sporangium เป็นหลักในการจัดจำแนกประเภทออกจากกลุ่มอื่น ซึ่งแอกติโนมัยซีทกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 3 สกุล คือ *Geodermatophilus* เป็นเส้นสายที่ไม่ค่อยพัฒนามากนัก thallus ทั้งหมดจะสร้างเป็น sporangium ส่วนสกุล *Dermatophilus* เป็นเส้นสายที่มีการพัฒนามากขึ้นมีการสร้าง multilocular sporangium แบบยาว และสกุล *Frankia* มีการสร้าง sporangium และ filament ซึ่งทั้ง 3 สกุลไม่มีการสร้างเส้นใยอากาศ

2.4.6.3 Actinoplanetes แบ่งออกได้ 5 สกุล ได้แก่ *Dactylosporangium*, *Actinoplanes*, *Ampullariella*, *Pilimelia* และ *Micromonospora* โดยส่วนมากเชื้อในกลุ่มนี้จะ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนโพธิ์ตากวิทยาคม และอยู่ใต้ที่ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยอยู่ในน้ำเนื่องจากมีสปอร์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ยกเว้น *Micromonospora* ลักษณะสำคัญของกลุ่มนี้ คือ เจริญโดยไม่มีการแตกหัก มีการแตกกิ่งก้านแล้วสร้างสปอร์อยู่บนเส้นใยที่มีผนังกัน

2.4.6.4 Streptomyces and Related Genera แบ่งออกเป็น 5 สกุล ได้แก่ *Streptomyces*, *Streptoverticillium*, *Kineosporia*, *Intrasporangium* และ *Sporichthya* ลักษณะของกลุ่มนี้ คือ เส้นใยไม่มีผนังกันมีเส้นใยชูเมื่อโตเต็มที่ สร้างสปอร์เป็นสายโซ่ จำนวนสปอร์ตั้งแต่ 3 สปอร์ขึ้นไป

2.4.6.5 Maduromycetes แอคติโนมัยซีทในกลุ่มนี้จะมีทั้งหมด 7 สกุล ได้แก่ *Streptosporangium*, *Actinomadura*, *Microbisspora*, *Microtetraspora*, *Planobispora*, *Planomonospora* และ *Spirillospora* ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต สร้างเส้นใยที่แตกแขนง ไม่มีสปอร์ แต่มีเส้นใยเหนืออากาศ ผนังเซลล์เป็นแบบที่ III (Meso-DAP) น้ำตาลในเซลล์เป็นแบบ type B คือ น้ำตาล 3-O-methyl-Dgalactose (madurose)

2.4.6.6 Thermomonospora and Related Genera แบ่งออกเป็น 4 สกุล ได้แก่ *Thermomonospora*, *Acinosynnema*, *Nocardiosis* และ *Streptoalloteichus* กลุ่มนี้ต้องการอากาศในการเจริญและสร้างสปอร์ สร้างเส้นใยเป็นกิ่งบนเส้นใยเหนืออากาศ ผนังเซลล์เป็นแบบที่ III ไม่มี mycolic acid มี menaquinone 9 หรือ 10 isoprene units (MK-9, MK-10) การเรียงตัวและลักษณะของสปอร์ต่างกันไปตามแต่ละสกุล

2.4.6.7 Thermoactinomycetes มีเพียง 1 สกุล คือ *Thermoactinomyces* เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง มีเอนโดสปอร์อย่างแท้จริง ทนความร้อนได้ดี และมีสมบัติของเอนโดสปอร์ของแบคทีเรียครบถ้วนมี G+C Content ต่ำ มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับ *Bacillus* ผนังเซลล์กลุ่มนี้เป็นแบบที่ III แต่จะไม่มีลักษณะน้ำตาลหรือ amino acid อื่น menaquinone เป็นแบบไม่อิ่มตัว เช่น MK-7 หรือ MK-9 ใน สปอร์มี dipicolinic acid อยู่ด้วย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเชื้อในสกุลนี้ไม่ได้ถูกจัดไว้ในกลุ่มของแอคติโนมัยซีทแล้ว

2.4.6.8 กลุ่มอื่นๆ โดยแอคติโนมัยซีทในกลุ่มนี้จะมีทั้งหมด 4 สกุล ได้แก่ *Kibdelosporangium*, *Glycomyces*, *Kitasatosporia* และ *Saccharothrix* เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถหาลำดับความสัมพันธ์กับแอคติโนมัยซีทกลุ่มอื่นไม่ได้

2.5 แอคติโนมัยซีทบริเวณดินรอบราก (Rhizospheric actinomycetes)

แอคติโนมัยซีทมีบทบาทสำคัญในพืชโดยเฉพาะส่วนของบริเวณรอบราก แอคติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียที่มีเส้นสาย แกรมบวก (Kim *et al.*, 1998) และเป็นแบคทีเรียที่อยู่บริเวณรอบรากของพืช นับว่าเป็นกลุ่มของแบคทีเรียขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่ในดิน (Sardi *et al.*, 1992) จึงมีส่วนช่วยในเชิง

ปริมาณและคุณภาพในการส่งเสริมดินให้แก่พืช เช่น ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ปกป้องรากจากโรคพืช (Shariffah-Muzaimah, S A *et al.*, 2015) เนื่องจากมีส่วนช่วยในการป้องกันและยับยั้งการ

เจริญของเชื้อราที่สามารถก่อให้เกิดโรค โดยการยับยั้งขึ้นอยู่กับสารออกฤทธิ์ที่แอคติโนมัยสร้างขึ้น จึงนับว่าแอคติโนมัยสีทเป็นแบคทีเรียที่มีประโยชน์สำหรับการผลิตไลติกเอนไซม์ ยาปฏิชีวนะและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ (Selim *et al.*, 2021)

2.5.1 แอคติโนมัยสีทที่พบในดินนาข้าว

แอคติโนมัยสีทเป็นแบคทีเรียที่มักพบบริเวณรอบดินรอบราก (rhizosphere soil) และบริเวณดินนาข้าว (Kimura *et al.*, 2006; นรารวรรณ และคณะ, 2554) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มักพบสกุล *Streptomyces* spp. ผลิตสารสำคัญทางชีวภาพ ยาปฏิชีวนะ (สฤติภรณ์ และ วสุ, 2558) และเอนไซม์ออกนอกเซลล์ (Extracellular enzyme) (Mohd *et al.*, 2015; Inbar *et al.*, 2005; El-Tarabily and Sivasithamparam, 2006) ช่วยในการย่อยสลายโมเลกุลที่ซับซ้อนเป็นโมเลกุลธรรมดาที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช (Cattelan *et al.*, 200; Sreevidya *et al.*, 2015) นอกจากนี้ ยังมีรายงาน *Streptomyces* spp. สามารถย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และควบคุมเชื้อโรคพืช (Petrosyan *et al.*, 2003; Ding *et al.*, 2004; Sreevidya *et al.*, 2015)

2.5.2 การผลิตสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งทางชีวภาพของเชื้อแอคติโนมัยสีท

มีรายงานว่าแอคติโนมัยสีทมีบทบาทสำคัญต่อรากของพืช โดยมีการหลั่งสารต้านจุลชีพหลายชนิดเพื่อป้องกันจุลินทรีย์ที่มาก่อโรคในรากพืช แอคติโนมัยสีทสร้างสารเมแทบอลิต์ สารระเหย และเอนไซม์ย่อยผนังเซลล์ ได้แก่ ไคตินเนส กลูคาเนส (Tamreihao *et al.*, 2016) จากรายงานของ Newman *et al.*, (2003) พบว่าเชื้อแอคติโนมัยสีทหลายสกุลมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ เช่น มีการสร้างเอนไซม์ย่อยสลายไคตินที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของเส้นใยเชื้อรา ซึ่งจะส่งผลให้ผนังเซลล์ของเชื้อรามีลักษณะที่ผิดปกติไปหรือมีผลต่อการสร้างสปอร์ของเชื้อรา (El-Tarabily and Sivasithamparam, 2006) หรือเป็นเพราะสารเมแทบอลิต์ที่แอคติโนมัยสีทสร้างขึ้นอาจส่งผลต่อพัฒนาการและการเจริญของเส้นใยเชื้อทำให้เกิดความผิดปกติของเส้นใย (Li and Piel, 2002; El-Tarabily and Sivasithamparam, 2006; โชติกา และคณะ, 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth promoting, PGP) ของ แอคติโนมัยสีท

จุลินทรีย์ที่อาศัยในรากพืชมีส่วนช่วยให้พืชเจริญเติบโต แอคติโนมัยสีทเป็นหนึ่งในจุลินทรีย์กลุ่มนี้ โดยช่วยเสริมสร้างการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน ตลอดจนช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าแอคติโนมัยสีทยังสามารถควบคุมโรคพืชได้ (Sreevidya *et al.*, 2016) โดยทั่วไปแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมี 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ แบคทีเรียที่อยู่ร่วมกับรากพืช (symbiotic relationship) และแบคทีเรียที่ดำรงชีวิตอิสระ (free-living) ซึ่งมักพบบริเวณใกล้ๆ รากพืช (rhizosphere) หรือในรากพืช (Sathavonmanee, 2019)

การใช้แบคทีเรียที่อาศัยตามบริเวณรากและดินรอบรากพืช ที่สามารถอยู่อาศัยร่วมกัน มาเพิ่มปริมาณและใส่ลงไปในดินปลูกพืชเพื่อส่งเสริมการใช้ธาตุอาหารของพืช หรือกระตุ้นให้พืชเติบโตแข็งแรงตลอดจนการผลิตสารต่าง ๆ ออกมายับยั้งการเจริญของเชื้อโรค เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาในการใช้สารเคมี และช่วยส่งเสริมการทำกรเกษตรที่ที่เหมาะสม (สุคฤดี และคณะ, 2548)

2.6.1 การผลิตอินโดลอะซิติก (IAA)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มออกซินมีอยู่หลายชนิด แต่สารออกซินชนิดแรกที่ค้นพบคือ indole-3-acetic acid (IAA) ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นเอง (ลิลลี่ และคณะ, 2549) IAA ผลิตในเมล็ดพืชและใบอ่อนของพืช เป็นต้น โดยการดีคาร์บอกซิลเลชันและเอาหมู่อะมิโนของของ L-tryptophan ออก ใช้ tryptophan เป็นสารตั้งต้นที่สำคัญสำหรับการสังเคราะห์ IAA ในจุลินทรีย์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อพืชเป็นอย่างมากโดยมีการปรับปรุงการดูดซึมธาตุอาหารให้แก่รากพืช ทำให้รากยาวและมีการเพิ่มจำนวนขนรากมากขึ้น (Panigrahi *et al.*, 2020)

กระบวนการผลิต IAA ผ่านวิถีการผลิตของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันทำให้เกิดสารตัวกลาง (intermediate) มีคุณสมบัติเป็นออกซินแต่มีฤทธิ์ออกซินอ่อนกว่า IAA เช่น indole-3-pyruvic acid (IPyA), indole-3-acetamide (IAM), indole-3-acetaldehyde (IAAld), indole-3-acetonitrile (IAN) เป็นต้น มีจุลินทรีย์หลายชนิดที่สามารถผลิต IAA ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม tryptophan เป็นสารตั้งต้น (ทศพล, 2559)

มีรายงานว่าแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบที่แยกจากดินรอบรากพืชสามารถผลิต IAA ในช่วง 1.06 – 8.04 µg/ml ยิ่งไปกว่านั้นยังมีรายงานการศึกษาแบคทีเรียในกลุ่มของแอคติโนมัยสีททั้งที่เป็นเอนโดไฟท์และแยกจากตัวอย่างดินทั้งในกลุ่ม Streptomyces และ non-Streptomyces ว่ามีความสามารถในการผลิต IAA ได้เช่นกัน (Khamna *et al.*, 2009; Abd-Alla *et al.*, 2013; Goudjal *et al.*, 2013) อย่างไรก็ตามการผลิต IAA ของจุลินทรีย์นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์แต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดแล้ว ปริมาณ tryptophan อาหารและสภาวะการเพาะเลี้ยงก็มีผลต่อการผลิต IAA ของจุลินทรีย์เช่นกัน

2.6.2 การย่อยสลายฟอสเฟต

แบคทีเรียละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilizing bacteria; PSB) มีบทบาทสำคัญในการช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสให้กับพืชและยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชด้วยการสร้างกรดอินทรีย์และฮอร์โมนพืชบางชนิด รวมทั้งการปลดปล่อยแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับพืช (ท้าย และ อภิญญา, 2565) ฟอสฟอรัสมีหน้าที่หลักในการช่วยส่งเสริมและพัฒนา ราก ดอก และเมล็ดพันธุ์ ส่งเสริมผลผลิต ตรึงไนโตรเจนสำหรับพืชตระกูลถั่ว สามารถต้านทานโรคพืชอย่างมีประสิทธิภาพ ในปี 1950 มีการนำแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ (Alam *et al.*, 2022) การใช้จุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตได้ถือเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี PSB เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มฟอสฟอรัสในดิน กลไกหลักของการละลายฟอสเฟตคือการผลิตกรดอินทรีย์บางชนิด ในบรรดากรดอินทรีย์ที่ผลิตได้ คือ กลูโคนิก กรดฟอร์มิก 2-คีโตกลูโคนิก ซิตริก ออกซาลิก กรดแลคติก ไอโซวาเลอริก ซัคซินิก โกลโคลิก และกรดอะซิติก จากแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตได้ การผลิตกรดอินทรีย์เหล่านี้ส่งผลให้ค่า pH ลดลง การลดลงของ pH ไปกระตุ้นการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตผ่านกระบวนการออกซิเดชัน เกิดขึ้นที่ด้านบนของเยื่อหุ้มเซลล์ (Pande *et al.*, 2017)

พืชที่ขาดฟอสฟอรัสจะทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็น ผอม สูง ใบมีขนาดเล็กลง จำนวนใบลดลง และเป็นสีเขียวเข้มออกน้ำเงิน พื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่มีฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงในดินเป็นจำนวนมากซึ่งมาจากการสะสมอย่างต่อเนื่องของการใช้ปุ๋ยเคมี โดยส่วนมากฟอสเฟตที่ละลายได้ที่ใส่ลงไปในดิน จะถูกตรึงให้อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำและไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช การตรึงและการตกตะกอนฟอสเฟตในดินขึ้นอยู่กับ pH ของดินและชนิดดิน ในดินกรดจะมีออกไซด์อิสระและไฮดรอกไซด์ของพวก Al และ Fe ที่ตรึงฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของ ferric phosphate ($FePO_4$) และ aluminum phosphate ($AlPO_4$) ในสภาพดินด่าง ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงโดย Ca ทำให้เกิด calcium orthophosphate ($Ca_3(PO_4)_2$) สารประกอบเหล่านี้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้น้อย จุลินทรีย์ดินมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารต่างๆ ในดิน รวมทั้งมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนรูปฟอสเฟตซึ่งมีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ดินที่สามารถละลายหรือปลดปล่อยฟอสเฟตจากรูปของสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์ในดิน เพื่อประโยชน์ต่อจุลินทรีย์และพืช จุลินทรีย์ดินเองก็เป็นแหล่งของฟอสเฟตอินทรีย์ ซึ่งมีศักยภาพที่จะปลดปล่อยให้แก่พืชเมื่อตายและถูกย่อยสลาย จุลินทรีย์มีกลไกในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสให้เป็นประโยชน์กับพืชแตกต่างกันออกไป (สุภาพร และคณะ, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์

แบคทีเรียในดินบางชนิด สาหร่าย เชื้อรา พืชและแมลงมีความสามารถพิเศษในการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ซึ่งมีบทบาทสำคัญทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งไซยาโนเจนิกแบคทีเรียสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ วัชพืช แมลง ปลวก และไส้เดือนฝอย ดังนั้นการใช้แบคทีเรียที่ผลิต HCN เป็นสารกำจัดศัตรูพืชทางชีวภาพ เป็นวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและการเกษตร (Sehrawat *et al.*, 2022)

2.6.4 การผลิตแอมโมเนีย

แอมโมเนีย (NH_4^+) เป็นธาตุไนโตรเจนรูปหนึ่งที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยแหล่งของแอมโมเนียในดินอาจมาจากการตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยจุลินทรีย์ที่มีภาวะอยู่ร่วมกันกับพืชบางชนิด (Symbiotic nitrogen fixation) หรือกลุ่มที่อยู่อย่างอิสระในดิน (non-Symbiotic nitrogen fixation) (พรเทพ และคณะ, 2561)

แบคทีเรียในดินบางชนิดสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศโลกไปเป็น ไนเตรทในดิน ไนเตรทเป็นสารอนินทรีย์สามารถละลายน้ำได้ พืชจึงนำไปสังเคราะห์เป็นอินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืชและร่างกายของสัตว์ เมื่ออินทรีย์ไนโตรเจนต่างๆ ที่มาจากพืชและสัตว์ รวมถึงซากพืชซากสัตว์ลงสู่ดิน แบคทีเรียบางชนิดในดินจะย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจนเหล่านี้ไปเป็นแอมโมเนีย ไนไตรท์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) จากนั้นพืชใช้ไนเตรทในการเจริญเติบโตและไนเตรทบางส่วนถูกแบคทีเรียในดินย่อยสลายไปเป็นไนไตรท์ และกลายเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ขึ้นสู่บรรยากาศของโลกต่อไป (เทพวิฑูรย์, 2555)

2.6.5 การสร้างซิเตอร์โรเฟอร์

ธาตุเหล็กเป็นธาตุที่มีความสำคัญสำหรับกิจกรรมเมแทบอลิซึมและการเจริญของจุลินทรีย์ แต่พบว่าในสภาวะค่าความเป็นกรดเบสที่เป็นกลาง ธาตุเหล็กมีความสามารถในการละลายที่ต่ำมาก ซึ่งจุลินทรีย์นำไปใช้ได้ยาก ซิเตอร์โรเฟอร์มีความจำเพาะต่อเฟอริกไอออนเป็นตัวช่วยนำเหล็กเข้าสู่เซลล์ของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีเหล็กจำกัด หรืออยู่ในรูปที่เอาไปใช้ไม่ได้ กลไกการสร้างซิเตอร์โรเฟอร์เพื่อขนส่งเหล็กเข้าสู่เซลล์ เริ่มจากสภาวะแวดล้อมที่ขาดแคลนเหล็ก กระตุ้นให้ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์สร้างซิเตอร์โรเฟอร์และโปรตีนตัวรับบริเวณผนังเซลล์ขึ้นมาและปล่อยซิเตอร์โรเฟอร์ออกสู่สิ่งแวดล้อม เมื่อเฟอริกรวมตัวกับซิเตอร์โรเฟอร์และจับกับโปรตีนตัวรับจะถูกส่งผ่านเข้าไปภายในเซลล์เพื่อดึงเหล็กออก กลไกจะดำเนินไปจนกระทั่งเมื่อภายในเซลล์มีเหล็กปริมาณมากเพียงพอ (มานิตา และ วสุ, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีเตอร์โรฟอร์เป็นสารกลุ่ม ligands ละลายได้ในน้ำ ขนถ่ายเข้าสู่เซลล์ และเป็นแหล่งเก็บสะสมธาตุเหล็ก ในสภาพแวดล้อมที่ขาดธาตุเหล็กหรือมีธาตุเหล็กในปริมาณน้อย จะกระตุ้นให้จุลินทรีย์เกือบทุกชนิดมีการสร้างซีเตอร์โรฟอร์มากขึ้น และในทางกลับกันการสร้างก็จะถูกยับยั้งเมื่อสภาพแวดล้อมนั้นมีปริมาณธาตุเหล็กมากขึ้น ยกเว้นในกลุ่มของแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* ซึ่งสามารถเจริญได้ในสภาพที่ไม่มีธาตุเหล็กเลย (หนึ่ง และ นันทกร, 2539)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2559) ชื่อรา *Rhizoctonia solani* ก่อโรคกาบใบแห้งในข้าว เริ่มพบโรคในระยะแตกกอ จนถึงระยะใกล้เก็บเกี่ยวหากต้นข้าวแตกกอมากจะเปื่อยดเสียดกันมากขึ้น โรคก็จะเป็นรุนแรง ลักษณะแผลสีเขียวปนเทา ขนาดประมาณ 1-4 x 2-10 มิลลิเมตร ปรากฏตามบริเวณของกาบใบ ตรงบริเวณใกล้ระดับน้ำ แผลจะลุกลามขยายใหญ่ขึ้นจนมีขนาดไม่จำกัดและลุกลามขยายขึ้นถึงใบข้าว ถ้าเป็นพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอแผลสามารถลุกลามถึงใบธงและกาบหุ้มรวงข้าวทำให้ใบและกาบใบเหี่ยวแห้ง ผลผลิตจะลดลงอย่างมาก ซึ่งถือว่าเป็นเชื้อราที่ก่อโรคกระจายทั่วไปในประเทศไทยส่งผลต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก

จิรพันธ์ และคณะ (2560) ศึกษาเชื้อไรโซแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หรือ Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) จำนวน 523 ไอโซเลทที่แยกจากดินบริเวณรากข้าวในแหล่งปลูกข้าว ภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ พบว่ามีเชื้อ 107 ไอโซเลท ที่มีคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอย่างน้อย 2 คุณสมบัติ เช่น การตรึงไนโตรเจน การผลิตกรดอินโดลอะซีติก (IAA) การละลายสารฟอสเฟต และการผลิตสารซีเตอร์โรฟอร์ เมื่อนำมาคัดเลือกการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว ด้วยระบบถุงเพาะหรือ growth pouch คัดเลือกเชื้อ PGPR ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญได้จำนวน 32 ไอโซเลท โดยใช้เวลาดทดลองเพียง 7 วัน นำเชื้อที่คัดเลือกได้ทั้ง 32 ไอโซเลทไปทดสอบยืนยันการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวที่ปลูกในกระถางภายใต้สภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองพบว่าให้ผลสอดคล้องกัน เชื้อจำนวน 28 ไอโซเลทจาก 32 ไอโซเลท (87.5%) ส่งเสริมให้ต้นกล้าข้าวอายุ 30 วัน มีน้ำหนักแห้งมากกว่าการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

นรารวรรณ และคณะ (2554) ทำการคัดแยกแอดดีโนมัยสีทจำนวน 247 ไอโซเลท จากดินนาข้าวจำนวน 35 ตัวอย่างซึ่งเก็บจาก 16 จังหวัดในประเทศไทย เมื่อนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งราก่อโรคข้าว 3 ชนิด ได้แก่ *Fusarium moniliforme*, *Helminthosporium oryzae* และ *Rhizoctonia solani* บนอาหาร potato

dextrose agar ด้วยวิธี dual culture พบว่าไอโซเลท RF 16-12 มีความสามารถในการยับยั้งราก่อโรคข้าวทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุด จึงนำมาทดสอบผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวในสภาวะที่มีและไม่มี *F.*

moniliforme โดยวิธีเพาะบนกระดาษชั้น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS ตามวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าการใช้สปอร์แขวนลอยไอโซเลท RF 16-12 มีผลควบคุมการเจริญของ *F. moniliforme* ในเมล็ดข้าว และไม่มีผลยับยั้งการงอกของรากและยอดข้าว พบว่าไอโซเลท RF 16-12 เป็นตัวควบคุมทางชีวภาพที่สำคัญในการควบคุมการก่อโรคของเชื้อราในเมล็ดข้าว

สถิตาภรณ์ และ วสุ (2558) ได้คัดแยกเชื้อแอคติโนมัยสีทจากดินรอบรากข้าวจำนวน 44 ไอโซเลท เพื่อศึกษาความสามารถในการละลายฟอสเฟตบนอาหารแข็ง Pikovaskaya's medium พบว่าแอคติโนมัยสีทจำนวน 40 ไอโซเลท (90%) สามารถละลายฟอสเฟตในรูป $0.5\% \text{Ca}_3\text{Po}_4$ บนอาหารแข็งสูตร PVK และไอโซเลท HS5-4 สามารถสร้างวงใสบนอาหารแข็งได้กว้างที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตที่ละลายได้พบว่าไอโซเลท S7-1 สามารถละลายฟอสเฟตได้ปริมาณสูงสุดเท่ากับ $32.34 \mu\text{g/ml}$ หลังจากนั้นนำไอโซเลทที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ดีจำนวน 7 ไอโซเลทมาทดสอบการสร้างซิเตอร์โรฟอร์พบว่าไอโซเลท HS5-4 สร้างซิเตอร์โรฟอร์ได้ดีขนาดวงสีกว้างที่สุด เมื่อนำไปทดสอบการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *Fusarium moniliforme* พบว่าไอโซเลท RH1-5-14 มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุด คิดเป็น 75.62% และแอคติโนมัยสีททั้ง 7 ไอโซเลทจัดอยู่ในจีนัส *Streptomyces* sp.

Kampapongsa and Kaewkla (2016) ศึกษาแอคติโนมัยสีทกลุ่มเอนโดไฟต์จากข้าวหอมมะลิ (*Oryza sativa*) L.KDML 105 ทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพของเชื้อก่อโรคในข้าว โดยเก็บตัวอย่างข้าว 3 ตัวอย่าง จากนาข้าว อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ประเทศไทย นำราก ลำต้น ใบ และกาบใบผ่านการฆ่าเชื้อที่พื้นผิวก่อนนำไปบ่มบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่แตกต่างกัน 4 ชนิดที่ 27 และ 37 องศาเซลเซียส คัดแยกได้ 116 ไอโซเลทแยกส่งฐานวิทยาโคลโลนีพร้อมกับ 16S rRNA ในการจัดลำดับยีนเพื่อระบุสายพันธุ์เชื้อที่แยกได้ทั้งหมดมีดังนี้ *Streptomyces* 63 ไอโซเลท (54.3 %), *Microbispora* 50 ไอโซเลท (43%) และ *Kineococcus* 3 ไอโซเลท (2%) นำมาทดสอบฤทธิ์การต้านจุลชีพต่อเชื้อก่อโรคในข้าว *Xanthomonas oryzae* KHWK 4.1_UBN_06, *Pyricularia grisea* 61119, *Helminthosporium oryzae* DOAC 1570 และ *Curvularia lunata* BCC 15558 ผลการทดลองพบว่าเชื้อที่แยกได้ 22 และ 4 เชื้อ (18.8 และ 3.4 %) แสดงฤทธิ์ต้าน *X. oryzae* ได้ดี KHWK 4.1_UBN_06 และ *P. grisea* 61119 ตามลำดับเชื้อที่แยกได้ส่วนใหญ่เป็นของสกุล *Streptomyces* สรุปได้ว่าการยับยั้งเชื้อก่อโรคเป็นผลจากแอคติโนมัยสีทกลุ่มเอนโดไฟต์

Ningthoujam et al. (2016) ได้ทำการศึกษาคัดแยกแอคติโนมัยสีทจากดินรอบรากข้าวดำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานวิจัยที่จัดทำขึ้น และอยู่ภายใต้การคุ้มครองตามกฎหมาย ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

เพื่อเป็นตัวควบคุมทางชีวภาพ โดยคัดแยกแอคติโนมัยสีทได้ทั้งหมด 122 ไอโซเลท โดยมี 9 ไอโซเลท

ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราก่อโรคในข้าว สายพันธุ์ N3-3b ได้รับการคัดเลือกให้เป็นสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มสูงสุดในการเป็นตัวควบคุมทางชีวภาพ รวมถึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชบางประการ เช่น IAA การผลิตแอมโมเนียและซีเตอร์โรฟอ์ และการละลายฟอสเฟต ส่งเสริมการงอกของเมล็ดข้าวและการเพิ่มการเจริญเติบโตของกล้าข้าวอย่างมีนัยสำคัญภายใต้สภาวะในหลอดทดลอง จากลักษณะทางพีโนไทป์และการวิเคราะห์ลำดับยีน 16S rRNA สายพันธุ์ N3-3b นั้นจัดอยู่ในสกุล *Streptomyces*.

Niyasom *et al.* (2015) ทำการศึกษาแอคติโนมัยสีทกลุ่มที่ทนกรดแยกจากตัวอย่างดินที่เป็นกรดบน Starch Casein Agar, Soil Extract Agar และ Humic Vitamin Agar, pH 4.5 ที่มี nystatin และ nalidixic acid ผลรวมแอคติโนมัยสีทที่นับได้ตั้งแต่ $3.9-8.2 \times 10^3$ CFU/g ของตัวอย่างดิน นำมาทดสอบฤทธิ์การต้านโดยวิธี agar plug ผลที่ได้พบว่าจำนวน 3 ไอโซเลทแสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรียต่อแบคทีเรียที่ทดสอบทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* นอกจากนี้แอคติโนมัยสีท 10 ไอโซเลทมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อรา *Fusarium sp.*, *Curvularia sp.* และ *Colletotrichum gloeosporioides* เลี้ยงแอคติโนมัยสีทลงอาหารเหลว YM ระยะเวลา 14 วันและไม่ซีเลียมของ AA01 และ AA02 สกัดด้วยสารละลายเอทิลอะซิเตต และเมทานอล นำสารสกัดหยาบของ AA01 และ AA02 ทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราสกัดหยาบของแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ AA01 กับเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *E. coli* และ *S. aureus* ค่า MIC เท่ากับ 5, 20, 40 และ 5 มก./มล. แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ AA02 ที่ความเข้มข้น 30 มก./มล. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างน้อย 50%

Ohike *et al.* (2018) ศึกษาแอคติโนมัยสีท 53 ไอโซเลทที่แยกได้จากดินในสิ่งแวดล้อมและทดสอบการต้านเชื้อราวิธี dual culture โดยใช้สายพันธุ์ KT ซึ่งแสดงฤทธิ์ยับยั้งต่อเชื้อก่อโรคพืช 8 ชนิด นำแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ KT ยังสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรค *Bipolaris oryzae* ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทดสอบโดยใช้ใบข้าวโอ๊ต จากผลการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมแสดงให้เห็นว่าแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ KT เป็นสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับ *Streptomyces lavenduligriseus* NRRL B 3173 T การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าสายพันธุ์ KT อาจมีประโยชน์ในฐานะสารควบคุมทางชีวภาพสารปราบโรคพืชต่างๆ

Rattanakavil *et al.* (2020) ได้ทำการคัดแยกแอคติโนมัยสีท 100 สายพันธุ์จากดินนาข้าวตำบลหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย และ 20 สายพันธุ์จาก Happy Rice Organic Farm ตำบลหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย นำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา *Pyricularia sp.* CRI60007 ที่ก่อโรคใบไหม้ แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ที่เลือกได้รับการคัดเลือกจากการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Pyricularia sp.* CRI60007 ด้วยวิธี Dual culture แสดง

ให้เห็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราในแนวรัศมี (%RGI) มากกว่า 50% จากผลการศึกษาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า พบว่า 11 สายพันธุ์ให้ %RGI มากกว่า 50% และสายพันธุ์ NK 05201 ให้ %RGI สูงสุด ($100 \pm$ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.00%) การวิเคราะห์ยีน 16S rRNA และ Blast ของแอกติโนมัยสีทที่คัดเลือกพบว่า 10 สายพันธุ์อยู่ในสกุล *Streptomyces* และ 1 สายพันธุ์อยู่ในสกุล *Ammycolatopsis*

Thilagam and Hemalatha (2019) แยกแอกติโนมัยสีทจากบริเวณดินรอบรากเพื่อศึกษาการต้านเชื้อราก่อโรค *C. capsica* ทดสอบกับแอกติโนแบคทีเรียสายพันธุ์ BS-26 ซึ่งเป็น *Streptomyces violaceoruber* ทดสอบฤทธิ์ดังนี้ การผลิตอินโดลอะซิติก การละลายฟอสเฟตและการผลิตแอมโมเนีย เมื่อนำมาทดสอบในโรงเรือนพบว่าแอกติโนมีส่วนช่วยในการยับยั้งโรคเปอร์เซ็นต์การงอกของต้นกล้าพริก ความสูง สรุปได้ว่า *Streptomyces violaceoruber* สามารถนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของปุ๋ยชีวภาพในการลดโอกาสการเกิดโรค *C. capsica* ในพริก

Suryawanshi et al. (2020) ทำการศึกษาจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดโรคกาบใบแห้ง จากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* โดยคัดแยกเชื้อแอกติโนมัยสีทจากรากข้าวเพื่อระบุสารควบคุมทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ 6 ไอโซเลทที่แตกต่างกันทางสัณฐานวิทยาแสดงฤทธิ์การยับยั้งเชื้อ *R. solani* มากกว่า 85% ในการคัดกรองเชื้อที่เป็นปรักษ์กันระดับหลอดทดลอง นอกจากนี้เมื่อนำมาทดสอบกับข้าวทำให้เกิดการควบคุมโรคได้ถึง 70% และเพิ่มความยาวของราก และลำต้นของข้าว ไอโซเลทที่แยกได้เหล่านี้แสดงลักษณะบางอย่างที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (ไคติเนส เซลลูเลส การใช้สารอาหาร การผลิตฮอร์โมน การทนทานต่อความเค็มและน้ำได้ต่ำ) ไอโซเลทที่แยกได้ทั้งหมดระบุว่าเป็น *Streptomyces* sp. ขึ้นกับลำดับของ 16S rRNA ผลลัพธ์นี้บ่งชี้ว่าการควบคุมทางชีวภาพของ *Streptomyces* sp. ป้องกันกาบใบแห้งและส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว

Zahr et al. (2022) แอกติโนมัยสีทเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่ตรวจพบได้ในหลายชนิดสภาพแวดล้อมทางบกและทางน้ำ มีความแตกต่างของโครงสร้างที่ซับซ้อน สามารถแยกลักษณะได้หลายวิธี ได้แก่ ทางสัณฐานวิทยา เคมีและเทคนิคระดับโมเลกุล ปัจจุบันมีชีวิตที่ติดต่อยาต้านจุลชีพที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และการเกษตร ยาใหม่ ๆ มีความจำเป็นอย่างมากสำหรับการรักษาโรคและจุลินทรีย์ต่างๆ ยาต้านจุลชีพส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมาจากธรรมชาติ โดยแอกติโนมัยสีทผลิตสารทุติยภูมิที่มีความสำคัญนับเป็นแหล่งที่มาของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ใช้ในการพัฒนายาเกือบ 45% เชื้อรา 38% และแบคทีเรียอื่นๆ ที่ผลิตเพียง 17% เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือ

- 3.1.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง รุ่น ME104E METTLER TOLEDO
- 3.1.2 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) รุ่น BINDER CONTROL E2
- 3.1.3 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar) รุ่น V4-T
- 3.1.4 ตู้อบร้อน (Hot air oven) รุ่น BINDER FD115
- 3.1.5 ตู้แช่แข็ง -20 องศาเซลเซียส
- 3.1.6 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) รุ่น Z206A
- 3.1.7 กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) รุ่น Olympus CH30 Microscope
- 3.1.8 เครื่องไมโครเวฟ (Microwave) รุ่น SHARP R-222
- 3.1.9 ตู้เย็นอุณหภูมิต่ำ 4 องศาเซลเซียส
- 3.1.10 เครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex meter) รุ่น G560E Vortex Mixer Genie 2
- 3.1.11 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) รุ่น FP20
- 3.1.12 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator shaker) รุ่น Orbit™ 1900 High Capacity Lab
- 3.1.13 เครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) รุ่น Heidolph Hei-VAP Platinum 2 –Rotary Evaporator
- 3.1.14 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) รุ่น HV-25/50/85/110

3.2 อุปกรณ์

- 3.2.1 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 ml.
- 3.2.2 ขวดดูแรน (Duran) ขนาด 250 ml.
- 3.2.3 ขวดดูแรน (Duran) ขนาด 500 ml.
- 3.2.4 ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml.
- 3.2.5 ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 600 ml.
- 3.2.6 ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 1,000 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 3.2.7 จานเพาะเชื้อ (Petri dish) ขนาดปกติ 9 cm.
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2.8 ปิเปตแก้ว (Measuring pipette) ขนาด 1 ml.
- 3.2.9 ปิเปตแก้ว (Measuring pipette) ขนาด 5 ml.
- 3.2.10 ปิเปตแก้ว (Measuring pipette) ขนาด 10 ml.
- 3.2.11 กระบอปปิเปต
- 3.2.12 หลอดทดลอง (Test tube) ขนาดปกติ 16x150 mm.
- 3.2.13 ที่วางหลอดทดลอง (Test tube rack) ขนาดปกติ
- 3.2.14 ซ้อนตักสารพลาสติก สีดำ
- 3.2.15 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 3.2.16 ลูกยาง
- 3.2.17 แท่งแก้วคนสาร
- 3.2.18 Loop
- 3.2.19 Needle (ปลายตรง)
- 3.2.20 แท่งแก้วรูปตัวแอล (Spreader glass)
- 3.2.21 กระจกปิดสไลด์ (Microscope slide)
- 3.2.22 กระจกสไลด์ (Microscope glass)
- 3.2.23 กระบอกตวง (Cylinder)
- 3.2.24 กระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 1 (Filter paper Grade 1)
- 3.2.25 Centrifuge tube
- 3.2.26 Collection tube
- 3.2.27 ไมโครปิเปต (Micropipette) ขนาด 200 ไมโครลิตร
- 3.2.28 ทิป (Tip)
- 3.2.29 มีดผ่าตัด (Scalpel)
- 3.2.30 สำลี (Cotton)
- 3.2.31 ไม้พันสำลีปลอดเชื้อ (Cotton Swab Sterile)
- 3.2.32 ปากคีบ (Forceps)
- 3.2.33 หลอดหยดสาร (Dropper tube)
- 3.2.34 กระดาษฟรอยด์ (foil)
- 3.2.35 ขวดฉีดย้ำกลั่น
- 3.2.36 พาราฟิล์ม

3.3 สารเคมี

- 3.3.1 Glucose ยี่ห้อ Sisco Research Laboratories Pvt. Ltd
- 3.3.2 Yeast extract ยี่ห้อ JT group

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ กรุณาแจ้งไปยังบริษัทฯ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.3.3 Malt extract ยี่ห้อ CT&SCIENCE co., ltd.
- 3.3.4 Agar ยี่ห้อ Bioagars
- 3.3.5 Peptone ยี่ห้อ Sisco Research Laboratories Pvt. Ltd
- 3.3.6 Beef extract ยี่ห้อ Univar
- 3.3.7 Dextrose
- 3.3.8 น้ำกลั่น (Distilled water)
- 3.3.9 Glycerol
- 3.3.10 Iron (III) chloride (0.5 FeCl₃)
- 3.3.11 Perchloric acid (HClO₄ = 100.46) ยี่ห้อ QRëC
- 3.3.12 Potassium iodide (KI = 166.0028) ยี่ห้อ Carlo Erba
- 3.3.13 Mercury (II) iodide (Hgl₂ = 454.40) ยี่ห้อ Kemaus
- 3.3.14 Potassium hydroxide (KOH = 56.11) ยี่ห้อ Kemaus
- 3.3.15 Calcium phosphate ยี่ห้อ Himedia
- 3.3.16 Ammonium sulphate ยี่ห้อ Univar
- 3.3.17 Potassium chloride ยี่ห้อ Univar
- 3.3.18 Magnesium sulphate ยี่ห้อ Univar
- 3.3.19 Ferrous sulphate ยี่ห้อ SRL
- 3.3.20 Sodium chloride ยี่ห้อ Sisco Research Laboratories Pvt. Ltd
- 3.3.21 Sodium hydroxide ยี่ห้อ Univar
- 3.3.22 Sodium carbonate (Na₂CO₃ = 105.9888) ยี่ห้อ Carlo Erba
- 3.3.23 Ferric Chloride Anhydrous ยี่ห้อ Sisco Research Laboratories Pvt. Ltd
- 3.3.24 Picric acid (CH₂N₂O, = 229.1) ยี่ห้อ Merck Reagenzien
- 3.3.25 Lactophenol cotton blue
- 3.3.26 แอลกอฮอล์ 70 และ 95 เปอร์เซ็นต์
- 3.3.27 Immersion oil
- 3.3.28 Glycine a Sisco Research Laboratories Pvt. Ltd
- 3.3.29 Sodium hypochlorite
- 3.3.30 พาราฟิน (Paraffin)

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.4.1 Zhang's starch soil extract seawater agar (ZSSE)

3.4.2 Peptone water medium

3.4.3 Pikovskaya's agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ

3.4.4 International *Streptomyces* Project 2 (ISP2)

3.4.5 International *Streptomyces* Project no.2 (ISP2) ที่เติมสารละลาย Chrome Azurol S (CAS agar)

3.4.6 International *Streptomyces* Project 2 (ISP2) 0.44% glycine

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

3.4.8 Potato Dextrose Agar (PDA)

3.4.9 Sabouraud Dextrose Agar (SDA)

3.5 เชื้อราทดสอบ

3.5.1 เชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC2666 (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการ เกษตร)

3.6 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มของดินนาข้าว จังหวัดปทุมธานี ละติจูด 13°57'10.4''N ลองจิจูด 100°51'59.8''E จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยจุดเก็บตัวอย่างจะต้องอยู่ห่างกัน 5x5 เมตร (Ogunmwonyi *et al.*, 2008; ฉัตรศิรินทร์ และคณะ, 2562) ทำการขุดดินลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร (ชัยสิทธิ์, 2555) วัดอุณหภูมิผิวน้ำดินและวัดค่า pH ของดินที่เก็บทุกบริเวณ จากนั้นนำดินใส่ถุงพลาสติกมายังห้องปฏิบัติการ (Ruttanasutja and Pathomaree, 2015; Rattanakavil *et al.*, 2020)

3.7 การคัดแยกเชื้อแอกคิโนมายซี

เตรียมดินที่เก็บจากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานีครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยแบ่งดินเป็น 2 ส่วน ดินส่วนที่ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดินส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำดินที่อบแล้วของแต่ละอุณหภูมิไปชั่งน้ำหนักให้ได้ 10 กรัม บดให้ละเอียดและเจือจางในสารละลาย 0.1% tween 80 (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน กำหนดระดับการเจือจางของทั้งสองขวดเป็น 10^{-1} แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีให้ดินตกตะกอน จากนั้นดูดสารละลายปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่มีสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.85% (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการผสมโดยใช้ Vortex Mixer โดยกำหนดระดับความเร็วของดินที่อบอุณหภูมิ 70 และ 100 องศาเซลเซียสเจือจางให้ได้ความเข้มข้นที่ 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} นำสารละลายแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงบนอาหาร Zhang's starch soil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

extract (ZSSE) (ภาคผนวก ก) ที่มีส่วนผสมของ Nystatin (Zakharova *et al.*, 2001) (ภาคผนวก ข) ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร โดยวิธีการ spread plate บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ดูการเจริญของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทหลังบ่มครบ 7 วัน เลือกไอโซเลทที่มีลักษณะแตกต่างกันลงบนอาหาร International *Streptomyces* Project 2 (ISP2) (ภาคผนวก ก) แบบ cross streak บ่ม 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7-14 วัน จนกระทั่งได้โคโลนีเดี่ยวที่บริสุทธิ์ เก็บเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทใน 20% glycerol (น้ำหนัก/ปริมาตร) ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บรักษาในระยะยาว (Waksman *et al.*, 1961; Rattanakavil *et al.*, 2020)

3.8 การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของแอสโคดีโนมัยสีท

ตรวจสอบลักษณะการเจริญของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทที่เลี้ยงบนอาหาร ISP2 (ภาคผนวก ก) โดยวิธีการ Cross streak ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน สังเกตการเจริญของเชื้อสีของเส้นใยอากาศและสีของสปอร์ (Aerial spore mass) สีของโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony) และรงควัตถุที่ละลายน้ำ โดยทำการเทียบกับระบบสีมาตรฐาน ISCC-NBS (Kelly, 1964; Rattanakavil *et al.*, 2020) และตรวจดูลักษณะของเส้นใยและการสร้างสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยใช้วิธี Slide culture technique (ฉัตรศรีรินทร์ และคณะ, 2562)

3.9 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อโรคในข้าว (Antifungal activities)

นำเชื้อแอสโคดีโนมัยสีททุกไอโซเลทมาศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราทดสอบ *Rhizoctonia solani* DOAC 2666 ที่ก่อโรคกาบใบแห้งในข้าว ด้วยวิธี Dual culture (ภาคผนวก ง) โดยขีดแอสโคดีโนมัยสีทเป็นเส้นตรงบนอาหาร PDA ห่างจากขอบเพลท 2 เซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน จากนั้นใช้ Cork borer เบอร์ 4 เจาะเชื้อราทดสอบที่เลี้ยงบนอาหาร PDA (ภาคผนวก ก) ที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน วางตรงข้ามกับรอยของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีท จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันและเมื่อครบวันที่ 7 นำมาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการยับยั้งเชื้อราและคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (PIRG) ดังสมการ

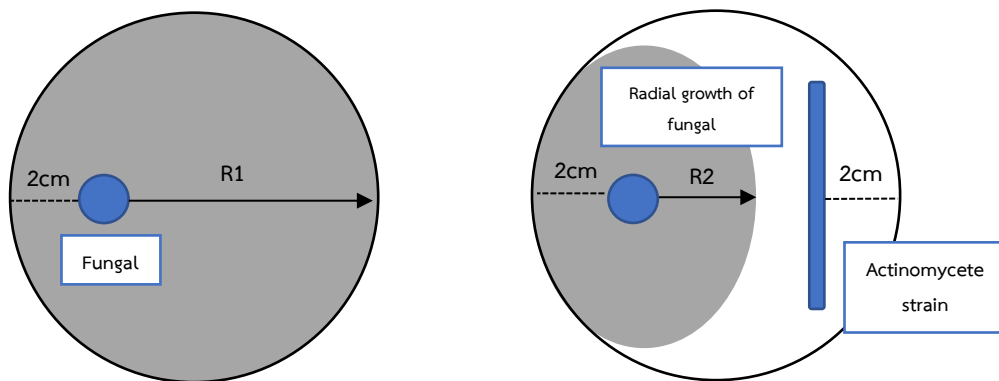
$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (PIRG)} = \{(R1-R2)/R1\} \times 100$$

โดยที่ R1 คือ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของ *R. solani* DOAC 2666 เพลทควบคุม

R2 คือ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง *R. solani* DOAC 2666 เพลททดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (Mahadnanapuk *et al.*, 2007)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 การทดสอบการเจริญของเชื้อราด้วยวิธี Dual culture technique

3.10 ทดสอบผลของแอคติโนมัยสีทต่อการงอกของเมล็ดข้าว (นราวรรณ และคณะ, 2554)

คัดเลือกไอโซเลทของแอคติโนมัยสีทที่มีผลการยับยั้งเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC 2666 มากที่สุดมาทดสอบการงอกของเมล็ดข้าว ด้วยวิธี Moisture paper method โดยเลี้ยงเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 บนอาหาร PDA (ภาคผนวก ก) และเลี้ยงแอคติโนมัยสีทที่มีผลยับยั้งสูงสุดบนอาหาร ISP2 (ภาคผนวก ก) จนเกิดสปอร์ ใช้ 0.1% tween20 (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ชะล้างสปอร์บนผิวหน้าอาหารแล้วชุดสปอร์ของเชื้อราและแอคติโนมัยสีทออก กรองผ่านผ้าขาวบาง ทำให้อยู่ในรูปสารแขวนลอยสปอร์ (spore suspension) ของแอคติโนมัยสีทและเชื้อรา ให้มีความเข้มข้นของสปอร์อยู่ที่ 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ด้วย 0.85% NaCl (ภาคผนวก ข) จากนั้นนำไปส่องจำนวนสปอร์ด้วย Haemocytometer

ล้างเมล็ดข้าวหอมมะลิด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นฆ่าเชื้อผิวของเมล็ดข้าวด้วยสารละลาย sodium hypochlorite เวลา 1 นาที แล้วล้างด้วยกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 4 ถึง 5 ครั้ง นำเมล็ดข้าวที่ทำความสะอาดแล้วมาแช่ในน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เป็นเวลา 15 ชั่วโมง แล้วย้ายไปวางใน moisture chamber ข้ามคืน การทดลองนี้กำหนดให้มี 4 ทรีทเมนต์ โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ (ข้าว 100 เมล็ดต่อซ้ำ) ดังนี้

T1 = เมล็ดข้าว + แอคติโนมัยสีทไอโซเลทที่ยับยั้งสูงสุด

T2 = เมล็ดข้าว + เชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

T3 = เมล็ดข้าว + แอคติโนมัยสีทไอโซเลทที่ยับยั้งสูงสุด + *R. solani* DOAC 2666

T4 = เมล็ดข้าว + น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (ชุดควบคุม)

แต่ละทรีทเมนต์ให้นำเมล็ดข้าวไปแช่ในสายแขวนลอยสปอร์ของแอคติโนมัยสีทและเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 เป็นเวลา 2 ชั่วโมงยกเว้นชุดควบคุม จากนั้นนำเมล็ดข้าว 25 เมล็ดวางบนเพลทที่มี moisture paper ที่ฆ่าเชื้อแล้ว นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน สังเกตการงอกของเมล็ดข้าว การติดเชื้อในรากข้าว ความยาวของราก และความยาวของลำต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 ทดสอบผลของแอคติโนมัยสีทที่มีผลต่อใบข้าว (Ohike *et al.*, 2018)

คัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยสีท ไอโซเลทที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่สุดจากการทดสอบด้วยวิธีการ Dual cultures (ภาคผนวก ง) แล้วนำเชื้อแอคติโนมัยสีท มาทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC2666 โดยใช้วิธี Detached leaf assay ตัดใบข้าวให้ได้ความยาว 3 เซนติเมตร ล้างด้วย 1% NaClO ระยะเวลา 90 วินาที จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 3-4 ครั้งแล้วแช่ลงในสารละลายแขวนลอยสปอร์ของแอคติโนมัยสีท (วิธีการทดลองที่ 3.10) เป็นเวลา 10 นาที เตรียมเชื้อราโดยใช้ cork borer เบอร์ 4 เจาะเชื้อราจากอาหาร PDA (ภาคผนวก ก) วางลงบนใบข้าว เปรียบเทียบกับใบข้าวที่แช่ในสารละลายแขวนลอยของแอคติโนมัยสีท ทดสอบโดยนำใบข้าววางลงบนผ้าก๊อตที่หยดน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อลงพอให้หมาด บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ดัชนีการเกิดโรค (Disease index) วัดผลที่ระยะ 0-4 โดยที่ 0 : ไม่มีการเจริญ, 1 : เส้นใยเจริญรอบวง, 2 : เส้นใยเจริญรอบวง <50%, 3 : เส้นใยฟุ้งกระจายรอบวง 50-80% และ 4 : เส้นใยกระจายทั่วใบข้าว

3.12 การทดสอบคุณสมบัติและการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช (Plant growth promoting activities; PGP) ของเชื้อแอคติโนมัยสีท

3.12.1 การทดสอบประสิทธิภาพการสังเคราะห์ฮอร์โมน IAA (Indole-3-acetic acid)

เลี้ยงแอคติโนมัยสีทในอาหาร ISP2 broth ที่เติม 0.2% Tryptophan (ภาคผนวก ก) 100 มิลลิลิตรและนำไปบ่มที่ incubator shaker ที่ 180 รอบต่อนาที 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ทำการปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) 10,000 รอบต่อนาที 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อส่วนใสของเหลวชั้นบน (supernatant) มาทดสอบกรดอินโดล-3-อะซีติก (IAA) โดยเติมสาร Salkowsky's reagent (ภาคผนวก ข) ใน อัตราส่วน 2:1 ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบผลการผลิตกรดอินโดลอะซีติก ด้วยการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารจะปรากฏเป็นสีชมพู แสดงถึงการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (IAA) (คณิงกานต์, 2565)

3.12.2 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีการย่อยสลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization)

ทดสอบความสามารถในการละลายธาตุฟอสฟอรัสโดยเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยสีทบนอาหาร ISP2 (ภาคผนวก ก) เป็นเวลา 14 วัน ใช้ cork borer เบอร์ 4 เจาะโคโลนีของเชื้อจำนวน 1 ชิ้น วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Pikovskaya's agar (ภาคผนวก ก) และตัวอย่างควบคุมเป็นอาหารที่ไม่มีเชื้อ ทดสอบ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน บันทึกข้อมูลโดยวัดขนาดของโซนใส

(Solubilization Zone) บริเวณรอบโคโลนีของเชื้อ บันทึกลงผลโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) (Rattanakevil, 2020)

3.12.3 การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN Production)

ทดสอบความสามารถในการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์โดยเลี้ยงแอกติโนมัยสีทบนอาหาร ISP2 เป็นเวลา 14 วัน แล้วนำมาสตรีกลงบนอาหาร ISP2 ที่มีส่วนผสมของไกลซีน 0.44% (ภาคผนวก ก) นำกระดาษกรอง Whatman No.1 จุ่มลงโซเดียมคาร์บอเนต 2% ในสารละลายกรดพิกริก 0.5% (ภาคผนวก ข) จากนั้นนำไปวางลงบนฝาของเพลต และปิดด้วยพาราฟิล์ม และตัวอย่างควบคุมคือ อาหารที่ไม่มีเชื้อทดสอบ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน บันทึกข้อมูล โดยสังเกตจากกระดาษกรองถ้าเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีส้มถึงสีแดง แสดงว่าเชื้อแอกติโนมัยสีทมีความสามารถในการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Anwar *et al.*, 2016)

3.12.4 การผลิตแอมโมเนีย (Ammonia Production)

เลี้ยงเชื้อแอกติโนมัยสีทบนอาหาร ISP2 (ภาคผนวก ก) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นใช้ loop เชื้อเชื้อแอกติโนมัยสีทลง peptone water (ภาคผนวก ก) และมีตัวควบคุมคือ อาหารที่ไม่มีเชื้อทดสอบ บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นทำการเติม Nessler's reagent (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร สังเกตการณ์เปลี่ยนสีถ้าสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลถึงเหลือง แสดงว่าให้ผลเป็นบวก (Rattanakevil, 2020)

3.12.5 การตรวจสอบคุณสมบัติในการสร้างสารซีเดโรฟอร์ (Siderophore production)

นำไอโซเลทของแอกติโนมัยสีทที่เลี้ยงบนอาหาร ISP2 มา spot inoculate ลงผิวหน้าอาหาร CAS agar (ภาคผนวก ก) บ่มเป็นเวลา 14 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ถ้าให้ผลเป็นบวกจะมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือส้มรอบโคโลนี (Anwar *et al.*, 2016)

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 แอคติโนมัลลิตที่ใช้ในการศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างดินนาข้าวจากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ละติจูด $13^{\circ}57'10''N$ และลองจิจูด $100^{\circ}51'53''E$ (ภาคผนวก ค) โดยทำการเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบรากข้าวและดินบริเวณรากข้าว แบบสุ่มห่างกันจุดละ 5 เมตร จำนวน 10 ตัวอย่าง (ดังรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4) เพื่อนำมาคัดแยกเชื้อแอคติโนมัลลิต (ดังวิธีการทดลองที่ 3.7) โดยนำดินที่ได้มาผ่านการปรับสภาพ โดยนำมาอบที่อุณหภูมิ 70 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาเกลี่ยลงบนอาหาร Zang's starch siol extract (ZSSE) (ภาคผนวก ก) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7-14 วัน โดยเก็บรอบที่ 1 ระยะต้นข้าว 3 เดือน เก็บดินบริเวณรอบราก พบเชื้อแอคติโนมัลลิตจากการใช้วิธีปรับสภาพโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 7 ไอโซเลท และการปรับสภาพโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสทั้งหมด 4 ไอโซเลท รวมทั้งหมด 11 ไอโซเลท (ตารางที่ 4.1) เก็บดินรอบที่ 2 ระยะต้นข้าว 6 เดือน เก็บดินบริเวณรอบราก 5 จุด พบเชื้อแอคติโนมัลลิตจากการใช้วิธีปรับสภาพโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 7 ไอโซเลท และการปรับสภาพโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสทั้งหมด 1 ไอโซเลท รวมทั้งหมด 8 ไอโซเลท เก็บดินบริเวณรากข้าว 5 จุด พบเชื้อแอคติโนมัลลิตจากการใช้วิธีปรับสภาพโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 30 ไอโซเลท และการปรับสภาพโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสทั้งหมด 18 ไอโซเลท รวมทั้งหมด 56 ไอโซเลท (ตารางที่ 4.2) ในการเก็บดินทั้ง 2 ครั้ง ได้จำนวนแอคติโนมัลลิตทั้งหมด 67 ไอโซเลท (ตารางที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดินนาข้าว

สถานที่เก็บตัวอย่างดินนาข้าวเพื่อนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยสีท จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ละติจูด $13^{\circ}57'10''\text{N}$ และลองจิจูด $100^{\circ}51'53''\text{E}$

4.1.1.1 เก็บดินรอบที่ 1 วันที่เก็บ 9 เดือนตุลาคม 2565

ลักษณะต้นข้าว ระยะต้นข้าว 3 เดือน สูงประมาณ 30 เซนติเมตร บริเวณแปลงนาข้าว ระยะปักดำ มีน้ำที่ถูกปล่อยเข้านาเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 4.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดินนาข้าว จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี รอบที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 4.2 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดินนาข้าวบริเวณรอบรากในแต่ละจุดเก็บชนด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 เก็บดินรอบที่ 2 วันที่เก็บ 27 เดือนพฤศจิกายน 2565

ลักษณะต้นข้าว ระยะต้นข้าว 4 เดือน สูงประมาณ 1 เมตร บริเวณแปลงนาข้าว ระยะออกรวง มีน้ำที่ถูกล่อยเข้ามากปริมาณมาก



รูปที่ 4.3 สถานที่เก็บตัวอย่างดินนาข้าว จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี รอบที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดรูปที่ 4.4 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดินนาข้าวบริเวณรอบรากและในรากข้าวของแต่ละจุดเก็บใช้

ตารางที่ 4.1 หมายเลขไอโซเลทของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
ครั้งที่ 1 จำนวน 11 ไอโซเลท

| จุดเก็บตัวอย่าง | หมายเลขไอโซเลท |
|-----------------|---------------------|
| จุดเก็บที่ 1 | PTS01 |
| จุดเก็บที่ 2 | - |
| จุดเก็บที่ 3 | PTS08, PTS09 |
| จุดเก็บที่ 4 | PTS10 |
| จุดเก็บที่ 5 | PTS02 |
| จุดเก็บที่ 6 | - |
| จุดเก็บที่ 7 | PTS03, PTS04 |
| จุดเก็บที่ 8 | PTS05 |
| จุดเก็บที่ 9 | - |
| จุดเก็บที่ 10 | PTS06, PTS07, PTS11 |

ตารางที่ 4.2 หมายเลขไอโซเลทของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
ครั้งที่ 2 จำนวน 56 ไอโซเลท

| จุดเก็บตัวอย่าง | หมายเลขไอโซเลท |
|-----------------|--|
| จุดเก็บที่ 1 | PTS12, PTS13 |
| จุดเก็บที่ 2 | PTS14, PTS15 |
| จุดเก็บที่ 3 | PTS16, PTS17 |
| จุดเก็บที่ 4 | PTS18, PTS19, |
| จุดเก็บที่ 5 | PTS20, PTS21, PTS22 |
| จุดเก็บที่ 6 | PTR01, PTR28, PTR29, PTR30, PTR31, PTR32, PTR33, PTR34 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 หมายเลขไอโซเลทของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี
ครั้งที่ 2 จำนวน 56 ไอโซเลท (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง | หมายเลขไอโซเลท |
|-----------------|--|
| จุดเก็บที่ 7 | PTR02, PTR03, PTR04, PTR05, PTR06, PTR07, PTR08, PTR35 |
| จุดเก็บที่ 8 | PTR09, PTR10, PTR11, PTR12, PTR13, PTR14, PTR15, PTR16, PTR17, PTR18, PTR19, PTR20, PTR21, PTR22, PTR23, PTR24, PTR25, PTR36, PTR37, PTR38 |
| จุดเก็บที่ 9 | PTR26, PTR39, PTR40, PTR41 |
| จุดเก็บที่ 10 | PTR27, PTR42, PTR43, PTR44, PTR45 |

***หมายเหตุ: PT คือ สถานที่เก็บดิน จังหวัดปทุมธานี
S คือ ดินที่เก็บบริเวณดินนาข้าว
R คือ ดินที่เก็บบริเวณรากต้นข้าว
ตัวเลขที่หนึ่งและสอง คือ ลำดับเลขไอโซเลท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีท

แอกติโนมัยสีทจากดินนาข้าว จังหวัดปทุมธานีที่เกลี่ยลงบนผิวหน้าอาหาร Zhang's starch soil extract (ZSSE) (ภาคผนวก ก) ที่ประกอบด้วยดิน 1 กรัมต่อ โซเดียมคลอไรด์ที่ปลอดเชื้อ 9 มิลลิลิตร จากนั้นทำการ cross streak เชื้อแอกติโนมัยสีทที่คัดแยกได้ทั้งหมด 67 ไอโซเลท ลงบนอาหาร International *Streptomyces* Project Medium No.2 (ISP2) (ภาคผนวก ก) เพื่อจำแนกช่วงสีของเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass) สีของโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony) รงควัตถุที่ละลายน้ำได้ (soluble pigment) สีของสปอร์ โดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-*ISCC/NBS* และตรวจดูลักษณะของสปอร์ด้วยวิธี slide culture โดยส่องผ่านด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1000 เท่าเพื่อให้เห็นลักษณะของสปอร์ได้อย่างชัดเจน การสังเกตลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีท (วิธีการทดลองที่ 3.8, ตารางที่ 4.3, รูปที่ 4.5 ถึง 4.71) และโคโลนีเดี่ยว (ตารางที่ 4.4) ทั้งหมด 67 ไอโซเลท พบว่ามีการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี (Aerial spore mass) Moderate Orange Yellow to White, Grayish greenish yellow to Dark olive, White to Dark grayish olive, White to Greenish gray, Dark grayish green to Blackish green, Greenish white to Greenish black, Dark olive brown to Yellowish white, Dark yellowish brown to White, White to Grayish olive green, Deep brown to White, Deep reddish brown to Pale yellowish pink, White to Grayish brown, Dark brown to White, Strong orange to White, Brilliant orange yellow to Deep red, Light orange yellow to White, Light yellowish pink to Vivid red, White to Grayish gray, White to Dark grayish yellowish brown, White to Dark olive brown, Brilliant orange yellow to White, White to Very dark green, Greenish black to Dark olive brown, White to Dark yellowish brown, White to Very dark green, Strong red to Grayish olive, Dark olive to White, White to Dark olive, White to Light greenish gray, White to Dark olive brown, Deep reddish orange to White, Dark brown to Moderate yellowish brown, Deep reddish orange to White, White to Grayish olive, White to Olive black, White to Dark brown, White to Dark yellowish brown, White to Deep yellowish brown, White to Strong brown, White to Olive black มีการสร้างเส้นใยอาหารที่ดูจากโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony) สี Deep Orange, Dark

Yellowish Brown, Strong Yellow, Dark Brown, Strong yellowish brown, Deep Reddish Orange, Moderate Yellowish Brown, Moderate Olive Brown, Dark Orange Yellow, Strong

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reddish Brown, Grayish Greenish Yellow, Deep Orange Yellow, Vivid Orange Yellow, Deep Red, Light Olive Brown, Strong Orange Yellow, Dark Olive, Very Dark Green, Vivid Yellow, Deep Reddish Brown, Moderate Yellow, Strong Orange, Moderate Orange Yellow, Moderate Olive, Light Grayish Yellowish Brown, Very Dark Bluish Green, Dark Reddish Gray, Brilliant Yellow, Deep Yellow, Brilliant Orange, Deep Pink, Deep Orange Yellow และ Deep Olive มีเพียง 7 ไอโซเลทที่สามารถสร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ ชนิดของสปอร์มีลักษณะเป็น Verticillati, Spiral chains, Looped Spira และ Rectiflexibiles



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|
| PTS01 | ดี | Moderate Orange Yellow to White | Deep Orange | - | Verticillati chains |
| PTS02 | ดี | Grayish greenish yellow to Dark olive | Dark Yellowish Brown | - | Spiral chains |
| PTS03 | ดี | White to Dark grayish olive | Strong Yellow | - | Spiral chains |
| PTS04 | ดี | White to Greenish gray | Dark Brown | Deep Orange | Rectiflexible chains |
| PTS05 | ดี | Dark grayish green to Blackish green | Strong yellowish brown | - | Looped spira |
| PTS06 | ดี | Greenish white to Greenish black | Deep Reddish Orange | - | Verticillati chains |
| PTS07 | ดี | Dark olive brown to Yellowish white | Moderate Yellowish Brown | - | Verticillati chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอสคิโทไมซีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|--|----------------------------|--------------------|-------------------------|
| PTS08 | ดี | Dark yellowish brown to White | Moderate Olive Brown | - | Rectiflexible chains |
| PTS09 | ดี | White to Grayish olive green | Strong Yellow | - | Rectiflexible chains |
| PTS10 | ดี | Deep brown to White | Dark Orange Yellow | - | Spiral chains |
| PTS11 | ดี | Deep reddish brown to Pale yellowish pink | Strong Reddish Brown | - | Rectiflexible chains |
| PTS12 | ดี | White to Grayish brown | Grayish Greenish Yellow | - | Spiral chains |
| PTS13 | ดี | Dark brown to White | Moderate Olive Brown | - | Looped spira |
| PTS14 | ดี | Strong orange to white | Deep Orange Yellow | - | Verticillati chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสีพื้นฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|
| PTS15 | ดี | Brilliant orange yellow to Deep red | Strong Reddish Brown | Strong Orange | Spiral chains |
| PTS16 | ดี | Light orange yellow to White | Vivid Orange Yellow | Moderate Orange Yellow | Verticillati chains |
| PTS17 | ดี | Light yellowish pink to Vivid red | Deep Red | - | Spiral chains |
| PTS18 | ดี | White to Grayish gray | Deep Orange | Moderate Orange | Spiral chains |
| PTS19 | ดี | White to Dark grayish yellowish brown | Light Olive Brown | - | Spiral chains |
| PTS20 | ดี | White to Dark grayish yellowish brown | Light Olive Brown | - | Verticillati chains |
| PTS21 | ดี | White to Dark grayish yellowish brown | Light Olive Brown | - | Spiral chains |
| PTS22 | ดี | White to Dark grayish yellowish brown | Light Olive Brown | - | Spiral chains |
| PTR01 | ดี | White to Dark olive brown | Strong Yellow | - | Spiral chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอสคิโนมัยซีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| PTR02 | ดี | Brilliant orange yellow to White | Vivid Orange Yellow | - | Spiral chains |
| PTR03 | ดี | Brilliant orange yellow to White | Vivid Orange Yellow | - | Spiral chains |
| PTR04 | ดี | Dark yellowish brown to White | Strong Orange Yellow | - | Verticillati chains |
| PTR05 | ดี | Dark yellowish brown to White | Dark Olive | - | Looped spira |
| PTR06 | ดี | White to Very dark green | Moderate Yellowish Brown | - | Spiral chains |
| PTR07 | ดี | Greenish black to Dark olive brown | Very Dark Green | - | Looped spira |
| PTR08 | ดี | White to Dark yellowish brown | Vivid Yellow | - | Spiral chains |
| PTR09 | ดี | White to Very dark green | Light Olive Brown | - | Spiral chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอสดีโนมัยซีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| PTR10 | ดี | Brilliant orange yellow to White | Deep Orange Yellow | - | Verticillati chains |
| PTR11 | ดี | Strong red to Grayish olive | Deep Reddish Brown | Deep Reddish Orange | Spiral chains |
| PTR12 | ดี | White to Very dark green | Moderate Yellow | Yellowish Gray | Verticillati chains |
| PTR13 | ดี | Brilliant orange yellow to White | Deep Orange Yellow | | Verticillati chains |
| PTR14 | ดี | Dark olive to White | Light Olive Brown | - | Spiral chains |
| PTR15 | ดี | Dark olive to White | Strong Orange | - | Spiral chains |
| PTR16 | ดี | White to Very dark green | Moderate Orange Yellow | - | Spiral chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------|
| PTR17 | ดี | White to Dark olive brown | Moderate Olive | - | Verticillati chains |
| PTR18 | ดี | White to Very dark green | Light Grayish Yellowish Brown | - | Looped spira |
| PTR19 | ดี | White to Dark olive brown | Very Dark Bluish Green | - | Looped spira |
| PTR20 | ดี | White to Very dark green | Dark Reddish Gray | - | Spiral chains |
| PTR21 | ดี | White to Dark olive | Brilliant Yellow | - | Looped spira |
| PTR22 | ดี | White to Dark olive brown | Dark Olive | - | Looped spira |
| PTR23 | ดี | White to Light greenish gray | Deep Yellow | - | Spiral chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|--|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| PTR24 | ดี | White to Dark olive brown | Dark Olive | - | Looped spira |
| PTR25 | ดี | Deep reddish orange to White | Brilliant Orange | - | Spiral chains |
| PTR26 | ดี | Dark brown to Moderate yellowish brown | Dark Brown | - | Verticillati chains |
| PTR27 | ดี | Deep reddish orange to White | Deep Pink | - | Spiral chains |
| PTR28 | ดี | Brilliant orange yellow to White | Strong Orange | - | Rectiflexible chains |
| PTR29 | ดี | Brilliant orange yellow to White | Deep Orange Yellow | - | Verticillati chains |
| PTR30 | ดี | White to Grayish brown | Moderate Olive Brown | - | Rectiflexible chains |
| PTR31 | ดี | White to Grayish olive | Deep Orange | - | Spiral chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|
| PTR32 | ดี | White to Olive black | Moderate Yellowish Brown | - | Spiral chains |
| PTR33 | ดี | Deep reddish orange to White | Strong Orange | - | Spiral chains |
| PTR34 | ดี | White to Dark brown | Deep Olive | - | Looped spira |
| PTR35 | ดี | White to Dark yellowish brown | Moderate Olive | - | Looped spira |
| PTR36 | ดี | White to Deep yellowish brown | Strong Yellow | - | Spiral chains |
| PTR37 | ดี | White to Strong brown | Dark Orange Yellow | - | Rectiflexible chains |
| PTR38 | ดี | White to Dark olive | Moderate Olive Brown | - | Spiral chains |
| PTR39 | ดี | White to Dark olive brown | Brilliant Yellow | - | Spiral chains |

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอสดีโนมัยซีทโดยเทียบกับระบบสีมาตรฐาน Colour-ISCC/NBS (ต่อ)

| หมายเลข ไอโซเลท | การเจริญบน อาหาร ISP2 | Aerial Spore Mass | Reverse Colony | Soluble pigment | ชนิดของสปอร์ |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|
| PTR40 | ดี | White to olive black | Strong Yellow | - | Verticillati chains |
| PTR41 | ดี | Strong orange to White | Strong Orange | - | Verticillati chains |
| PTR42 | ดี | Dark brown to White | Strong Yellowish Brow | - | Spiral chains |
| PTR43 | ดี | White to Dark grayish olive | Moderate Yellow | - | Looped spira |
| PTR44 | ดี | White to Dark olive brown | Strong Yellowish Brow | - | Verticillati chains |
| PTR45 | ดี | White to Olive black | Very Dark Green | - | Verticillati chains |

หมายเหตุ : การเจริญบนอาหาร ISP2 ดี = 7-14 วัน, ปานกลาง = 14-30 วัน, แย่ = มากกว่า 30 วัน

4.3 การเปรียบเทียบสีมาตรฐาน NBS/ISCC colour system กับสีของเส้นใยอากาศ สีของสปอร์ สีของเส้นใยอาหาร รงควัสดุที่ละลายน้ำได้ และลักษณะสปอร์ของ แอสคิโนมัยซีท

ไอโซเลท PTS01 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Moderate Orange Yellow to White โคลนிட้านล่างสี Deep Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์ลักษณะ Verticillati chains

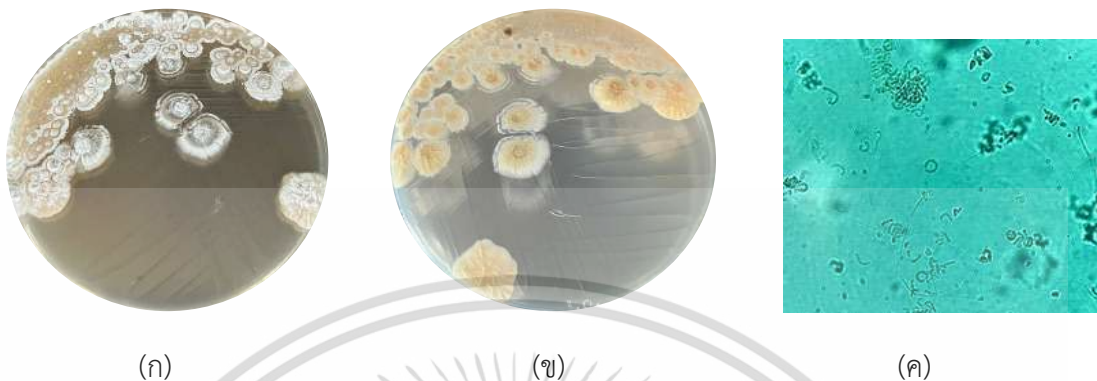


รูปที่ 4.5 ลักษณะของเชื้อแอสคิโนมัยซีทไอโซเลท PTS01 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTS02 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Grayish greenish yellow to Dark olive โคลนีด้านล่างสี Dark Yellowish Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.6 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS02 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS03 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark grayish olive โคลนีด้านล่างสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.7 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS013 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

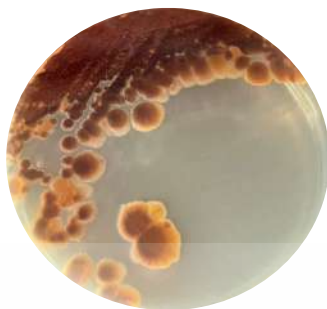
- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

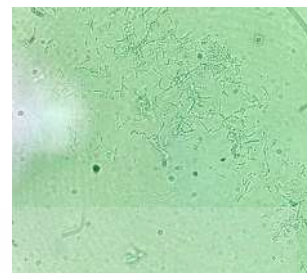
ไอโซเลท PTS04 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Greenish gray โคลินี้ด้านล่างสี Dark Brown สร้างรงควัตถุสี Deep Orange และสปอร์มีลักษณะ Rectiflexible chains



(ก)



(ข)

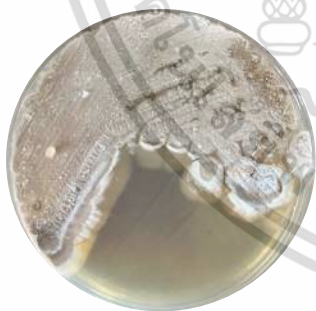


(ค)

รูปที่ 4.8 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS04 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS05 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark grayish green to Blackish green โคลินี้ด้านล่างสี Strong yellowish brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.9 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS05 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

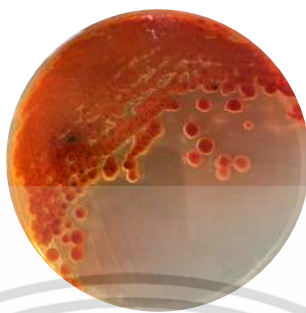
- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)

เอกสารนี้(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า) โยชนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

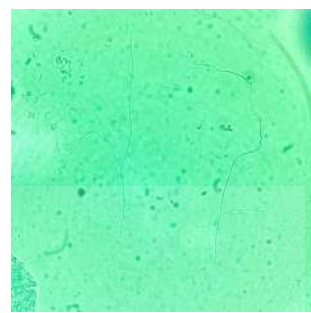
ไอโซเลท PTS06 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Greenish white to Greenish black โคลนนี้ด้านล่างสี Deep Reddish Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.10 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS06 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนนี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS07 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark olive brown to Yellowish white โคลนนี้ด้านล่างสี Moderate Yellowish Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.11 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS07 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)

- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนนี้ด้านล่าง (Reverse colony)

- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่มิได้เห็นแจ้งโดยชัดแจ้ง และต้องขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTS08 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark yellowish brown to White โคลนிட้านล่างสี Moderate Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Rectiflexible chains



รูปที่ 4.12 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมยีสที่ไอโซเลท PTS08 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS09 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Grayish olive green โคลนிட้านล่างสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Rectiflexible chains



รูปที่ 4.13 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมยีสที่ไอโซเลท PTS09 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)

(ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)

- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

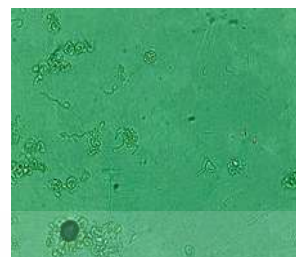
ไอโซเลท PTS10 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Deep brown to White โคลินี้ด้านล่างสี Dark Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



(ก)



(ข)

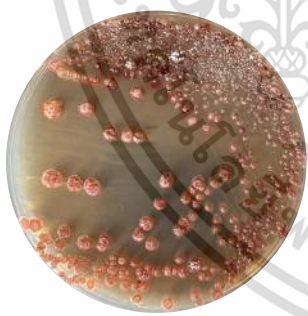


(ค)

รูปที่ 4.14 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS10 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS11 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Deep reddish brown to Pale yellowish pink โคลินี้ด้านล่างสี Strong Reddish Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Rectiflexible chains



(ก)



(ข)



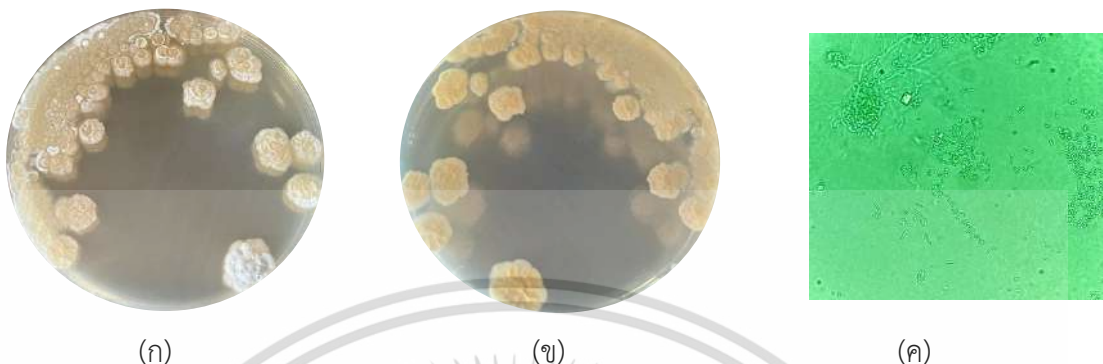
(ค)

รูปที่ 4.15 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS11 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTS12 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Grayish brown โคลนนี้ด้านล่างสี Grayish Greenish Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.16 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS12 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS13 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark brown to White โคลนนี้ด้านล่างสี Moderate Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira

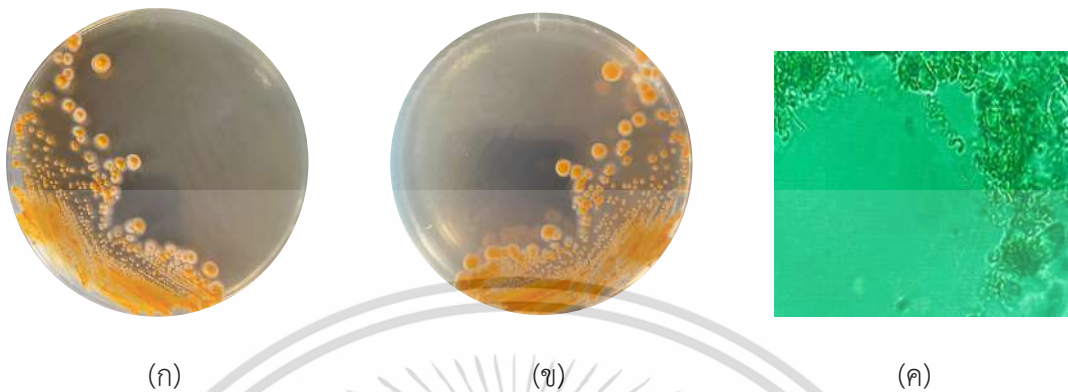


รูปที่ 4.17 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS13 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าเอกสารฉบับนี้เกี่ยวข้องกับงานวิชาการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTS14 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Strong orange to white โคลินี้ด้านล่างสี Deep orange yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.18 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS14 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS15 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Brilliant orange yellow to Deep red โคลินี้ด้านล่างสี Strong Reddish Brown รงควัตถุสี Strong orange และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



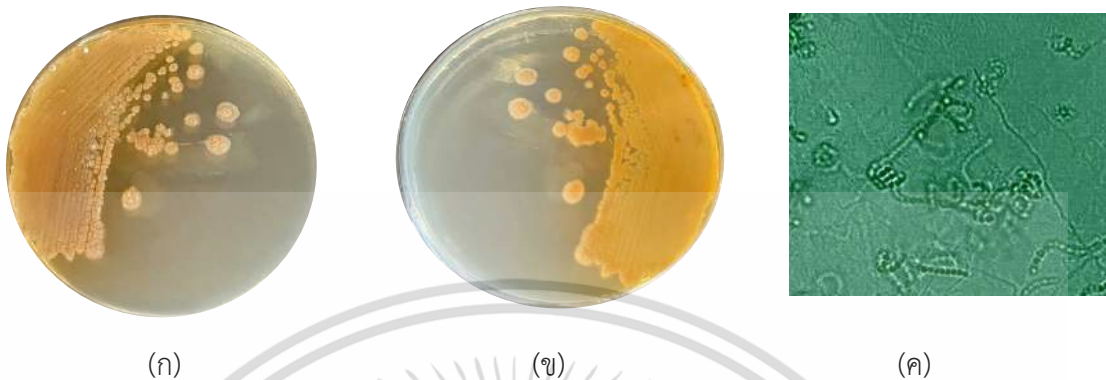
รูปที่ 4.19 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS16 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)

- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)

- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS16 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Light orange yellow to White โคลนிட้านล่างสี Vivid Orange Yellow รัศมีวัดดูสี Moderate Orange Yellow และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chain



รูปที่ 4.20 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS16 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS17 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Light yellowish pink to Vivid red โคลนிட้านล่างสี Deep Red ไม่สร้างรัศมีวัดดูละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains

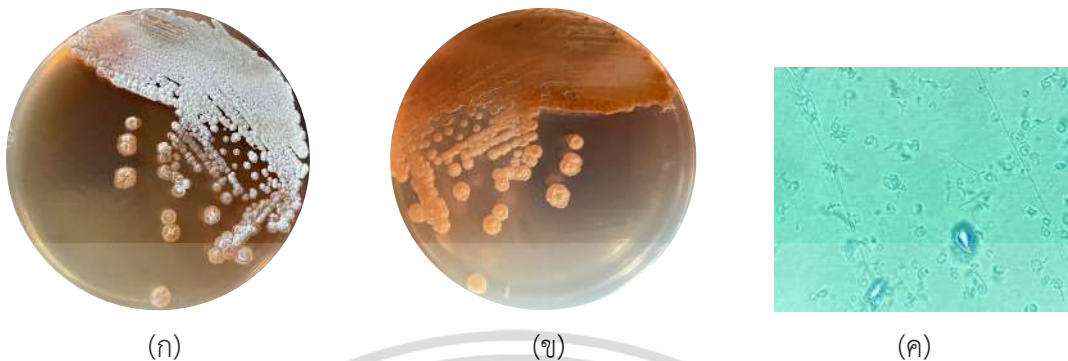


รูปที่ 4.21 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS17 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTS18 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Grayish gray โคลนนี้
ด้านล่างสี Deep Orange รงควัตถุสี Moderate Orange และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.22 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS18 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS19 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark grayish
yellowish brown โคลนด้านล่างสี Light Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มี
ลักษณะ Spiral chains



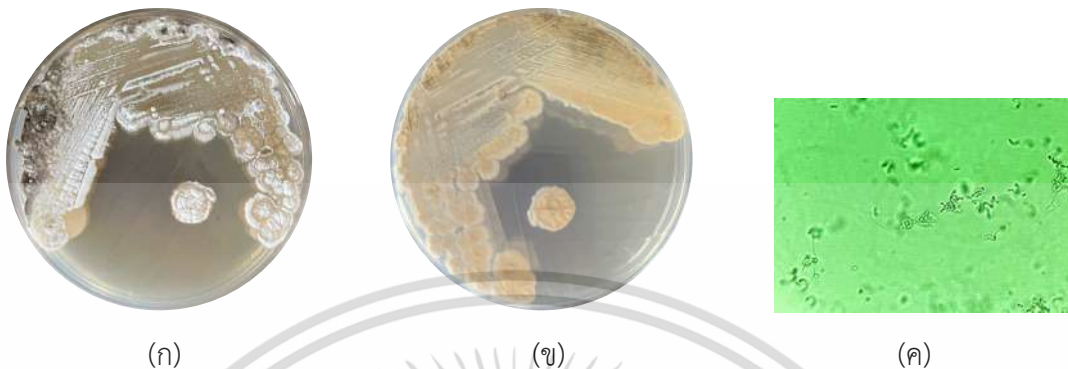
รูปที่ 4.23 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS19 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)

เอกสารนี้ (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTS20 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark grayish yellowish brown โคลนிட้านล่างสี Light Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.24 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS20 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTS21 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark grayish yellowish brown โคลนிட้านล่างสี Light Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



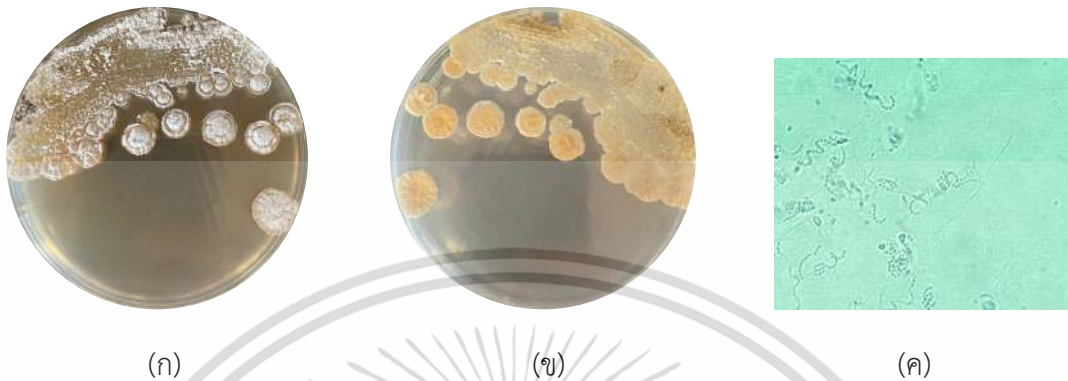
รูปที่ 4.25 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS21 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)

(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTS22 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark grayish yellowish brown โคลนிட้านล่างสี Light olive brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.26 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTS22 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR01 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive brown โคลนிட้านล่างสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains

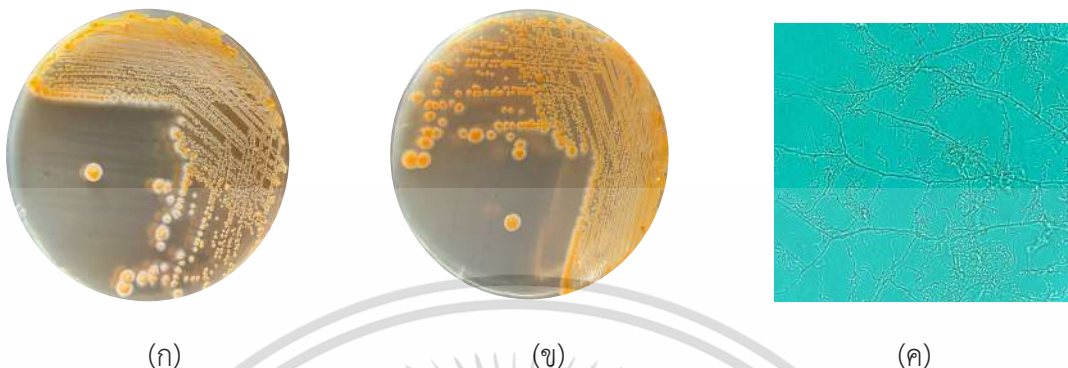


รูปที่ 4.27 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR01 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR02 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Brilliant orange yellow to White โคลนนี้ด้านล่างสี Vivid Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.28 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR02 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR03 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Brilliant orange yellow to White โคลนนี้ด้านล่างสี Vivid Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



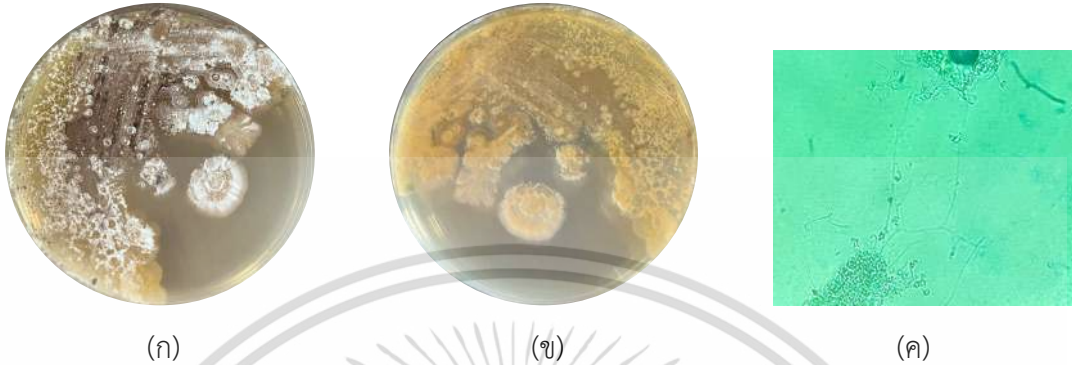
รูปที่ 4.29 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR03 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)

(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับควาใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR04 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark yellowish brown to White โคลนிட้านล่างสี Strong Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.30 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR04 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR05 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark yellowish brown to White โคลนிட้านล่างสี Moderate olive brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



รูปที่ 4.31 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR05 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)

(ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)

- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR06 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Very dark green โคลนிட้านล่างสี Light olive brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.32 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR06 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR07 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Greenish black to Dark olive brown โคลนிட้านล่างสี Very Dark Green ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira

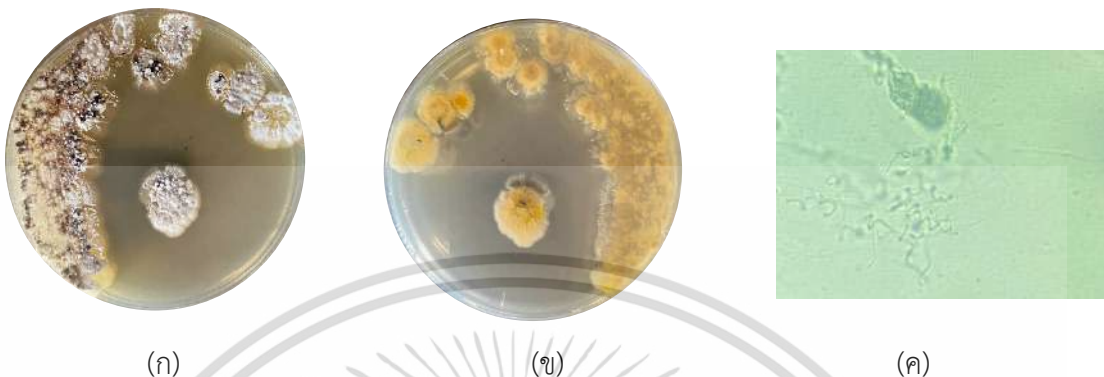


รูปที่ 4.33 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR07 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR08 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark yellowish brown โคลนிட้านล่างสี Vivid Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.34 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR08 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR09 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Very dark green โคลนிட้านล่างสี Light Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains

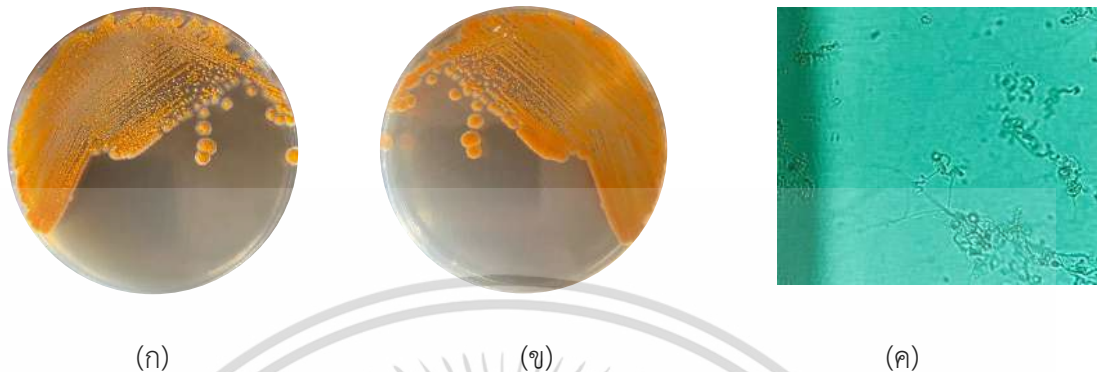


รูปที่ 4.35 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR09 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR10 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Brilliant orange yellow to White โคลนிட้านล่างสี Deep Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.36 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR10 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR11 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Strong red to Grayish olive โคลนிட้านล่างสี Deep Reddish Brown รงควัตถุสี Deep Reddish Orange และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains

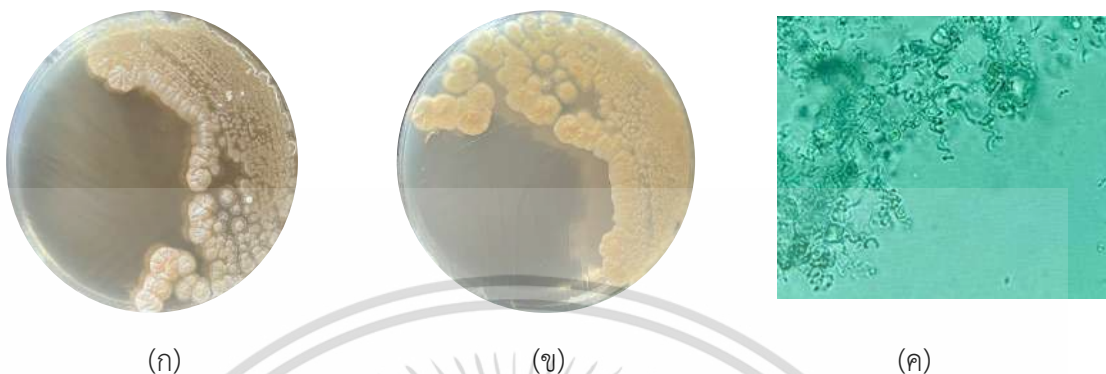


รูปที่ 4.37 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR11 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้สำหรับความรู้เท่านั้น เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR12 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Very dark green โคลนிட้านล่างสี Moderate Yellow รงควัตถุสี Yellowish Gray และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.38 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR12 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR13 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Brilliant orange yellow to White โคลนிட้านล่างสี Deep Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains

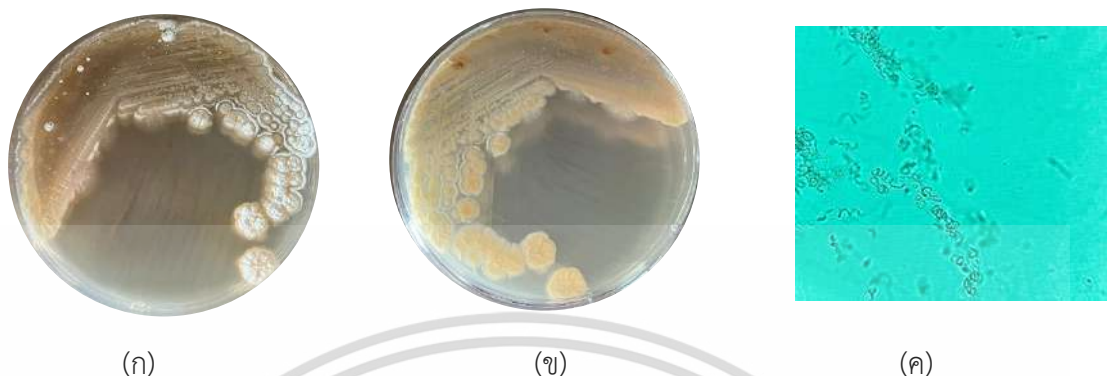


รูปที่ 4.39 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR13 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)

(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR14 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark olive to White โคลนนี้
ด้านล่างสี Light Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.40 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR14 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR15 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark brown to White โคลนนี้
ด้านล่างสี Strong Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains

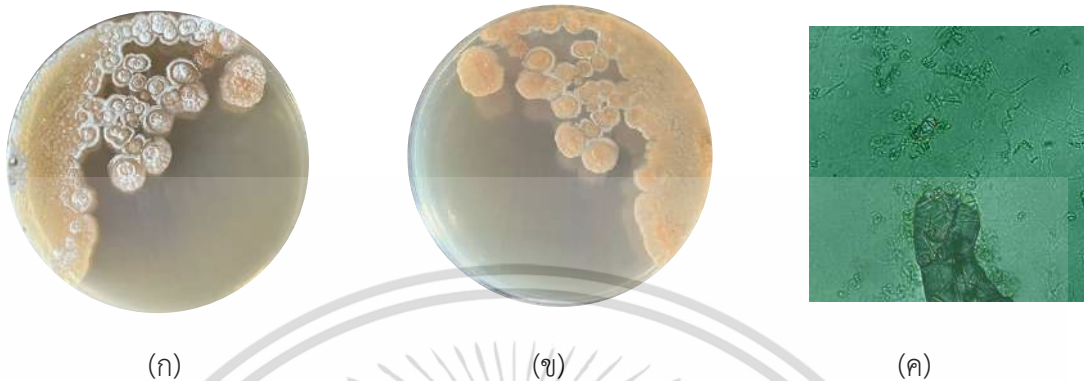


รูปที่ 4.41 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR15 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR16 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Very dark green โคลนนี้ด้านล่างสี Moderate Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.42 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมัยซิสไอโซเลท PTR16 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR17 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive brown โคลนนี้ด้านล่างสี Moderate Olive ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.43 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมัยซิสไอโซเลท PTR17 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

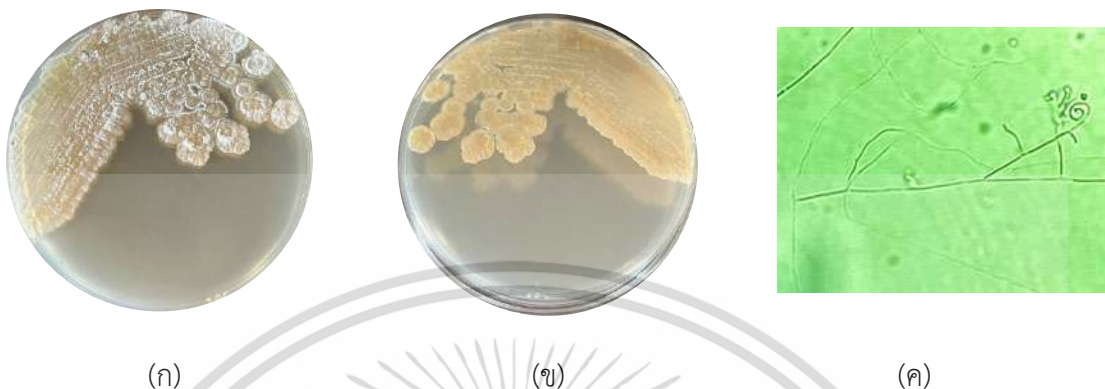
- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)

- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการใดก็ตามโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าที่มีการนำไปใช้

- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR18 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Very dark green โคลนนี้ด้านล่างสี Light Grayish Yellowish Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



รูปที่ 4.44 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR18 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR19 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive brown โคลนนี้ด้านล่างสี Very Dark Bluish Green ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira

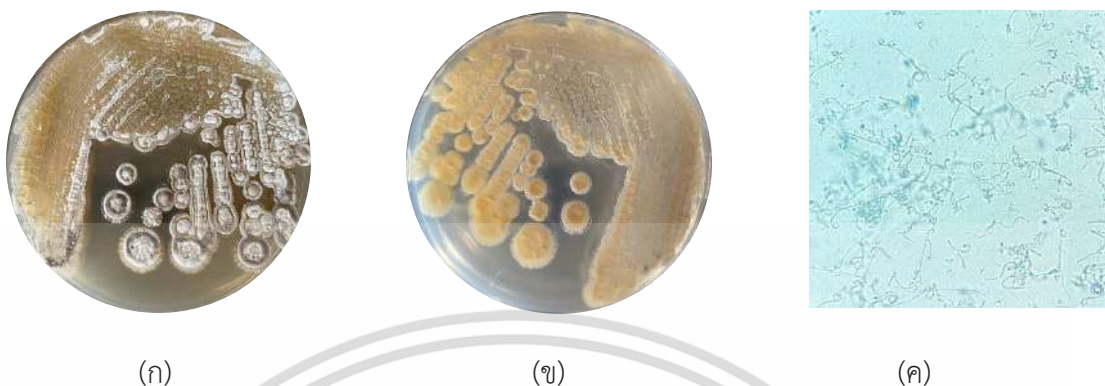


รูปที่ 4.45 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR19 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการนำเอกสารไปใช้ในรูปแบบใดก็ตาม หากมีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR20 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Very dark green โคลนிட้านล่างสี Dark Reddish Gray ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.46 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมยีสที่ไอโซเลท PTR20 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR21 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive โคลนிட้านล่างสี Brilliant Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira

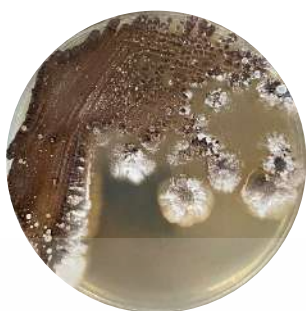


รูปที่ 4.47 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมยีสที่ไอโซเลท PTR21 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)

เอกสารนี้(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า) โยชนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR22 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive brown
โคโลนีด้านล่างสี Dark Olive ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.48 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR22 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR23 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Light greenish gray
โคโลนีด้านล่างสี Deep Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำและสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.49 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR23 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR24 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive brown โคลนிட้านล่างสี Dark Olive ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



(ก)



(ข)

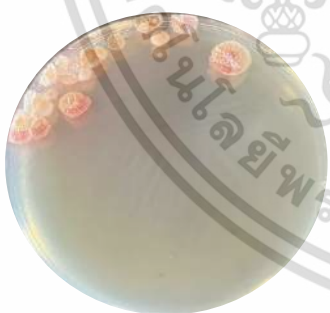


(ค)

รูปที่ 4.50 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR24 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

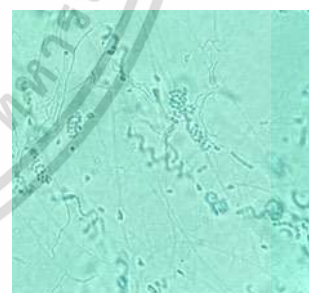
ไอโซเลท PTR25 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Deep reddish orange to White โคลนிட้านล่างสี Brilliant Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำและสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



(ก)



(ข)



(ค)

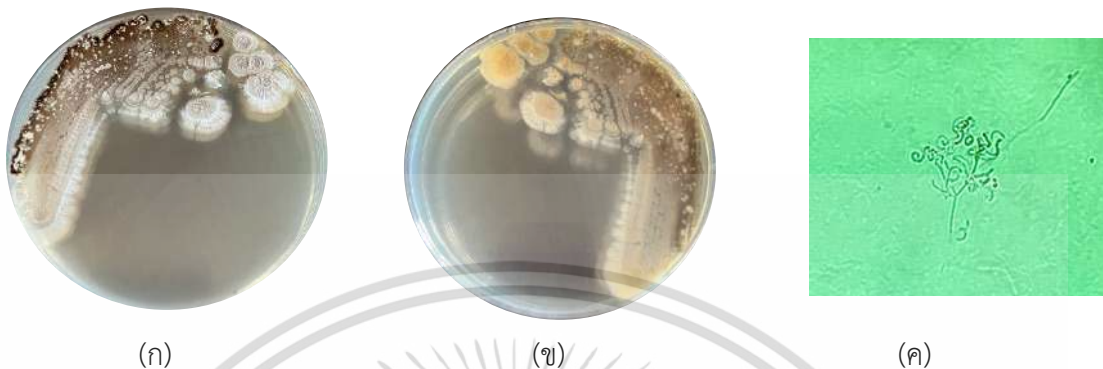
รูปที่ 4.51 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR25 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)

(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR26 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark brown to Moderate yellowish brown โคโลนีด้านล่างสี Dark Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำและสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.52 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTR26 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR27 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Deep reddish orange to White โคโลนีด้านล่างสี Deep Pink ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains

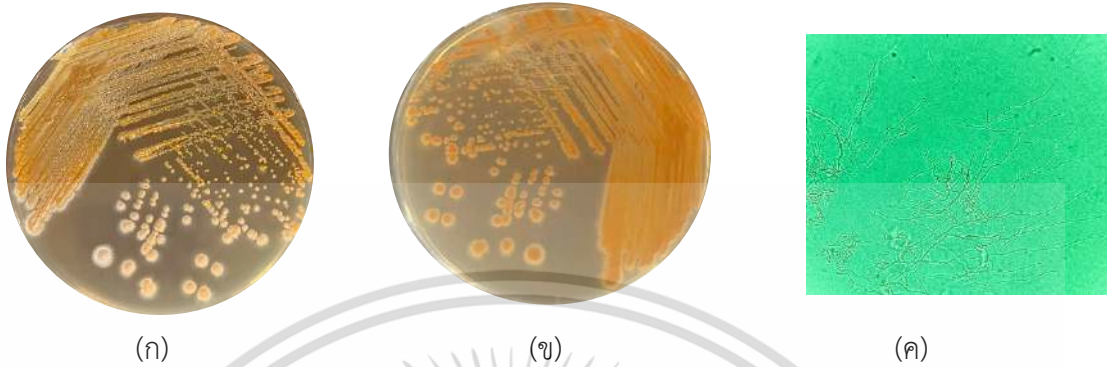


รูปที่ 4.53 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTR27 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคโลนีด้านล่าง (Reverse colony)

เอกสารนี้(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า) โยชนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR28 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Brilliant orange yellow to White โคลนிட้านล่างสี Strong Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Rectiflexible chains



รูปที่ 4.54 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR28 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR29 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Brilliant orange yellow to White โคลนிட้านล่างสี Deep Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.55 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR29 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับความรู้เท่านั้น เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

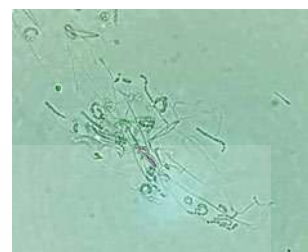
ไอโซเลท PTR30 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Grayish brown โคลนிட้านล่างสี Moderate Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Rectiflexible chains



(ก)



(ข)

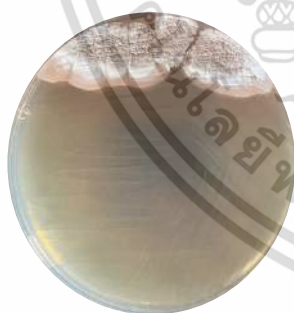


(ค)

รูปที่ 4.56 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR30 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

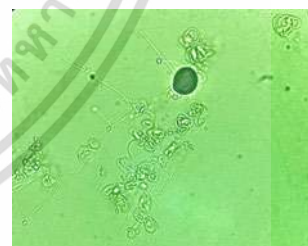
ไอโซเลท PTR31 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Grayish olive โคลนிட้านล่างสี Deep Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



(ก)



(ข)



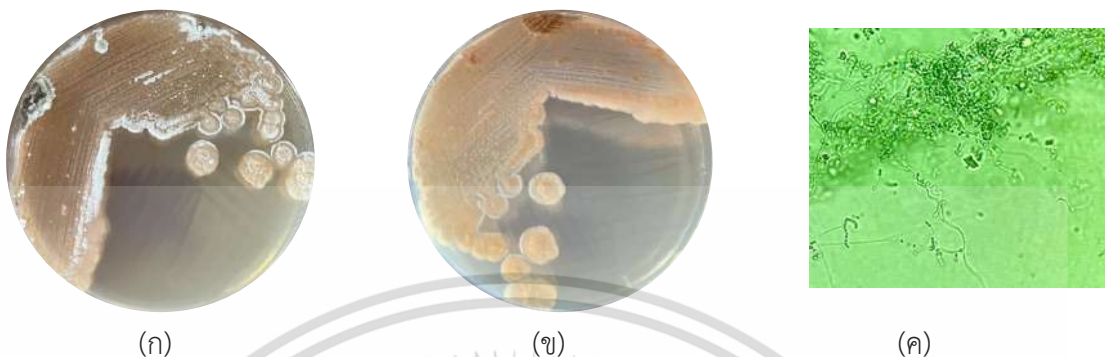
(ค)

รูปที่ 4.57 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR31 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่นำไปสู่นานาชาติเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR32 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Olive black โคลินี้ด้านล่างสี Moderate Yellowish Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.58 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR32 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR33 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Deep reddish orange to White โคลินี้ด้านล่างสี Strong Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.59 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR33 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)

เอกสารนี้ (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า) โยชนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

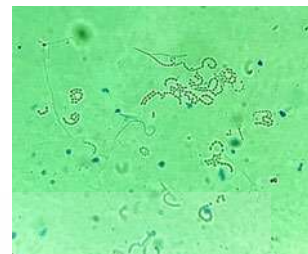
ไอโซเลท PTR34 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark brown โคลินี้ด้านล่างสี Deep Olive ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.60 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR34 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

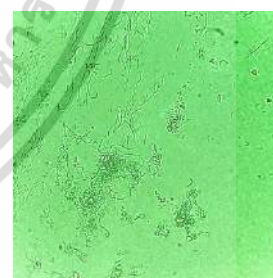
ไอโซเลท PTR35 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark yellowish brown โคลินี้ด้านล่างสี Moderate Olive ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



(ก)



(ข)



(ค)

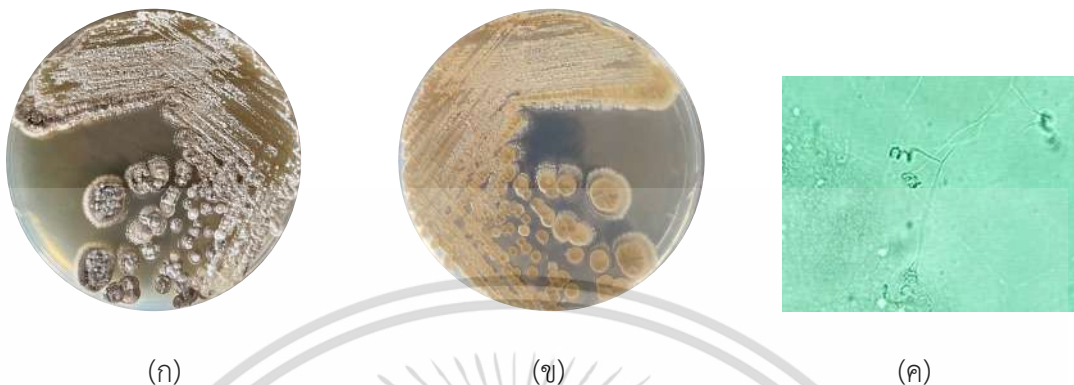
รูปที่ 4.61 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR35 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)

(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ โดยผู้จัดทำมีลิขสิทธิ์ในเอกสารนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR36 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Deep yellowish brown โคลนிட้านล่างสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



รูปที่ 4.62 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR36 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR37 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Strong brown โคลนிட้านล่างสี Dark Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Rectiflexible chains



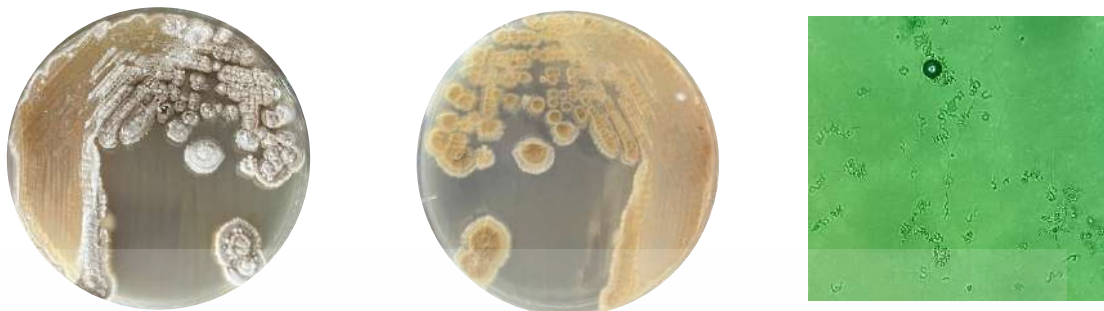
รูปที่ 4.63 ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR37 ที่เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)

(ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แบบสงวนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR38 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive โคลินี้
ด้านล่างสี Moderate Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.64 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR38 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR39 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive brown
โคลินี้ด้านล่างสี Brilliant Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



(ก)

(ข)

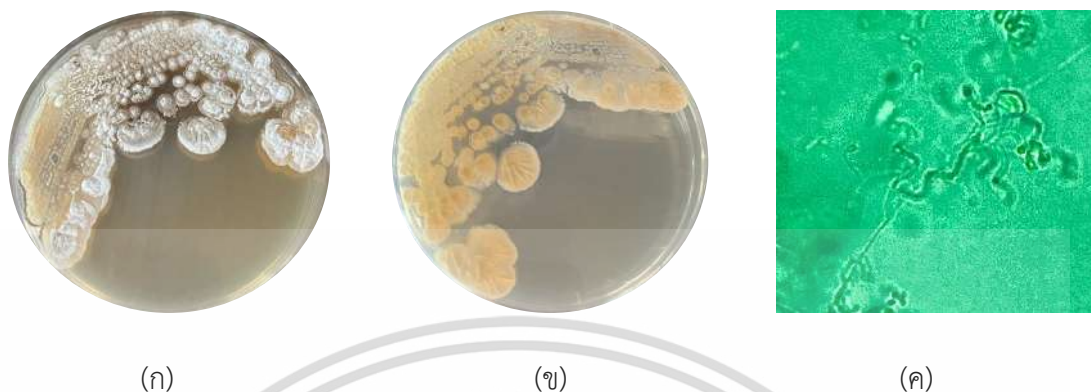
(ค)

รูปที่ 4.65 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR39 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR40 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to olive black โคลินี้
ด้านล่างสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.66 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR40 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR41 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Strong orange to White โคลินี้
ด้านล่างสี Strong Orange ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.67 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR41 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

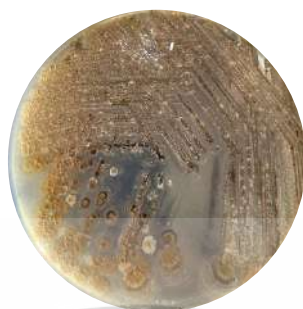
- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลินี้ด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

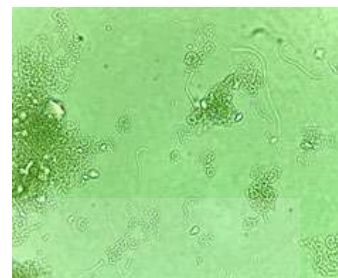
ไอโซเลท PTR42 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี Dark brown to White โคลนนี้
ด้านล่างสี Strong Yellowish Brow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Spiral chains



(ก)



(ข)

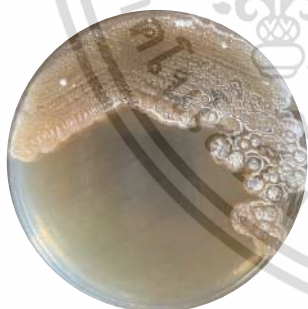


(ค)

รูปที่ 4.68 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR42 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR43 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark grayish olive
โคลนด้านล่างสี Moderate Yellow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Looped spira



(ก)



(ข)



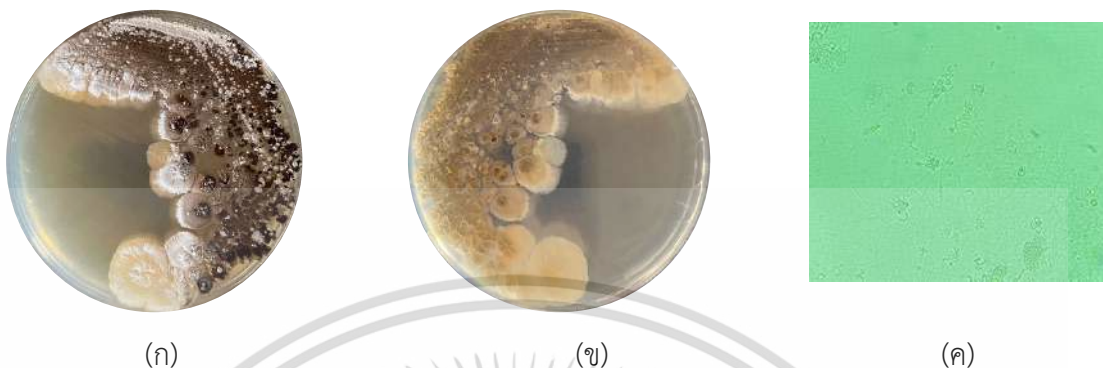
(ค)

รูปที่ 4.69 ลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลท PTR43 ที่เจริญบนอาหาร International
Streptomyces Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนด้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอโซเลท PTR44 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Dark olive brown โคลนிட้านล่างสี Strong Yellowish Brow ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.70 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมยีสที่ไอโซเลท PTR44 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ไอโซเลท PTR45 สร้างเส้นใยอากาศและสปอร์อยู่ในช่วงสี White to Olive black โคลนிட้านล่างสี Very Dark Green ไม่สร้างรงควัตถุละลายน้ำ และสปอร์มีลักษณะ Verticillati chains



รูปที่ 4.71 ลักษณะของเชื้อแอสโตโมยีสที่ไอโซเลท PTR45 ที่เจริญบนอาหาร International *Streptomyces* Project medium no.2 ระยะเวลา 7-14 วัน

- (ก) แสดงลักษณะการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass)
- (ข) แสดงลักษณะการสร้างโคลนிட้านล่าง (Reverse colony)
- (ค) แสดงเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)






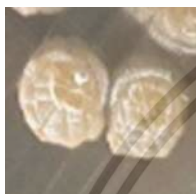
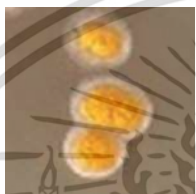
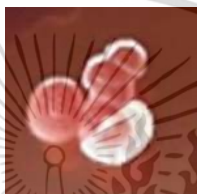


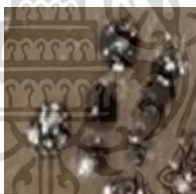

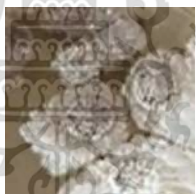

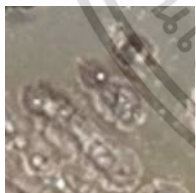

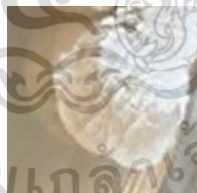
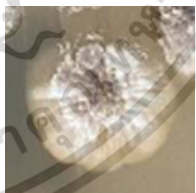





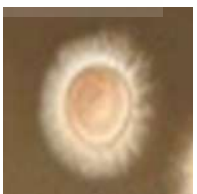
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะโคโลนีเดี่ยวของแอสคิโนมัยสีทจำนวน 67 ไอโซเลท

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| PTS01 | PTS02 | PTS03 | PTS04 | PTS05 |
|  |  |  |  |  |
| PTS06 | PTS07 | PTS08 | PTS09 | PTS10 |
|  |  |  |  |  |
| PTS11 | PTS12 | PTS13 | PTS14 | PTS15 |
|  |  |  |  |  |
| PTS16 | PTS17 | PTS18 | PTS19 | PTS20 |
|  |  |  |  |  |
| PTS21 | PTS22 | PTR01 | PTR02 | PTR03 |
|  |  |  |  |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะโคโลนีเดี่ยวของแอสคิโนมัยสีทจำนวน 67 ไอโซเลท (ต่อ)

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| PTR04 | PTR05 | PTR06 | PTR07 | PTR08 |
|  |  |  |  |  |
| PTR09 | PTR10 | PTR11 | PTR12 | PTR13 |
|  |  |  |  |  |
| PTR14 | PTR15 | PTR16 | PTR17 | PTR18 |
|  |  |  |  |  |
| PTR19 | PTR20 | PTR21 | PTR22 | PTR23 |
|  |  |  |  |  |
| PTR24 | PTR25 | PTR26 | PTR27 | PTR28 |
|  |  |  |  |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะโคโลนีเดี่ยวของแอสคิโนมัยสีทจำนวน 67 ไอโซเลท (ต่อ)

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| PTR29 | PTR30 | PTR31 | PTR32 | PTR33 |
|  |  |  |  |  |
| PTR34 | PTR35 | PTR36 | PTR37 | PTR38 |
|  |  |  |  |  |
| PTR39 | PTR40 | PTR41 | PTR42 | PTR43 |
|  |  |  |  |  |
| PTR44 | PTR45 | | | |
|  |  | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในข้าว (Antimicrobial Activities)

4.4.1 แอคติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์ยับยั้งราก่อโรคข้าว (Antagonistic of fungal)

เลี้ยงเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC 2666 บนอาหาร PDA (ภาคผนวก ข) เป็นระยะเวลา 6 วัน



รูปที่ 4.72 (ก) แสดงลักษณะการเจริญของ *Rhizoctonia solani* DOAC 2666 บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
(ข) ลักษณะของเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า (Nagaraj *et al.* 2019)

การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราทดสอบ *R. solani* DOAC 2666 ที่ก่อโรคกาบใบแห้งในข้าวของเชื้อแอคติโนมัยสีททุกไอโซเลท ด้วยวิธี Dual culture (วิธีการทดลอง 3.9) ขีดแอคติโนมัยสีทเป็นเส้นตรงบนอาหาร PDA ห่างจากขอบเพลท 2 เซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นใช้ cork borer เบอร์ 4 เจาะเชื้อราทดสอบที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วันจนเกิดเว้าในใยสีขาว วางตรงข้ามกับรอยของเชื้อแอคติโนมัยสีท นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นวัดรัศมีของการเจริญของเชื้อ *R. solani* DOAC 2666 และประเมินฤทธิ์ต้านเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 โดยอ้างอิงการจัดกลุ่มของ Soyong ปี 1999 ดังนี้

| | |
|--|--------|
| กลุ่มที่ 1 สามารถยับยั้งได้ในระดับต่ำ (low) | < 50% |
| กลุ่มที่ 2 สามารถยับยั้งได้ในระดับปานกลาง (medium) | 51-60% |
| กลุ่มที่ 3 สามารถยับยั้งได้ในระดับสูง (high) | 61-74% |

เอกสารนี้เป็นเอกสารกลุ่มที่ 4 สามารถยับยั้งได้ในระดับสูงมาก (very high) อนุญาต > 75% ให้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอดติโนมายส์ที่ใช้ในการศึกษาสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรากลุ่มอโรครีได้ระดับสูงมาก (very high) มีจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ PTR31, PTR36 และ PTR40 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 76.19%, 85.71% (ตารางที่ 4.5)

ไอโซเลทที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ในระดับสูง (high) มีจำนวน 9 ไอโซเลท ได้แก่ PTS02, PTS09, PTS21, PTS22, PTR06, PTR14, PTR16, PTR24 และ PTR38

ไอโซเลทที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ในระดับปานกลาง (medium) มีจำนวน 13 ไอโซเลท ได้แก่ PTS07, PTS08, PTS19, PTS20, PTR01, PTR07, PTR08, PTR15, PTR22, PTR26, PTR35, PTR37 และ PTR42

ไอโซเลทที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ในระดับต่ำ (low) มีจำนวน 33 ไอโซเลท ได้แก่ PTS01, PTS03, PTS05, PTS06, PTS10, PTS12, PTS13, PTS16, PTS17, PTS18, PTR04, PTR05, PTR09, PTR11, PTR12, PTR13, PTR17, PTR18, PTR19, PTR20, PTR21, PTR23, PTR25, PTR27, PTR28, PTR29, PTR30, PTR32, PTR34, PTR39, PTR43, PTR44 และ PTR45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยสีท
จำนวน 67 ไอโซเลท

| หมายเลขไอโซเลท | รัศมี (R2) (มิลลิเมตร) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%) |
|----------------|---------------------------|------------------------------|
| PTS01 | 57 | 9.52 |
| PTS02 | 21 | 66.67 |
| PTS03 | 33 | 47.62 |
| PTS04 | - | - |
| PTS05 | 35 | 44.44 |
| PTS06 | 40 | 36.51 |
| PTS07 | 30 | 52.38 |
| PTS08 | 26 | 58.73 |
| PTS09 | 24 | 61.90 |
| PTS10 | 45 | 28.57 |
| PTS11 | - | - |
| PTS12 | 38 | 39.68 |
| PTS13 | 44 | 30.16 |
| PTS14 | - | - |
| PTS15 | - | - |
| PTS16 | 51 | 19.05 |
| PTS17 | 58 | 7.94 |
| PTS18 | 45 | 28.57 |
| PTS19 | 27 | 57.14 |
| PTS20 | 26 | 58.73 |
| PTS21 | 24 | 61.90 |
| PTS22 | 21 | 66.67 |
| PTR01 | 25 | 60.32 |
| PTR02 | - | - |
| PTR03 | - | - |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเจ้าหน้าที่งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
หมายเหตุ :- คือไม่เกิดการยับยั้ง R1 (control plate) = 63 มิลลิเมตร
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยสีท จำนวน 67 ไอโซเลท (ต่อ)

| หมายเลขไอโซเลท | รัศมี (R2) (มิลลิเมตร) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%) |
|----------------|---------------------------|------------------------------|
| PTR04 | 32 | 49.21 |
| PTR05 | 38 | 39.68 |
| PTR06 | 21 | 66.67 |
| PTR07 | 30 | 52.38 |
| PTR08 | 29 | 53.97 |
| PTR09 | 48 | 23.81 |
| PTR10 | - | - |
| PTR11 | 44 | 30.16 |
| PTR12 | 37 | 41.27 |
| PTR13 | 53 | 15.87 |
| PTR14 | 20 | 68.25 |
| PTR15 | 31 | 50.79 |
| PTR16 | 20 | 68.25 |
| PTR17 | 37 | 41.27 |
| PTR18 | 37 | 41.27 |
| PTR19 | 33 | 47.62 |
| PTR20 | 36 | 42.86 |
| PTR21 | 36 | 42.86 |
| PTR22 | 28 | 55.56 |
| PTR23 | 34 | 46.03 |
| PTR24 | 23 | 63.49 |
| PTR25 | 39 | 38.10 |
| PTR26 | 31 | 50.79 |
| PTR27 | 50 | 20.63 |

หมายเหตุ : - คือไม่เกิดการยับยั้ง

R1 (control plate) = 63 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยสีท จำนวน 67 ไอโซเลท (ต่อ)

| หมายเลขไอโซเลท | รัศมี (R2) (มิลลิเมตร) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%) |
|----------------|---------------------------|------------------------------|
| PTR28 | 52 | 17.46 |
| PTR29 | 35 | 44.44 |
| PTR30 | 33 | 47.62 |
| PTR31 | 15 | 76.19 |
| PTR32 | 39 | 38.10 |
| PTR33 | - | - |
| PTR34 | 34 | 46.03 |
| PTR35 | 27 | 57.14 |
| PTR36 | 9 | 85.71 |
| PTR37 | 28 | 55.56 |
| PTR38 | 18 | 71.43 |
| PTR39 | 38 | 39.68 |
| PTR40 | 16 | 74.60 |
| PTR41 | - | - |
| PTR42 | 26 | 58.73 |
| PTR43 | 32 | 49.21 |
| PTR44 | 46 | 26.98 |
| PTR45 | 39 | 38.10 |

หมายเหตุ : - คือไม่เกิดการยับยั้ง R1 (control plate) = 63 มิลลิเมตร

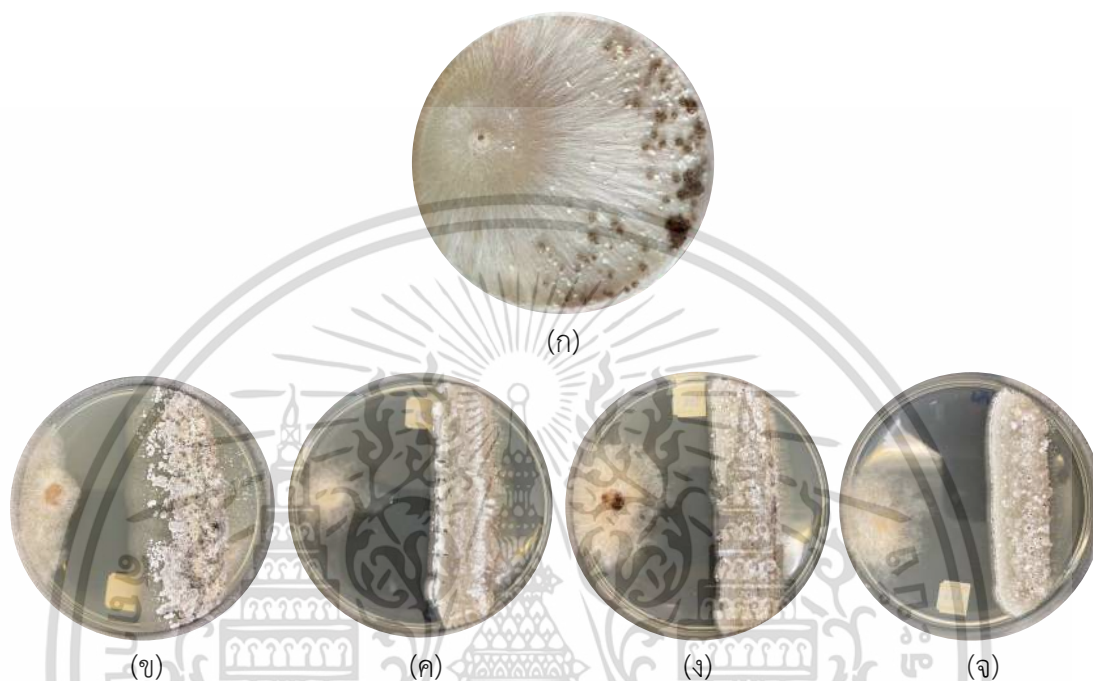
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (PIRG)} = \{(R1-R2)/R1\} \times 100$$

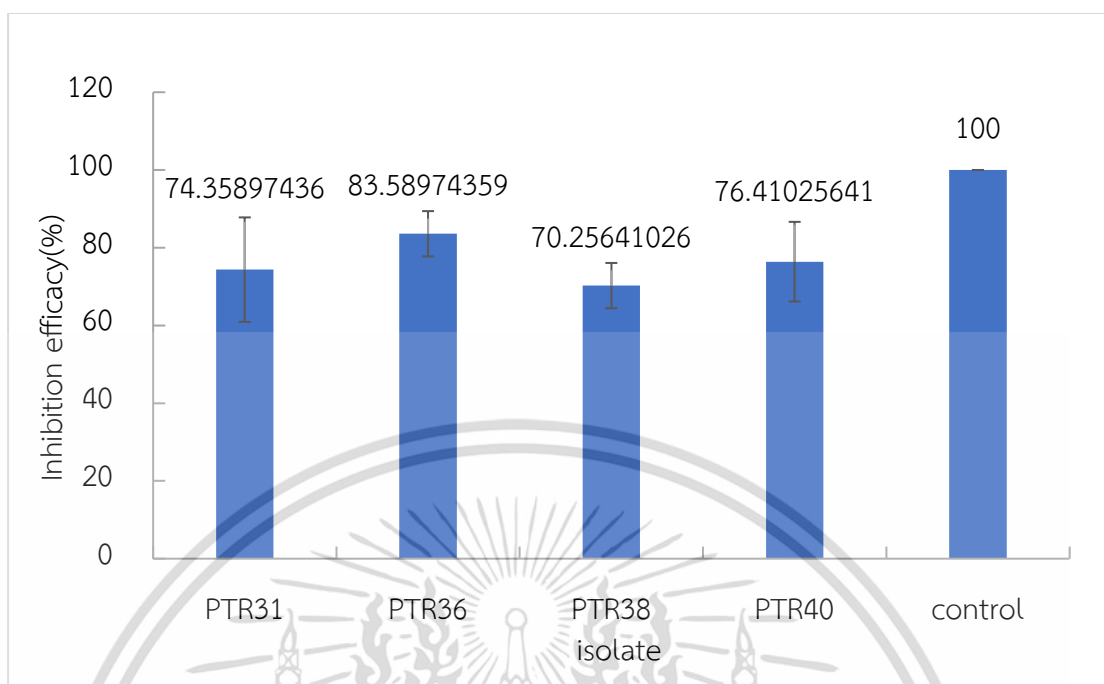
โดยที่ R1 คือ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของ *R. solani* DOAC 2666 เฟลทควบคุม

R2 คือ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง *R. solani* DOAC 2666 เฟลททดลอง



รูปที่ 4.73 ผลการทดลองการยับยั้งเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่มีผลการยับยั้งมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์

(ก) Control, (ข) PTR31, (ค) PTR36, (ง) PTR38 และ (จ) PTR40



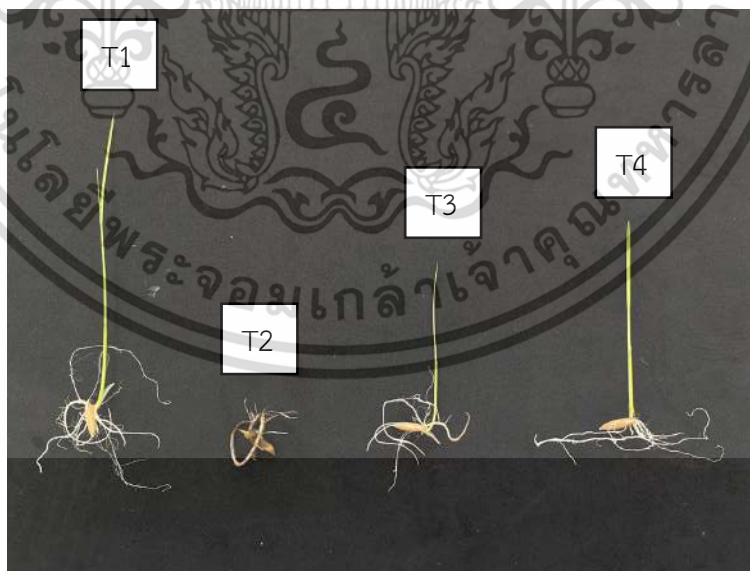
รูปที่ 4.74 กราฟแสดงผลการยับยั้ง (%inhibition) เชื้อราของแอคติโนมัยสีทที่มีผลการยับยั้งมากกว่า 70% ต่อ *R. solani* DOAC 2666

จากรูปที่ 4.74 แสดงฤทธิ์การต้านเชื้อราของแอคติโนมัยสีทที่มีผลการยับยั้ง *R. solani* DOAC2666 มากกว่า 70% อ้างอิงจากงานวิจัยของ Suryawanshi *et al.*, 2020 ที่เลือกไอโซเลทของแอคติโนมัยสีทที่มีผลการยับยั้งเชื้อรา *R. solani* มากกว่า 70% มาทำการทดสอบยืนยันโดยการใช้อคติโนมัยสีทเป็นตัวควบคุมทางชีวภาพที่สามารถยับยั้งโรคกาบใบแห้งในข้าว จากผลการทดลองพบว่าไอโซเลท PTR31, PTR36 และ PTR40 แสดงอัตราการยับยั้งของเชื้อราเป็น 76.19%, 85.71% และ 74.60% ตามลำดับ สามารถประเมินฤทธิ์การต้านเชื้อราโดยจัดอยู่ในกลุ่มที่ 4 คือสามารถยับยั้งได้ในระดับสูงมาก (very high) อยู่ในช่วง มากกว่า 75% ส่วนไอโซเลท PTR38 แสดงอัตราการยับยั้งเชื้อราเป็น 71.43% จัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 คือสามารถยับยั้งได้ในระดับสูง (high) อยู่ในช่วง 61-75% ตามเกณฑ์การจัดกลุ่มของ Soytong ปี 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การทดสอบผลของแอกติโนมัยสีทต่อการงอกของเมล็ดข้าว

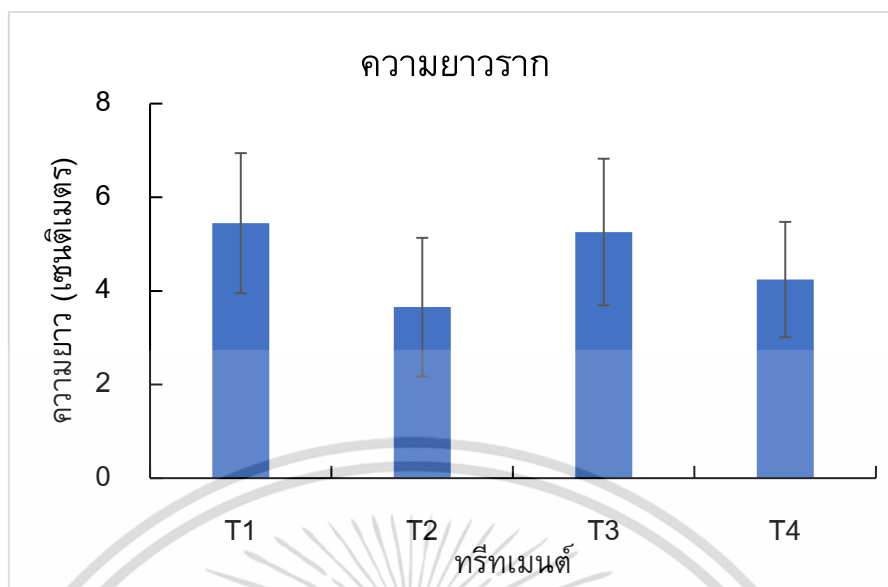
จากการทดลองเบื้องต้นทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *R. solani* DOAC2666 ด้วยวิธี Dual culture แอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTR36 ที่มีฤทธิ์ยับยั้งสูงสุดที่ 85.71% นำมาทดสอบการและการยับยั้งเชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง (*R. solani* DOAC2666) T1) PTE2408011: แอกติโนมัยสีท ความยาวรากเฉลี่ย 5.446 เซนติเมตร และลำต้นเฉลี่ย 4.908 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาวมากที่สุด, T2) *R. solani* DOAC2666: เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง พบการติดเชื้อบริเวณราก ลักษณะสีน้ำตาล ความยาวเฉลี่ย 3.652 เซนติเมตร และลำต้นมีความยาวน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.088 เซนติเมตร, T3) *R. solani* DOAC2666+ PTR36 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง+แอกติโนมัยสีท มีการเจริญเติบโตของรากเฉลี่ย 5.258 เซนติเมตร และลำต้นเฉลี่ย 2.476 เซนติเมตร เนื่องจากแอกติโนมัยสีทมีส่วนช่วยในการยับยั้งเชื้อรา *R. solani* DOAC2666 และ T4) ตัวควบคุม มีการเจริญเติบโตตามปกติ ความยาวราก เฉลี่ย 4.242 เซนติเมตร ความยาวลำต้นเฉลี่ย 3.650 เซนติเมตร (รูปที่ 4.75 และ 4.76) จากการทดลองของ Teo *et al.*, 2021 แอกติโนมัยสีท *Streptomyces lydicus* R07-06 ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *R. solani* เมื่อทำการทดลองในหลอดทดลอง พบว่าแอกติโนมัยสีทมีส่วนช่วยให้รากและลำต้นเจริญได้ดีมากขึ้น ให้ผลสอดคล้องกับความสามารถในการผลิตซิเดอโรฟอรัส (siderophore) และการละลายฟอสเฟต และการทดลองของ Suryawanshi *et al.*, 2020 แยกไอโซเลท *Streptomyces* sp. บริเวณรากข้าวพบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *R. solani* สามารถควบคุมโรคได้มากกว่า 70% และเพิ่มความยาวของรากและลำต้นของต้นข้าว อีกทั้งยังมีฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 4.75 แสดงผลการงอกของเมล็ดข้าวเมื่อครบระยะเวลา 7 วัน

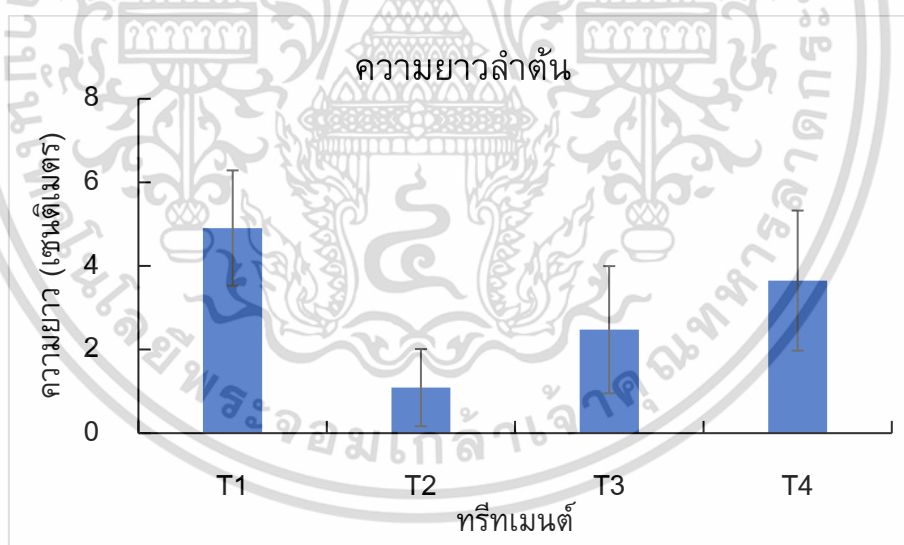
หมายเหตุ : T1) PTR36: แอกติโนมัยสีท, T2) *R. solani* DOAC2666 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง, T3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
R. solani DOAC2666 + PTR36 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง+แอกติโนมัยสีท และ T4) ตัวควบคุม
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.76 แสดงผลเปรียบเทียบความยาวของรากของแต่ละทรีทเมนต์

หมายเหตุ : T1) PTR36, T2) *R. solani* DOAC2666, T3) *R. solani* DOAC2666 + PTR36 และ T4) ตัวควบคุม



รูปที่ 4.77 แสดงผลเปรียบเทียบความยาวของลำต้นของแต่ละทรีทเมนต์

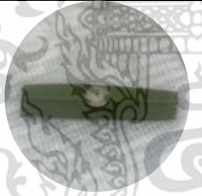




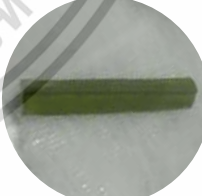






หมายเหตุ : T1) PTR36, T2) *R. solani* DOAC2666, T3) *R. solani* DOAC2666 + PTR36 และ T4) ตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การทดสอบผลของแอคติโนมัยสีทที่มีผลต่อใบข้าว




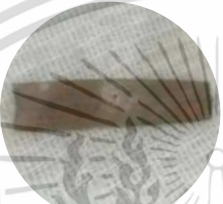




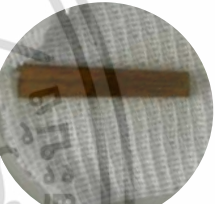
แอคติโนมัยสีทไอโซเลท PTR36 มีส่วนช่วยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* DOAC2666 ผลการทดลอง : T1) *R. solani* DOAC 2666 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง เมื่อครบระยะเวลา 7 วัน ดัชนีการเกิดโรคอยู่ที่ระดับที่ 4 คือมีการกระจายตัวของเส้นใยทั่วใบข้าวและพบจุดสีน้ำตาลๆบริเวณใบข้าว, T2) *R. solani* DOAC 2666 + PTR36 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง+แอคติโนมัยสีท เมื่อครบระยะเวลา 12 วันพบว่าดัชนีการเกิดโรคอยู่ที่ระดับที่ 3 คือมีการเจริญของเส้นใยเชื้อรามากกว่า 70% และแอคติโนมัยสีทมีส่วนช่วยในการชะลอการเกิดโรคกาบใบแห้ง เนื่องจากไม่พบจุดสีน้ำตาลเหมือน T2 และ T3) ตัวควบคุม เมื่อครบระยะเวลา 12 วัน ใบมีลักษณะเหี่ยวแห้งตามปกติของใบข้าวไม่พบรอยโรค (ตารางที่ 4.6, รูปที่ 4.77) จากการทดลองของ (Ohike *et al*, 2018) พบว่าเชื้อแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ KT กับเชื้อรา *Bipolaris oryzae* ซึ่งก่อโรคใบไหม้ในพืชตระกูลข้าว เช่น ข้าว ข้าวโพดและข้าวสาลี เป็นต้น ผลที่ได้คือเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในการทดลองที่มีแอคติโนมัยสีท แสดงว่าแอคติโนมัยสีทมีส่วนช่วยในการยับยั้งการเจริญบนใบข้าว

ตารางที่ 4.6 ผลการเจริญของ *R. solani* DOAC2666 บนใบข้าว ในวันที่ 0, 4, 6, 8, 10 และ 12

| ระยะเวลา (วัน) | ทรีทเมนต์ | | |
|----------------|---|--|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| 0 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |

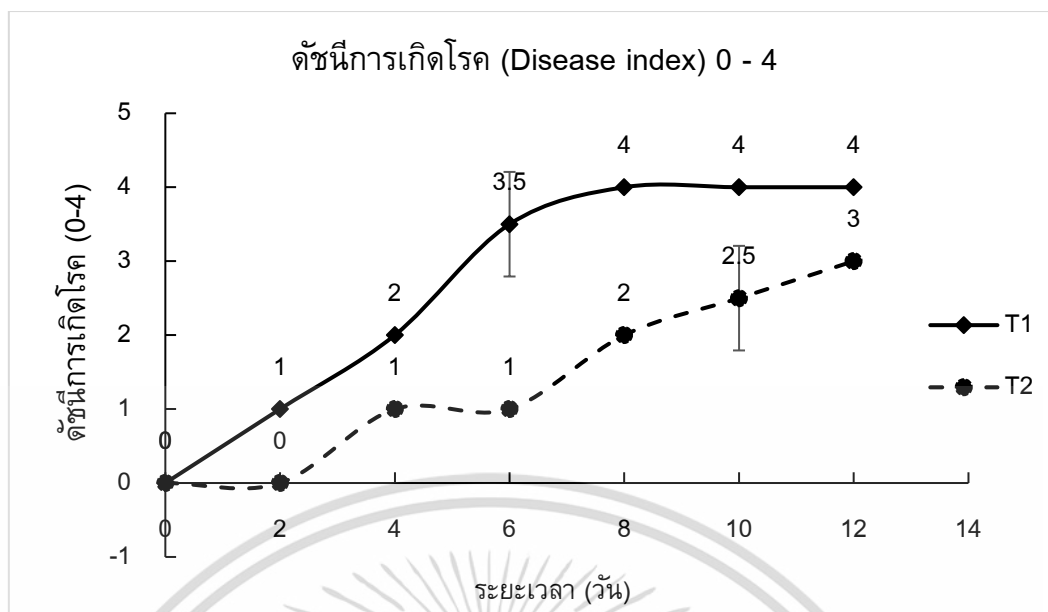
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ กรุณาแจ้งผู้จัดทำเอกสารก่อนการเผยแพร่

ตารางที่ 4.6 ผลการเจริญของ *R. solani* DOAC2666 บนใบข้าว ในวันที่ 0, 4, 6, 8, 10 และ 12 (ต่อ)

| ระยะเวลา (วัน) | ทรีทเมนต์ | | |
|----------------|--|---|--|
| | T1 | T2 | T3 |
| 8 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |

หมายเหตุ : T1) *R. solani* DOAC 2666 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง, T2) *R. solani* DOAC 2666+ PTR36 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง+แอคติโนมัยสีท และ T3) ตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.78 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *R. solani* DOAC2666 บริเวณใบข้าวระยะเวลา 12 วัน กำหนดดัชนีการเกิดโรค (Disease index) 0-4 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ
 วัดค่าดัชนีการเกิดโรคของเชื้อราให้ค่า 0-4 (Disease severity was evaluated according to the leaf area covered by the fungus by the following 0-4 indexes) : 0) ไม่เกิดโรค (no disease), 1) พบการเจริญของเส้นใยรารอบชิ้นวุ้น (hyphal formation around the agar pieces), 2) การเจริญของเส้นใยน้อยกว่า 50% (hyphal coverage of less than 50%), 3) การเจริญของเส้นใย 50-70% (hyphal coverage of 50-80%) และ 4) พบการเจริญของเส้นใย 100% (completely covered with hypha)
 หมายเหตุ : T1 คือ *R. solani* DOAC2666 และ T2 คือ *R. solani* DOAC2666 + PTR36

4.5 สารออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (In vitro screening of plant growth -promoting (PGP) activity)

แอสทรีโนไมด์ 4 ไอโซเลทที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทดสอบมากที่สุด 4 อันดับแรก ได้รับการศึกษาการผลิตกรดอินโดลอะซีติก (Indole-3-acetic acid), การละลายของฟอสเฟต (Phosphate solubilization), การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide), การผลิตแอมโมเนีย (Ammonia production) และการสร้างสารซิดโรเฟอร์ (Siderophore production) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงผลของสารออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (In vitro screening of plant growth -promoting (PGP) activity)

| หมายเลขไอโซเลท | IAA | Phosphate | HCN | Ammonia | Siderophore |
|----------------|-----|-----------|-----|---------|-------------|
| PTR31 | + | - | - | + | + |
| PTR36 | + | - | - | + | + |
| PTR38 | + | - | - | + | + |
| PTR40 | + | - | - | + | + |

หมายเหตุ : (+) หมายถึง สร้างสารออกฤทธิ์ได้ (-) หมายถึง ไม่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ได้

4.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพการสังเคราะห์ฮอร์โมน IAA (Indole-3-acetic acid)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแอคติโนมัยซีทในการผลิตสาร IAA ทั้งหมด 4 ไอโซเลท (ภาคผนวก ข, ตารางที่ 1, รูปที่ 4.79) ในอาหารเหลว ISP2 ที่เติม 0.2% tryptophan หลังจากเติม Salkowsky's reagent จะปรากฏเป็นสีชมพูบนอาหาร ISP2 ที่เติม 0.2% tryptophan ผลการทดสอบพบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีททั้ง 4 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท PTR31, PTR36, PTR38 และ PTR40 มีผลบวกต่อการผลิตกรดอินโดลอะซิติก ดังตารางที่ 4.7 กรดอินโดลอะซิติกในพืชมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการสร้างราก ความยาวของราก การแบ่งเซลล์ การยึดตัว การพัฒนาผล การชะลอการแก่ของพืช และมีส่วนช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุเข้าสู่พืชอีกด้วย (Meena *et al.*, 2015)

4.5.2 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่มีการย่อยฟอสเฟต (Phosphate solubilization)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแอคติโนมัยซีทจำนวน 4 ไอโซเลท (ภาคผนวก ข, ตารางที่ 1, รูปที่ 4.79) ในการละลายสารฟอสเฟตบนอาหาร Pikovsakaya's agar ผลการทดลองพบว่าแอคติโนมัยซีทจำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท PTR31, PTR36, PTR38 และ PTR40 ไม่เกิดโซนใสรอบๆ โคลนีสของแอคติโนมัยซีทบนอาหาร Pikovsakaya's agar จึงสรุปได้ว่าแอคติโนมัยซีทไม่สามารถย่อยฟอสเฟตได้ ดังตารางที่ 4.7 ในบริเวณดินรอบรากมีบทบาทสำคัญต่อลักษณะที่เชื่อมโยงกับธาตุอาหารฟอสเฟตจากพืช (Chen *et al.*, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN Production)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแอกติโนมัยสีทจำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ PTR31, PTR36, PTR38 และ PTR40 (ภาคผนวก ฉ, ตารางที่ 1, รูปที่ 4.79) ในการผลิตไฮโดรเจน-ไซยาไนด์ บนอาหาร ISP2 ที่มีส่วนผสมของไกลซีน 0.44% ไม่เกิดการเปลี่ยนสีกระดาษเป็นสีส้มแดง จึงสรุปได้ว่าแอกติโนมัยสีทไม่สามารถผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ได้ ดังตารางที่ 4.7 ไฮโดรเจนไซยาไนด์จะรบกวนกระบวนการหายใจของเซลล์ในเชื้อก่อโรคที่เป็นยูคาริโอต โดยการยับยั้งไซโตโครมคาร์บอนออกซิเดสในไมโทคอนเดรีย (Thompson and Petrikovics, 2016)

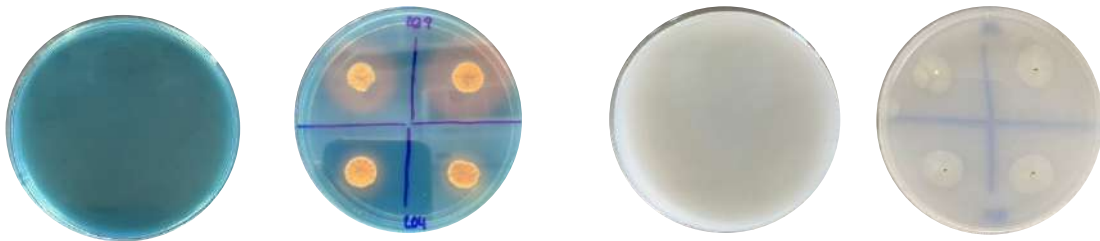
4.5.4 การผลิตแอมโมเนีย (Ammonia production)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแอกติโนมัยสีทในการผลิตแอมโมเนียทั้งหมด 4 ไอโซเลท (ภาคผนวก ฉ, ตารางที่ 1, รูปที่ 4.79) บนอาหาร Peptone water แอกติโนมัยสีท 4 ไอโซเลท ได้แก่ PTR31, PTR36, PTR38 และ PTR40 ให้ผลเป็นบวก ดังตารางที่ 4.7 จากการทดลองพบว่าแอกติโนมัยสีทส่วนใหญ่มีความสามารถในการผลิตแอมโมเนีย การตรึงไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียและไนเตรท เป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทางตรง ให้สารอาหารแก่พืช ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญของพืช (Newton, 2000; Franche *et al.*, 2009)

4.5.5 การสร้างสารซีเดอโรฟออร์ (Siderophore production)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแอกติโนมัยสีทในการสร้างสารซีเดอโรฟออร์ทั้งหมด 4 ไอโซเลท (ภาคผนวก ฉ, ตารางที่ 1, รูปที่ 4.79) บนอาหาร ISP2 ที่ผสม CAS ผลการทดสอบพบว่า 4 ไอโซเลท ได้แก่ PTR31, PTR36, PTR38 และ PTR40 ให้ผลเป็นบวกโดยมีสีเหลืองรอบ ๆ จุดที่เชื้อแอกติโนมัยสีทเติบโต ดังตารางที่ 4.7 ธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมีกลไกในการควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคในพืช (Tokala *et al.*, 2002) ซึ่งพืชยังนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ เนื่องจากธาตุเหล็กอยู่ในรูปแบบไม่ละลายน้ำ (Fe^{3+}) ไอโซเลททั้งหมดสามารถสร้างสารซีเดอโรฟออร์ที่มีส่วนช่วยในการจับและดูดซึมธาตุเหล็กเพื่อส่งเสริมการเจริญของแอกติโนมัยสีทและต้นพืช (Wang *et al.*, 1993; Gopalakrishnan *et al.*, 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก

ข



ค



ง



จ

รูปที่ 4.79 ผลการทดสอบสารออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (PGP) บางไอโซเลท
(ก) การผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์, (ข) การผลิตซิติโรฟอร์, (ค) การละลายฟอสเฟต,
(ง) การผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก และ (จ) การผลิตแอมโมเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แยกแอสโคติโนมัยสีท 67 ไอโซเลทจากดินนาข้าวที่จังหวัดปทุมธานี และเพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานของเชื้อแอสโคติโนมัยสีท สีของเส้นใยอากาศและสปอร์ (Aerial spore mass) เทียบกับกระดาษสี the ISCC-NBS colour system และลักษณะของสปอร์ทั้งสี่ประเภทถูกสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

จากการนำแอสโคติโนมัยสีทที่คัดแยกได้จากดินนาจังหวัดปทุมธานีที่มีฤทธิ์ยับยั้งโรคกาบใบแห้งในข้าว (*Rhizoctonia solani* DOAC2666) และการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวที่ถูกคัดแยกเบื้องต้นโดยวิธี Dual culture ทั้งหมด 59 ไอโซเลทที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราทดสอบ ดังตารางที่ 4.5 ได้แก่ไอโซเลท PTS01, PTS03, PTS05, PTS06, PTS10, PTS12, PTS13, PTS16, PTS17, PTS18, PTR04, PTR05, PTR09, PTR11, PTR12, PTR13, PTR17, PTR18, PTR19, PTR20, PTR21, PTR23, PTR25, PTR27, PTR28, PTR29, PTR30, PTR32, PTR34, PTR39, PTR43, PTR44, PTR45, PTS07, PTS08, PTS19, PTS20, PTR01, PTR07, PTR08, PTR15, PTR22, PTR26, PTR35, PTR37, PTR42, PTS02, PTS09, PTS21, PTS22, PTR06, PTR14, PTR16, PTR24, PTR38, PTR31, PTR36 และ PTR40 มีไอโซเลทที่แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อราทดสอบที่มากกว่า 70% จำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ PTR31, PTR36, PTR38 และ PTR40 เชื้อแอสโคติโนมัยสีท 1 ไอโซเลทที่สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งโรคข้าวจากเชื้อรามากที่สุดคือ PTR36 มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 9 มิลลิเมตรและมีค่าเปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งเท่ากับ 85.71%

จากการนำแอสโคติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราสูงที่สุดมาทดสอบกับเมล็ดข้าวเพื่อดูอัตราการงอกของรากและลำต้น พบว่า แอสโคติโนมัยสีทมีส่วนช่วยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยทรีทเมนต์ T1) PTR36: แอสโคติโนมัยสีท รากและลำต้นมีความยาวมากที่สุด, T2) *R. solani* DOAC2666: เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง พบการติดเชื้อบริเวณราก ลักษณะสีน้ำตาลและลำต้นมีความยาวน้อยที่สุด, T3) *R. solani* DOAC2666+ PTR36 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง+แอสโคติโนมัยสีท มีการเจริญเติบโตของลำต้นและรากเนื่องจากแอสโคติโนมัยสีทมีส่วนช่วยในการยับยั้งเชื้อรา *R. solani* DOAC2666 และ T4) ตัวควบคุม มีการเจริญเติบโตตามปกติ และจากการนำแอสโคติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราสูงที่สุดมาทดสอบในใบข้าวเพื่อดูการยับยั้งเชื้อราบนใบข้าว T1) *R. solani* DOAC 2666 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง เมื่อครบระยะเวลา 7 วัน ดัชนีการเกิดโรคอยู่ที่ระดับที่ 4 คือมีการกระจายตัวของเส้นใยทั่วใบข้าวและพบจุดสีดำเล็กๆบริเวณใบข้าว, T2) *R. solani* DOAC 2666 + PTR36 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง+แอสโคติโนมัยสีท เมื่อครบระยะเวลา 12 วันพบว่าไม่พบการเกิดโรคอยู่ที่ระดับที่ 3 คือมีการเจริญของเส้นใยเชื้อรามากกว่า 70% และแอสโคติโนมัยสีทมี

ส่วนช่วยในการชะลอการเกิดโรคคาบใบแห้ง เนื่องจากไม่พบจุดสีดำเหมือน T2 และ T3) ตัวควบคุมเมื่อครบระยะเวลา 12 วัน ใบมีลักษณะเขียวแห้งตามปกติของใบข้าวไม่พบรอยโรค

จากการทดสอบการออกฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (In vitro screening of plant growth-promoting (PGP) actives) จาก 4 ไอโซเลทที่มีฤทธิ์ยับยั้งมากกว่า 70% ได้แก่ ไอโซเลท PTR31, PTR36, PTR38 และ PTR40 (ตารางที่ 4.7) พบว่าการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA production) สามารถผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติกได้ทั้ง 4 ไอโซเลท การละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) แอคติโนมายซีทไม่สามารถละลายฟอสเฟตได้ การทดสอบการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide) แอคติโนมายซีทไม่สามารถผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ การทดสอบการผลิตแอมโมเนีย (Ammonia production) สามารถผลิตแอมโมเนียได้ทั้ง 4 ไอโซเลท และการทดสอบการสร้างซิเดอโรฟอรั (Siderophore) มี 4 ไอโซเลท ที่สามารถสร้างซิเดอโรฟอรั

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษานี้สามารถค้นพบเชื้อแอคติโนมายซีทจากดินนาข้าวในประเทศไทยมีความหลากหลาย และสามารถผลิตสารทุติยภูมิได้จึงเหมาะแก่การนำไปศึกษาวิจัยต่อในอนาคต

5.2.2 ศึกษาการนำแอคติโนมายซีทไปทำเป็นปุ๋ยชีวภาพ เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีทางการเกษตรในปัจจุบัน เนื่องจากแอคติโนมายซีทไอโซเลท PTR36 มีฤทธิ์ในการชะลอการเกิดโรคคาบใบแห้งในข้าว *R. solani* DOAC2666

5.2.3 นำแอคติโนมายซีทไอโซเลท PTR36 ศึกษาต่อยอดโดยการทดสอบกับต้นข้าวที่ปลูกโดยมีการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายนอก เพื่อทดสอบการยับยั้งการเจริญของ *R. solani* DOAC2666

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. มมป. วิธีการปลูกข้าวของประเทศไทย. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.ricethailand.go.th/rkbttitleindex.phpfile=content.php&id=001.html>
- กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=116-1.html>
- คณิงกานต์ กลั่นบุศย์. 2565. บทปฏิบัติการที่ 8 การคัดกรองคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญของพืชจากแบคทีเรียแอคติโนมัยซีท วิชาแบคทีเรียวิทยา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- จิรพันธ์ เปรมสุริยา, วราภรณ์ ปานอยู่, สุจินต์ ภัทรภูวดล และ วิชัย โฆสิตรัตน์. 2560. การพัฒนาวิธีการที่รวดเร็วในการคัดเลือกเชื้อไรโซแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 48(1): 12–23.
- เจษฎากร หลวงมณี, ประเมศ บันเทิง และ อนันต์ วงเจริญ. 2559. การประเมินความต้านทานของโรคใบไหม้ของข้าวเหนียวดำ. แก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ 1 ในระยะแตกกอหลังการปลูกเชื้อ 7 และ 14 วัน.
- ฉัตรศิริรินทร์ นุชสมัย, ณีภูตราพร พรายศรี และ วรณา ชื่นสว่าง. 2562. การคัดแยกแอคติโนมัยซีทที่ออกฤทธิ์ยับยั้งทางชีวภาพจากดินนาข้าวอินทรีย์ จังหวัดปทุมธานี. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- โชติกา สรวิสูตร, นิลวรรณ พงศ์ศิลป์ และ พงศ์ระวี นิมน้อย. 2562. การแยกแอคติโนมัยซีทปฏิปักษ์เพื่อยับยั้งการเจริญของ *Bipolaris* sp. และ *Colletotrichum* sp. 2826-2832. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 16. นครปฐม.
- ชัยสิทธิ์ นิยมสม. 2555. การแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่ผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากดินบริเวณมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. สาขาชีววิทยา. มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
- เทพวิฑูรย์ ทองศรี. 2555. ผลกระทบของไนโตรเจนต่อสิ่งแวดล้อม. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 190: 12-14.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทศพล นำปนัสก์. 2559. การผลิต indole-3-acetic acid โดยราเอนโดไฟท์สกุล *Colletotrichum* ที่แยกได้จากต้นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าและผลต่อการเจริญของพืช. ปรินญาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ทัย กาบบัว และ อภิญญา ไชยรา. 2565. การคัดเลือกและประสิทธิภาพของแบคทีเรียละลาย

ฟอสเฟตจากดินในพื้นที่ปลูกข้าว จังหวัดศรีสะเกษ. PBRU Science Journal. 19: 72-83.

นรารวรรณ ปั่นงาม, อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต และ กรรณิการ์ ดวงมาลย์. 2554. แอคติโนมัยสีทจากดินนาและความสามารถในการยับยั้งราก่อโรคข้าว. 234-241. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. กรุงเทพฯ

ประพาส วีระแพทย์. 2520. การปลูกข้าวในภาคต่างๆ ของประเทศไทย. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=3&chap=1&page=t3-1-infodetail07.html>

ปฏิวิชช์ สาระพิน, ชัยโชค ไวกาษา และ ธีรภัทร เลิศปฏิภาณพงษ์. 2562. การแยกข้าวที่เป็นโรคและไม่ใช่โรคขอบใบแห้งด้วยเทคนิค การคัดเลือกช่วงคลื่นที่เหมาะสมแบบวิธีเชิงพันธุกรรมจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ EO-1 Hyperion: กรณีศึกษา ข้าวเจ้าพันธุ์กข 41 ณ ตำบลนางขลิบ-ท่าชัย อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 1: 169-179.

พรเทพ แซ่มซ้อย, ทอมทอง ตรุณสนธยา และ วิทยา จินดาหลวง. 2561. ผลของสภาพความชื้นดินต่อการตรึงแอมโมเนียมในดินนาที่มีแร่ดินเหนียวแตกต่างกัน. วารสารแก่นเกษตร 46. 1: 294-300.

เพ็ญกวี โคตรทิพย์, ภัชพร พุ่มวิเชียร และ สุกัญญา บัณวาละ. 2564. คุณสมบัติการยับยั้งโรคในข้าวและส่งเสริมการเจริญจากแอคติโนมัยสีท. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มานิตา คำแจ่ม และ วสุ ปฐมอารีย์. 2557. สารไซเตอรินฟอรจากจุลินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 1: 229-248.

รัชชา คำคง, กนกวรรณ พุ่มพูน และ กมลวรรณ สำราญ. 2564. แอคติโนมัยสีทจากดินนาข้าวจังหวัดนครสวรรค์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งโรคข้าวและส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลิลลี่ กาวิตะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงศ์ และ สุรียา ต้นติวิวัฒน์. 2549. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ที่ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

- วัลวิษา ปีติมาตร. 2564. เตือนภัยการระบาดของโรคกาบใบเน่า. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://phakhai.ayutthaya.doe.go.th/rabad/August/2021/August%202021.pdf>
- สถิตาภรณ์ เขียวสา และวสุ ปฐมอารีย์. 2558. การคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท์ที่สามารถละลายฟอสเฟตและสร้างไซโตไคน์จากดินบริเวณรอบรากต้นข้าว. 547-553. ในการจัดประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34. ขอนแก่น.
- สุจิตกัลยา มฤคัฐอินแปลง. 2560. การคัดแยกและศึกษาสมบัติบางประการของแอคติโนมัยซีท์ที่มีผลต่อการเชื่อมสภาพทางชีววิทยาของโบราณสถานในอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ฉบับที่ 1 : 107- 117.
- สุดฤดี ประเทืองวงศ์, ชัยสิทธิ์ ปรีชา, สุพจน์ กาเข้ม และ จารุวัฒน์ เกาธรรมพิทักษ์. 2548. แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ย ฮอริโมนพืช และฆ่าเชื้อโรคพืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/48/Project/index_04.html
- สุภาพร จันรุ่งเรือง, เบญจมาศ รสโสภา และ กรรณิการ์ สัจจาพันธ์. 2553. ผลของแบคทีเรียละลายฟอสเฟต *Burkholderia* sp. สายพันธุ์ Rs01 ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2. วิทยาสารกำแพงแสน. 8: 1-14.
- หนึ่ง เตียอำรุง และ นันทกร บุญเกิด. 2539. ธาตุเหล็ก ซิโตไคน์ และจุลินทรีย์. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 2: 95-100.
- อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช. 2560. โรคกาบใบแห้งของข้าว. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://www.icpladda.com>
- AbdElgawad, H., Abuelsoud, W., Mahmoud, M. Y., Madany, Selim, S., Zinta, G., Ahmed, S. M., Mousa and Wael N. Hozzein. 2020. Actinomycetes Enrich Soil Rhizosphere and Improve Seed Quality as well as Productivity of Legumes by Boosting Nitrogen Availability and Metabolism. *Biomolecules*. 10(12): 1675.
- Alam, F., Khan, A. and Fa, S. 2022. Phosphate solubilizing bacteria optimize wheat yield in mineral phosphorus applied alkaline soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 21: 339-348.
- Anwar, S. Ali, B. and Sajid, I. 2016. Screening of Rhizospheric *Actinomycetes* for Various *In-vitro* and *In-vivo* Plant Growth Promoting (PGP) Traits and for Agroactive Compounds. *Frontier in Microbiology*. 7: 1334.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bano, N. and Musarrat, J. 2022. Characterization of a New *Pseudomonas aeruginosa* Strain NJ-15 as a Potential Biocontrol Agent. CURRENT MICROBIOLOGY. 46: 324–328.
- Cattelan, A.J and Hartel, .P.G., 2000. Traits associated with plantgrowth-promoting rhizobacteria (PGPR). Socieda deBrasileira de Ciência do Solo. Tópicos em ciência do solo. Vic,osa:Socieda de Brasileira de Ciência do Solo. 213–234.
- Ding, C.H., Jiang, Z.Q., Li, X.T., Li, L.T and Kusakabe, I. 2004. High activityxylanase production by *Streptomyces olivaceoviridis* E-86. WorldJ Microbiol Biotechnol. 20:7–10.
- El-Tarabily, K.A. and 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: 1505-1520.
- Field crop Diseases Victoria. 2020. Rhizoctonia Root Rot. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://extensionaus.com.au/FieldCropDiseasesVic/docs/identification-management-of-field-crop-diseases-in-victoria/soil-borne-diseases/rhizoctonia-root-rot/>
- Gopalakrishnan, S., Bandikinda, VP., Sathya, A., Vijayabharathi, R., Rupela, O., Kudapa, H., Katta, K. and Varshney, RK. 2014. Evaluation of *Streptomyces* strains isolated From herbal vermicompost for their plant growth-promotion traits in rice. Microbiological Research. 169; 40-48.
- Hasegawa, S., Akane M., Masafumi S., Tomio N., and Hitoshi K. (2006). "Endophytic *actinomycetes* and their interactions with host plants." Actinomycetologica 20, 2: 72-81.
- Hastuti, R.D., Y. Lestari, R. Saraswati, A. Suwanto, Chaerani, 2012. Capability of *Streptomyces* spp. incontrolling bacterial leaf blight disease in rice plants. Am. J. Agr. Biol. Sci., 7: 217-223
- IRRI, 2008. International Rice Research Institute: IRRI World Rice Statistics (WRS) Facts and Figures. 1960–2010.

เอกสารนี้ Kampapongsa, D and Kaewkla, O. 2016. Biodiversity of endophytic actinobacteria from
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- jasmine rice (*Oryza sativa* L. KDML 105) grown in Roi-Et Province, Thailand and their antimicrobial activity against rice pathogens. *Ann Microbiol.* 66: 587–595.
- Kelly, KL. 1964. Inter-Society Colour Council-National Bureau of Standard Colour Name Charts Illustrated with Centroid Colour. Washington, DC: US Government Printing Office.
- KIM, BS., LEE, JY and HWANG, BK. 1998. Diversity of actinomycetes antagonistic to plant pathogenic fungi in cave and sea mud soils of Korea. *J. Microbiology.* 36: 86-92.
- Kimura, M. and S. Asakawa. 2006. Comparison of community structures of microbiota at main habitats in rice field ecosystems based on phospholipid fatty acid analysis. *Biol. Fertil Soils* 43: 20-29.
- Lechevalier, H.A. and Pine L. 1974. "The Actinomycetes". *Handbook of Microbiology*, Cleveland: 194-211.
- Lestari, Y., Solihin, D.D and Sari, W.E. 2014. Identification of Endophytic Actinomycetes from Indonesian Rice Plant Based on 16S rRNA and nifH genes Analyses. *Advances in Environmental Biology.* 2357-236.
- Li, A and Piel, J. 2002. A gene cluster from a marine *Streptomyces* encoding the biosynthesis of aromatic spiroketal polyketide grisiorhodin A. *Chemistry and Biology* 9: 1017-1026.
- Li, Q., Chen, X., Jiang, Y., & Jiang, C. 2016. Morphological Identification of Actinobacteria. *InTech.* doi: 10.5772/61461
- Longya, A., Talumphai, S and Jantasuriyarat, C. 2020. Morphological Characterization and Genetic Diversity of Rice Blast Fungus, *Pyricularia oryzae*, from Thailand Using ISSR and SRAP Markers. *Journal of Fungi.* 6(1): 38.
- Madigan M., Martinko JM., Parker J and Brock TD. *Biology of microorganisms* (Vol.985). 1987, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- Mahadtanapuk, S., Sanguanserm Sri, M., Cutler, R., Sardud, V. and Anuntalabhochai, S. 2007. Control of Anthracnose Caused by *Colletotrichum musae* on *Curcuma alismatifolia* Gagnep. Using Antagonistic *Bacillus* spp. *American Journal of Agricultural and Biological Science* 2 (2): 54-61.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าประโยชน์ของการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ที่

- Mahyarudin, Rusmana, I. Lestari, Y. 2015. Metagenomic of Actinomycetes Based on 16S rRNA and nifH Genes in Soil and Roots of Four Indonesian Rice Cultivars Using PCR-DGGE. 22: 113-121.
- Miyadoh, S., Hamada, M., Hotta, K., Seino, A., Vobis, G. and Yokota, A. 1997. Atlas of Actinomycetes. Japan: Askura Publishing Co. Lid.
- Nagaraj, B.T., Sunkad, G., Pramesh, D., Naik Manjunath, K., Patil Mahanthesh, B., Yadav Manoj, K. and Patil Naveenkumar, B. 2019. Morphological, genetic and virulence diversity of *Rhizoctonia solani* isolates from different rice growing regions of Southern India. Research Journal of Biotechnology. 14(5): 16-23.
- Newman, D.J., Cragg, G.M. and Snader, K.M. 2003. Natural products as sources of new drugs over the period 1981-2002. Journal of Natural Product 66: 1022-1037.
- Ningthoujam, D., Chanu, S., Tamreihao, K., Lynda, R., Devi, K. and Jeemniita, N. 2016. Plant Growth Promotion and Biocontrol Potential of a *Streptomyces* sp. Strian N3-3b from the Rhizosphere of *Chakho*, a Black Rice Variety of Manipur, India. British Microbiology Research Journal. 16(2): 1-11.
- Niyasom, C., Boonmak, S and Meesri, N. 2015. Antimicrobial Activity of Acidophilic *Actinomycetes* Isolated from Acidic Soil. KMITL Sci. Tech. J. Vol. 15 No.2
- Ohike, T., Maeda, M., Matsukawa, T., Okanami, M., Kajiyama, S and Ano, T. 2018. *In vitro* and *in vivo* Assay for Assessment of the Biological Control Potential of *Streptomyces* sp. KT. Journal of Plant Studie. 1: 10-18.
- Pande, A., Pandey, P., Mehra, S., Singh, M. and Kaushik, S. Phenotypic and genotypic characterization of phosphate solubilizing bacteria and their efficiency on the growth of maize. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. 15: 379-391.
- Panigraha, S., Mohanty, S. and Rath, C.C. 2020. Characterization of endophytic bacteria *Enterobacter cloacae* MG00145 isolated from *Ocimum sanctum* with Indole Acetic Acid (IAA) production and plant growth promoting capabilities against selected crops. South African Journal of Botany, 134: 17-26.

- Petrosyan, P., García-Varela, M., Luz-Madrigal, A., Huitrón, C., Flores, M.E., 2003. *Streptomyces mexicanus* sp. nov., a xylanolytic micro-organism isolated from soil. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2003;53(Pt 1):269–273.10.
- Phinyo, M., Bunsawang, K., Siamphan, C and Inyawilert, W. 2020. Study on Crude Extract from *Actinomycetes* Against Pathogenic Bacteria of Aquatic Animal. *Agricultural Sci. J.* 51: 1 (Suppl.): 431-436.
- Promnuan, Y., Promsai, S., Meelai, S. 2020. Antimicrobial activity of *Streptomyces* spp. isolated from *Apis dorsata* combs against some phytopathogenic bacteria. *PeerJ* 8: e10512.
- Rattanakavil, T., Kumlung, T., & Klanbut, K. 2020. “Isolation and Molecular Characterization of Antifungal Production from Rice Fields Rhizosphere soil, Thailand”. *International Journal of Science and Innovative Technology.* 3(1): 41-52.
- Rayan Zahr., Sarah Zahr., Rana El Hajj and Mahmoud Khalil. *Actinomycetes, Promising Therapeutic Agents: Characteristics.* *Journal of Biology and Today's World* 2022, 11(6): 1-8.
- Ruttanasutja, P. and Pathomaree, W. (2015). Selective Isolation of Cultivable *Actinomycetes* from Thai Coastal Marine Sediment. *Chiang Mai J. Sci.* 42(1): 88-103.
- SARDI, P., SARACCHI, M., QUARONI, S., PETROLINI, B., BORGONOV, GE and MERLI, S. 1992. Isolation of endophytic *Streptomyces* strains from surface-sterilized roots. *Applied and Environmental Microbiology.* 58: 2691-2693.
- Sashida, R. and Mikawa, T. 1997. *Atlas of Actinomycetes.* *J. Gen. Appl. Microbiol.* 18; 399-466.
- Sathavonmanee, P. 2019. PGPR คืออะไร. [Online]. เข้าถึงได้จาก <https://shop.grotech.co/blog/pgpr>
- Sehrawat, A., Sindhu, S. and Glick, B. 2022. Hydrogen cyanide production by soil

bacteria: Biological control of pests and promotion of plant growth in sustainable agriculture. *Pedosphere.* 32: 15–38.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Selim, M., Abdelhamid, S. and Mohamed, S. 2021. Secondary metabolites and biodiversity of actinomycetes. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 19:72.
- Shalifi, f., Shahidi Bonjar, G.H., Aghighi, S., Rashid Farokhi, P., Khalesi, E., Mahdavi, M.J and Tasaz, H. 2007. Antagonistic Potential of Iranian Native *Streptomyces* strain in Biocontrol of *Pythium aphanidermatum*. *Research Journal of Biological Sciences*. 2(3): 232-235.
- Shariffah-Muzaimah, SA., Idris, AS., Madihah, AZ., Dzolkhifli, O., Kamaruzzaman, S and Cheong, PCH. 2015. Isolation of Actinomycetes from Rhizosphere of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) For Antagonism against *Ganoderma boninens*. *Journal of Oil Palm Research*. 27(1): 19-29.
- Sharma, H and Parihar, L. 2010. Antifungal activity of extracts obtained from actinomycetes. *Journal of Yeast and Fungal Research*. 1(10): 197-200.
- Solanki, R., Khanna, M., Lal, R. 2008. Bioactive compounds from marine actinomycetes. *Indian J Microbial* 48:410–431.
- Soytong, K. 1999. Biological control of plant pathogens. Faculty of Agricultural Technology, King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- Sreevidya, M., Gopalakrishnan, S., Kudapa, H. and Varshney, R.K. 2016. Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield enhancement in chickpea. *Brazilian Journal of Microbiology*. 47: 85-95.
- Suryawanshi, PP., Krishnaraj, PU. and Suryawanshi, MP. 2020. Evaluation of actinobacteria for biocontrol of sheath blight in rice. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 9(3): 371-376.
- Tamreihaoa, K., Ningthoujama, S., Nimaichand, S., Singha, E., Reenac, P., Singhc, S. and Nongthomba, U. 2016. Biocontrol and plant growth promoting activities of a *Streptomyces corchorusii* strain UCR3-16 and preparation of powder formulation for application as biofertilizer agents for rice plant. *Microbiological Research*. 192: 260-270.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Thilagam, R. and Hemalatha, N. 2019. Plant growth promoting and chili anthracnose disease suppression ability of rhizosphere soil actinobacteria. *Journal of Applied Microbiology*. 126: 1835-1849.
- Thompson, D. E., & Petrikovics, I. 2016. Physicochemical properties, synthesis, applications, and transport. *Toxicology of Cyanides and Cyanogens*, 41–53.
- Tokala, RK., Strap, JL., Jung, CM., Crawford, DL., Salove, MH. and Deobald, LA. 2002. Novel plant- microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces lydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*). *Appl Environ Microbiol*. 68; 2161–2171.
- Valan Arasu, M., Duraipandiyar, V., Agastian, P and Ignacimuthu, S. 2008. Antimicrobial activity of *Streptomyces* spp. ERI-26 recovered from Western Ghats of Tamil Nadu. *J Mycol Med* 18:147–153
- Vobis, G. 1997. Morphology of Actinomycetes. In *Atlas of Actinomycete*. (Miyado, S., ed.) 180-191. The Society for Actinomycetes Japan. Japan
- Waksman SA. 1961. The Actinomycetes, classification, identification and description of genera and species. Baltimore: The Williams and Wilkins Company. 2: 61-292.
- Wang, Y., Brown, HN., Crowley, DE. and Szaniszló, PJ. 1993. Evidence for direct utilization of a siderophore, ferrioxamine B, in axenically grown cucumber. *Plant Cell Environ*. 16; 579–585.
- Wee Fei Aaron Teo, W.F.A., Muangham, S., Lipun, K and Duangmal, K. 2021. Effect of Rice Seeds Germination Bioprimed with Actinomycetes Isolated from Peat Swamp Forest. *Chiang Mai J. Sci*. 48(4) : 996-1008.
- Williams, S.T., Goodfellow, M. and Alderson, G. 1989. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* Vol. 4., Williams & Wilkins Co, Baltimore, 2452-2492.
- Yacharone, S. 2009. Screening of suitable Antagonist Microbes for Biological control of soil borne pathogens. Master's thesis. Chiang Mai University.
- Zahr, R., Zahr, S., Hajj, R. EL and Khalil, M. 2022. Actinomycetes, Promising Therapeutic

Agents: Characteristics and Active Metabolites. *Journal of Biology and Today's World*. 6: 1-8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zakharova, O. S., Zenova, G. M., and Zvyagintsev, D. G. 2001. Some Approaches to the Selective Isolation of Actinomycetes of the Genus *Actinomadura* from Soil. *Microbiology* 72, 110–113.

Zhang, J. 2011. Improvement of an Isolation Medium for Actinomycetes. *Modern Applied Science*. 5(2). Baoding. Canadian Center of Science and Education.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Zhang's starch soil extract seawater agar (ZSSE) ที่เติมยาปฏิชีวนะ

| | | |
|--|-------|------|
| Soluble starch | 5.0 | กรัม |
| KNO ₃ | 1.0 | กรัม |
| Soil extract solution | 1.0 | ลิตร |
| Agar | 18.0 | กรัม |
| pH 7.0 – 7.2 | | |
| นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที | | |
| Nystatin (ละลายใน 100% DMSO) | 100.0 | |
| มิลลิกรัม | | |

Soil extract solution

| | | |
|--|-----|------|
| ดินนาข้าว | 1.0 | |
| กิโลกรัม | | |
| น้ำจากนาข้าว | 1.0 | ลิตร |
| นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที | | |
| กรองด้วยสำลี (นำส่วนใสไปใช้) | | |

2. Peptone water

| | | |
|--|-------|-----------|
| Peptone | 10.0 | กรัม |
| NaCl | 5.0 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 1,000 | มิลลิลิตร |
| pH 7.3 – 7.4 | | |
| นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที | | |

3. Pikovskaya's Agar

| | | |
|---|------|------|
| Yeast extract | 0.5 | กรัม |
| Dextrose | 10.0 | กรัม |
| Ca ₃ (PO ₄) ₂ | 5.0 | กรัม |
| (NH ₄) ₂ SO ₄ | 0.5 | กรัม |
| KCl | 0.2 | กรัม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|--------------------------------------|--------|-----------|
| MgSO ₄ ·7H ₂ O | 0.1 | กรัม |
| FeSO ₄ ·7H ₂ O | 0.0001 | กรัม |
| MnSO ₄ ·4H ₂ O | 0.0001 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 1,000 | มิลลิลิตร |

pH 7.3 – 7.4

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

4. International *Streptomyces* Project No.2 Medium (ISP2)

| | | |
|---------------|-------|-----------|
| Glucose | 4.0 | กรัม |
| Yeast extract | 4.0 | กรัม |
| Malt extract | 10.0 | กรัม |
| Agar | 18.0 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 1,000 | มิลลิลิตร |

pH 7.0 – 7.2

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

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

5.1 เตรียม CAS indicator solution (blue dye)

| | | |
|--|------|-----------|
| Fe III (FeCl ₃ ·6H ₂ O) solution | 10.0 | มิลลิลิตร |
| Chrom azurol S | 0.06 | กรัม |
| HDTMA | 40.0 | มิลลิลิตร |
| น้ำกลั่น | 50.0 | มิลลิลิตร |

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

| | | |
|---------------|------|------|
| Glucose | 4.0 | กรัม |
| Yeast extract | 4.0 | กรัม |
| Malt extract | 10.0 | กรัม |
| Agar | 15.0 | กรัม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Sabouraud Dextrose Agar (SDA)

| | | |
|----------|-------|-----------|
| Peptone | 10.0 | กรัม |
| Dextrose | 40.0 | กรัม |
| Agar | 18.0 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 1,000 | มิลลิลิตร |

pH 7.0 – 7.3

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Reagent and buffer

1. Salkowsky's reagent

| | | |
|------------------------|----|-----------|
| 0.5M FeCl ₃ | 1 | มิลลิลิตร |
| 35% HClO ₄ | 50 | มิลลิลิตร |

2. Picric acid solution

| | | |
|----------------------|-----|-----------|
| Sodium carbonate | 2 | กรัม |
| Picric acid solution | 0.5 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 100 | มิลลิลิตร |

3. Nessler's reagent

| | | |
|---------------------|-----|-----------|
| Potassium iodide | 2 | กรัม |
| Mercury (II) iodide | 3 | กรัม |
| Potassium hydroxide | 40 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 100 | มิลลิลิตร |

4. 0.1% Tween 80

| | | |
|---------------------------------|------|-----------|
| Tween 80 | 0.1 | มิลลิลิตร |
| KH ₂ PO ₄ | 1.75 | กรัม |
| K ₂ HPO ₄ | 3.5 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 1 | ลิตร |

pH 6.8-7.0

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

5. NaCl 0.85%

| | | |
|----------|------|-----------|
| NaCl | 0.85 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 100 | มิลลิลิตร |

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. 0.1% Tween 20

| | | |
|----------|-------|-----------|
| Tween 20 | 20.0 | มิลลิลิตร |
| น้ำกลั่น | 100.0 | มิลลิลิตร |

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

7. ยาปฏิชีวนะ Nystatin ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

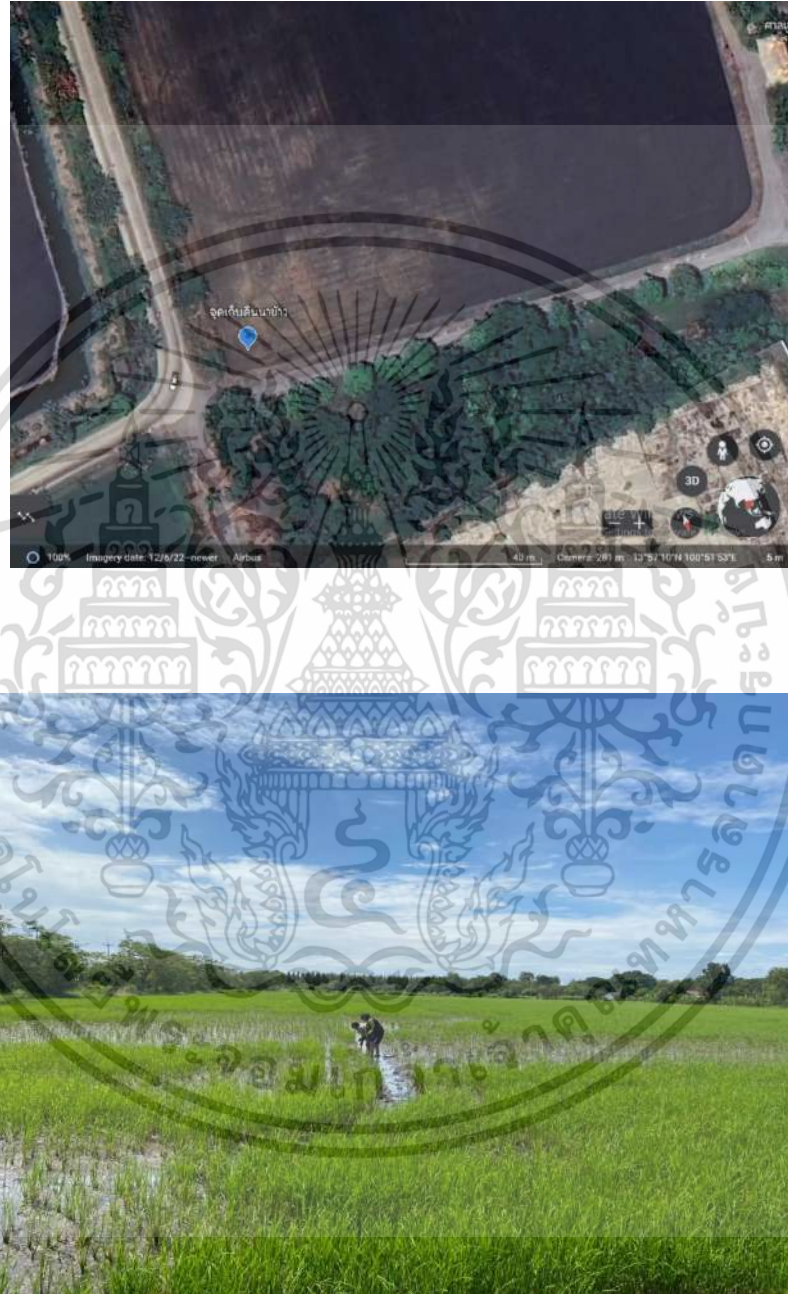
| | | |
|----------|------|-----------|
| Nystatin | 0.01 | กรัม |
| น้ำกลั่น | 100 | มิลลิลิตร |

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

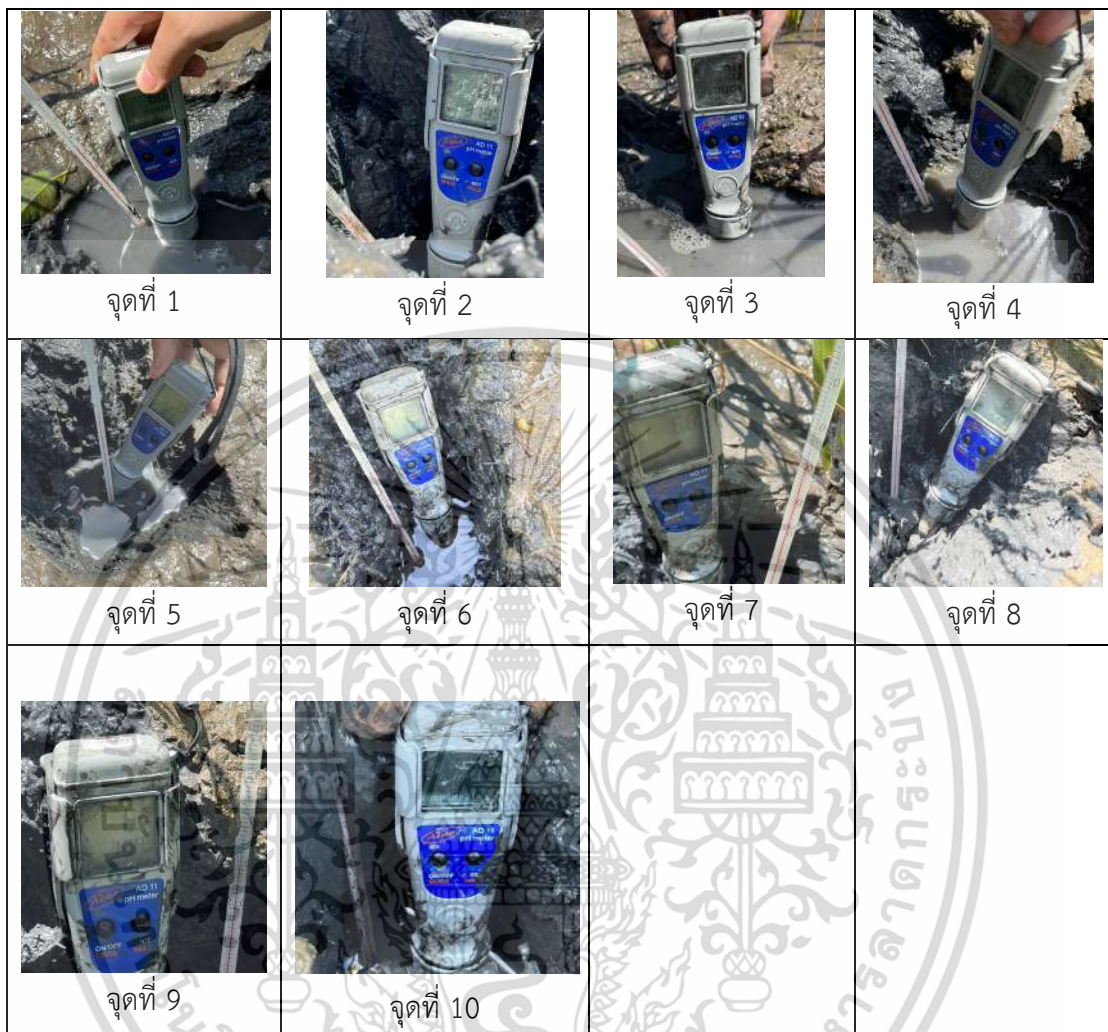
ภาคผนวก ค
ภาพถ่ายจุดเก็บตัวอย่างดิน



รูปที่ 1 แสดงถึงที่ตั้งสถานที่เก็บตัวอย่าง ละติจูด $13^{\circ}57'10''\text{N}$ และลองจิจูด $100^{\circ}51'53''\text{E}$
บริเวณอำเภอคำลูกกา จังหวัดปทุมธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่าง 10 จุด บริเวณดินนาข้าว จังหวัดปทุมธานี
ต้นข้าวอยู่ในระยะปักดำ



ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรด-เบส และอุณหภูมิของตัวอย่างดินจากดินนาข้าว จังหวัดปทุมธานี
อุณหภูมิโดยประมาณ 35.62 องศาเซลเซียส และ ค่า pH ประมาณ 6.84

| จุดเก็บ | pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | จุดเก็บ | pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) |
|---------|-----|----------------------------|---------|-----|----------------------------|
| 1 | 6.8 | 36.7 | 6 | 6.8 | 35.6 |
| 2 | 7.0 | 36.8 | 7 | 6.7 | 31.9 |
| 3 | 7.6 | 36.1 | 8 | 6.7 | 33 |
| 4 | 6.5 | 31.9 | 9 | 6.6 | 32.1 |
| 5 | 7.0 | 39.9 | 10 | 6.7 | 37.4 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 จุดเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่าง 10 จุด บริเวณดินนาข้าว จังหวัดปทุมธานี
ต้นข้าวอยู่ในระยะออกรวง



ตารางที่ 4 ค่าความเป็นกรด-เบส และอุณหภูมิของตัวอย่างดินจากดินนาข้าว จังหวัดปทุมธานี
อุณหภูมิโดยประมาณ 26.55 องศาเซลเซียส และ ค่า pH ประมาณ 7.13

| จุดเก็บ | pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | จุดเก็บ | pH | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) |
|---------|-----|----------------------------|---------|-----|----------------------------|
| 1 | 7 | 26.4 | 6 | 7.1 | 26.6 |
| 2 | 6.9 | 26.6 | 7 | 7.1 | 26.7 |
| 3 | 7.2 | 26.6 | 8 | 7.2 | 26.6 |
| 4 | 7.2 | 26.6 | 9 | 6.9 | 26.6 |
| 5 | 7.7 | 26.4 | 10 | 7 | 26.4 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ
ของแอคติโนมัยสีทต่อ *Rhizoctonia solani* DOAC2666
ด้วยวิธี Dual culture

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *Rhizoctonia solani* DOAC 2666
ของเชื้อแอคติโนมัยสีทด้วยวิธี Dual culture



รูปที่ 1 แสดงลักษณะการเจริญของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ระยะการเจริญ 6 วัน ของเพลทควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS01 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS01



รูปที่ 3 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS02 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS03 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS03



รูปที่ 5 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS04 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS05 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS05

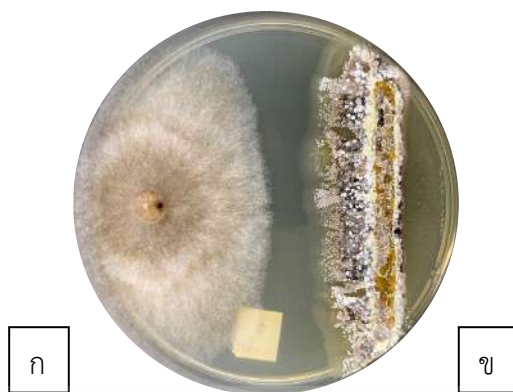


รูปที่ 7 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS06 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTS07 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTS07



รูปที่ 9 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTS08 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTS08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS09 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS09

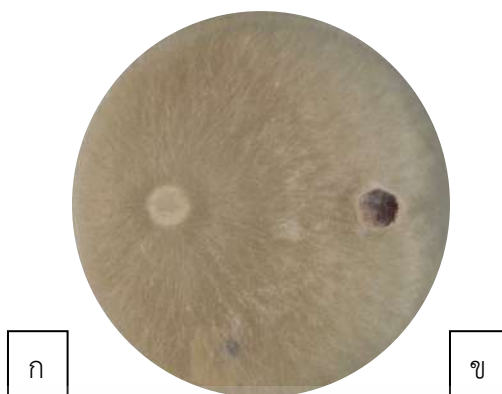


รูปที่ 11 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS10 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS11 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

- (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
- (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS11



รูปที่ 13 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS12 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

- (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
- (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS13 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS13



รูปที่ 15 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS14 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS15 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS15

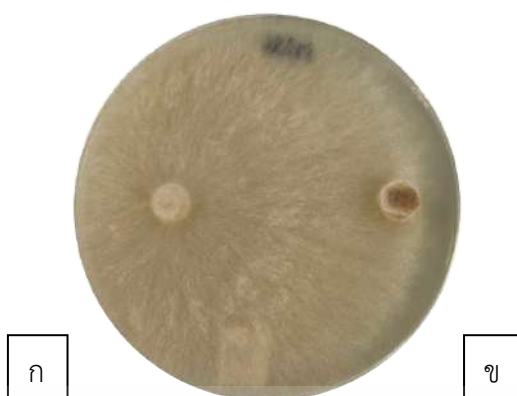


รูปที่ 17 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS16 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS17 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS17



รูปที่ 19 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS18 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

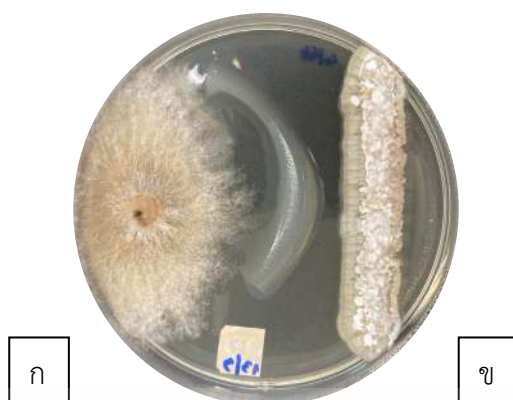


รูปที่ 20 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS19 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS19



รูปที่ 21 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS20 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTS20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

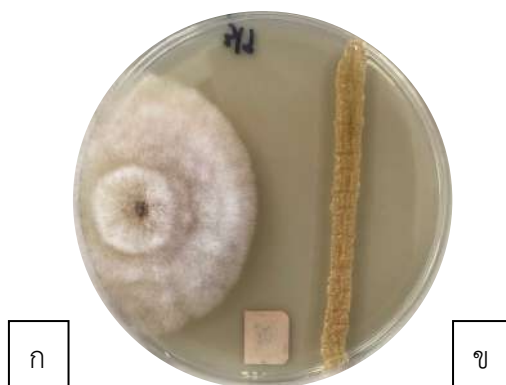


รูปที่ 22 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS21 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS21



รูปที่ 23 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS22 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลท PTS22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

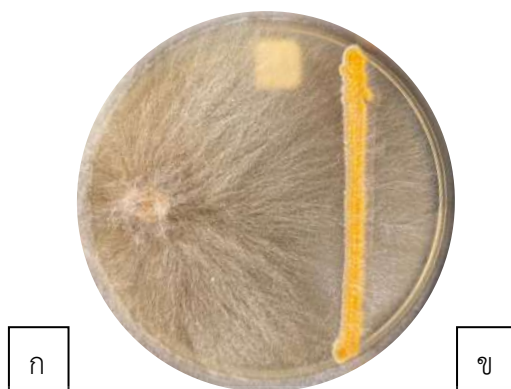


รูปที่ 24 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR01 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR01



รูปที่ 25 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR02 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR03 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR03



รูปที่ 27 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR04 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 28 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR05 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR05



รูปที่ 29 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR06 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 30 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR07 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR07



รูปที่ 31 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR08 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR09 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR09

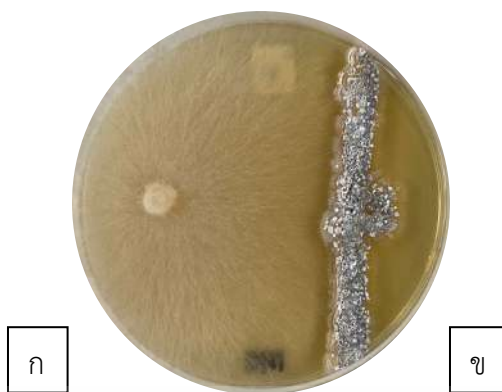


รูปที่ 33 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR10 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 34 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTR11 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

- (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
- (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTR11



รูปที่ 35 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTR12 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

- (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
- (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทไอโซเลท PTR12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 36 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR13 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR13



รูปที่ 37 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR14 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 38 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR15 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR15

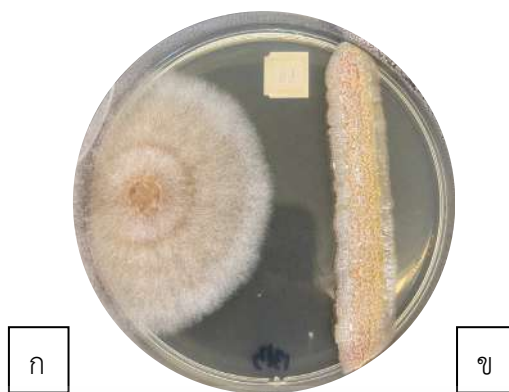


รูปที่ 39 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR16 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 40 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยสีทไอโซเลท PTR17 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยสีทไอโซเลท PTR17



รูปที่ 41 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยสีทไอโซเลท PTR18 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยสีทไอโซเลท PTR18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 42 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR19 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR19



รูปที่ 43 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR20 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 44 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR21 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR21



รูปที่ 45 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR22 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 46 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR23 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR23



รูปที่ 47 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR24 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 48 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR25 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR25



รูปที่ 49 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR26 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 (ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666
 (ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 50 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR27 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR27



รูปที่ 51 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR28 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 52 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR29 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR29



รูปที่ 53 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR30 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 54 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR31 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR31

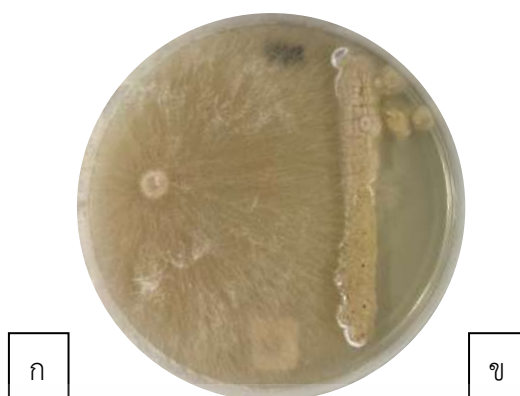


รูปที่ 55 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR32 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 56 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR33 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR33



รูปที่ 57 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR34 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 58 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR35 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR35



รูปที่ 59 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR36 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 60 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR37 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR37



รูปที่ 61 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR38 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 62 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR39 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR39



รูปที่ 63 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR40 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 64 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR41 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR41

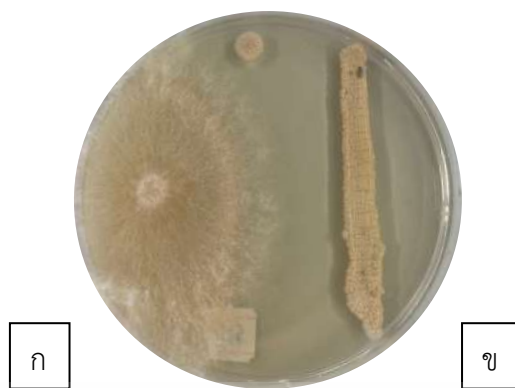


รูปที่ 65 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR42 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 66 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR43 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR43



รูปที่ 67 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR44 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 68 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *R. solani* DOAC 2666 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR45 ด้วยวิธี Dual culture บนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

(ก) ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666

(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลท PTR45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การทดสอบความสามารถของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อของของเมล็ดข้าว

ตารางที่ 1 ผลการงอกของเมล็ดข้าวแต่ละทรีทเมนต์ที่เพาะปลูกเป็นระยะเวลา 7 วัน



หมายเหตุ : T1) PTR36 : แอคติโนมัยสีท, T2) *R. solani* DOAC 2666 : เชื้อราที่ก่อโรคกาบใบแห้ง, T3) *R. solani* DOAC 2666 + PTR36 : เชื้อราที่ก่อโรคกาบใบแห้งและแอคติโนมัยสีท และ T4) ตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การงอกของข้าว การติดเชื้อ ความยาวรากและความยาวลำต้นของเมล็ดข้าว ของ T1

| | | | | | |
|-------------|------|-----|------------------|-----|-----|
| เมล็ดที่งอก | 25 | 25 | เมล็ดที่ติดเชื้อ | 1 | 1 |
| ความยาวราก | 4.2 | 4.5 | ความยาวต้น | 5.1 | 6.5 |
| | 3.4 | 4.8 | | 5 | 3.7 |
| | 7.5 | 5.1 | | 6.7 | 4.6 |
| | 6.1 | 7.2 | | 5 | 6.8 |
| | 4.2 | 4.3 | | 6.1 | 3.5 |
| | 4.1 | 3.9 | | 3.5 | 2.8 |
| | 7.3 | 3.3 | | 6.7 | 2.5 |
| | 8.4 | 4.1 | | 7.6 | 2 |
| | 8.6 | 3.8 | | 6.9 | 4.9 |
| | 5.3 | 4.6 | | 6.5 | 0.9 |
| | 5.5 | 4.4 | | 4.5 | 2.9 |
| | 5 | 7.3 | | 6 | 6.5 |
| | 8.7 | 3.4 | | 5 | 3.9 |
| | 10.1 | 3.7 | | 6.4 | 2.8 |
| | 5.6 | 5.6 | | 4.8 | 4.1 |
| | 4.7 | 5.8 | | 8.1 | 4.9 |
| | 5.9 | 4.7 | | 5.3 | 2.6 |
| | 7.4 | 3.9 | | 7 | 2.6 |
| | 7.3 | 4.1 | | 7 | 5.6 |
| | 4.3 | 7.8 | | 5 | 3.9 |
| | 6.1 | 6.3 | | 3.9 | 4.8 |
| | 4.3 | 3.9 | | 4.2 | 4.6 |
| | 4.9 | 5.9 | | 6.2 | 5.2 |
| | 5.3 | 3.8 | | 4.4 | 6.4 |
| | 6.7 | 5.2 | | 4.8 | 4.7 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรในหน่วยงานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การรอกของข้าว การติดเชื้อ ความยาวรากและความยาวลำต้นของเมล็ดข้าว ของ T2

| | | | | | |
|-------------|-----|-----|------------------|-----|-----|
| เมล็ดที่งอก | 25 | 25 | เมล็ดที่ติดเชื้อ | 15 | 14 |
| ความยาวราก | 3.6 | 7.4 | ความยาวต้น | 0.4 | 5.9 |
| | 4.9 | 4.5 | | 0.7 | 1.9 |
| | 5.9 | 2.3 | | 0.4 | 3 |
| | 4.6 | 2.4 | | 0.3 | 2.6 |
| | 5.4 | 5.7 | | 0.3 | 0.3 |
| | 3.8 | 3.1 | | 1.5 | 0.7 |
| | 3.3 | 6.4 | | 1.9 | 1.7 |
| | 6 | 4.9 | | 0.4 | 0.6 |
| | 3.5 | 3 | | 1.7 | 0.1 |
| | 3.7 | 2.2 | | 0.2 | 1.9 |
| | 3 | 1 | | 0.4 | 2.3 |
| | 4.5 | 4.1 | | 0.3 | 3 |
| | 1.8 | 4.9 | | 0.4 | 2.1 |
| | 4 | 3 | | 0.9 | 0.2 |
| | 4.8 | 3.2 | | 0.5 | 2.8 |
| | 4.2 | 2.8 | | 0.6 | 0.3 |
| | 4.7 | 3.5 | | 0.6 | 0.4 |
| | 5.5 | 2.4 | | 1.3 | 0.5 |
| | 4.3 | 2.1 | | 0.4 | 2.1 |
| | 1.9 | 3.8 | | 0.3 | 0.5 |
| | 0.5 | 1.2 | | 1.1 | 2 |
| | 4 | 1.7 | | 0.2 | 0.5 |
| | 3.7 | 4.9 | | 0.4 | 0.2 |
| | 2.5 | 3.9 | | 0.4 | 0.3 |
| | 1.6 | 2.5 | | 0.6 | 1.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับปฏิบัติงานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การรอกของข้าว การติดเชื้อ ความยาวรากและความยาวลำต้นของเมล็ดข้าว ของ T3

| | | | | | |
|-------------|-----|-----|------------------|-----|-----|
| เมล็ดที่งอก | 25 | 25 | เมล็ดที่ติดเชื้อ | 2 | 3 |
| ความยาวราก | 7.5 | 3.4 | ความยาวต้น | 0.3 | 5 |
| | 5.5 | 4.9 | | 0.6 | 6 |
| | 6.8 | 5.5 | | 0.4 | 4.2 |
| | 8.2 | 2.5 | | 3.1 | 0.9 |
| | 7.9 | 6.6 | | 1.1 | 9.5 |
| | 4 | 5.1 | | 0.4 | 5.6 |
| | 3.7 | 4.3 | | 1.5 | 6.5 |
| | 5.5 | 2.1 | | 0.2 | 5.6 |
| | 3.9 | 5.4 | | 0.4 | 2.9 |
| | 8.6 | 5 | | 0.7 | 5.5 |
| | 5.5 | 2.5 | | 0.2 | 0.5 |
| | 6.6 | 2.6 | | 0.3 | 5.6 |
| | 4.1 | 5 | | 1.5 | 4 |
| | 7.1 | 7.2 | | 0.2 | 1 |
| | 8.1 | 4.1 | | 0.2 | 2.5 |
| | 6.4 | 6.4 | | 0.4 | 1 |
| | 6.9 | 3.6 | | 0.9 | 4.1 |
| | 4.1 | 5 | | 0.3 | 6.7 |
| | 3.4 | 4.2 | | 1.2 | 1.9 |
| | 6.9 | 4.6 | | 0.9 | 5 |
| | 8.8 | 3.5 | | 0.3 | 0.4 |
| | 9 | 4.9 | | 1.3 | 2 |
| | 5.2 | 4.2 | | 1.4 | 6 |
| | 6.2 | 4.2 | | 1.2 | 6.4 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรในสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

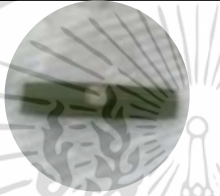
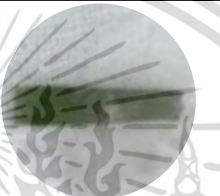






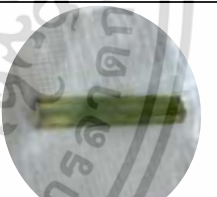



ตารางที่ 5 การรอกของข้าว การติดเชื้อ ความยาวรากและความยาวลำต้นของเมล็ดข้าว ของ T4

| | | | | | |
|-------------|-----|-----|------------------|-----|-----|
| เมล็ดที่งอก | 25 | 25 | เมล็ดที่ติดเชื้อ | 0 | 0 |
| ความยาวราก | 1.9 | 5 | ความยาวต้น | 4.2 | 5.9 |
| | 4.9 | 4.9 | | 6 | 1.2 |
| | 3.9 | 3.3 | | 6.4 | 4.7 |
| | 8.8 | 2.1 | | 7.4 | 1.6 |
| | 6 | 2.8 | | 4.7 | 2.9 |
| | 6.4 | 3.9 | | 5.7 | 4.5 |
| | 4.3 | 3.1 | | 7.7 | 6 |
| | 7.3 | 4.8 | | 5.1 | 2.9 |
| | 4.1 | 3.2 | | 5.7 | 4.1 |
| | 5.7 | 5.5 | | 7.3 | 3.6 |
| | 4.6 | 4.5 | | 3.2 | 0.5 |
| | 3.5 | 5 | | 4.1 | 1.2 |
| | 3.1 | 3.1 | | 4.5 | 2.7 |
| | 4.9 | 3.1 | | 5.8 | 5.6 |
| | 4.6 | 4.3 | | 3.5 | 3.3 |
| | 3.7 | 3.6 | | 2.6 | 1 |
| | 5.1 | 4 | | 5.7 | 2.5 |
| | 3.9 | 3.6 | | 5.7 | 1.1 |
| | 4.9 | 2.9 | | 3.4 | 1.7 |
| | 4.1 | 4.2 | | 3.1 | 1.2 |
| | 5.9 | 1.8 | | 2.3 | 2.6 |
| | 3.7 | 3.6 | | 4.3 | 0.3 |
| | 5.2 | 5.3 | | 2.8 | 1.6 |
| | 2.3 | 2.9 | | 4.6 | 1.5 |
| | 5.6 | 3.2 | | 2.1 | 0.4 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรในสำนักงานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




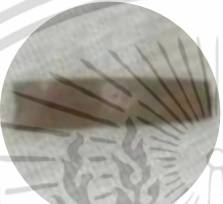

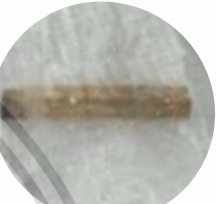



ภาคผนวก ฉ
การทดสอบความสามารถของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่มีผลต่อการ
ยับยั้งเชื้อราบนใบข้าว

ตารางที่ 1 ผลการเจริญของเชื้อรา *R. solani* DOAC 2666 บนใบข้าวแต่ละทรีทเมนต์บ่มเป็น
 ระยะเวลา 12 วัน

| ระยะเวลา (วัน) | ทรีทเมนต์ | | |
|----------------|---|--|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| 0 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ผลการเจริญของเชื้อรา *R. solani* บนใบข้าวแต่ละทรีทเมนต์บ่มเป็นระยะเวลา 12 วัน
(ต่อ)

| ระยะเวลา (วัน) | ทรีทเมนต์ | | |
|----------------|--|---|--|
| | T1 | T2 | T3 |
| 8 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |

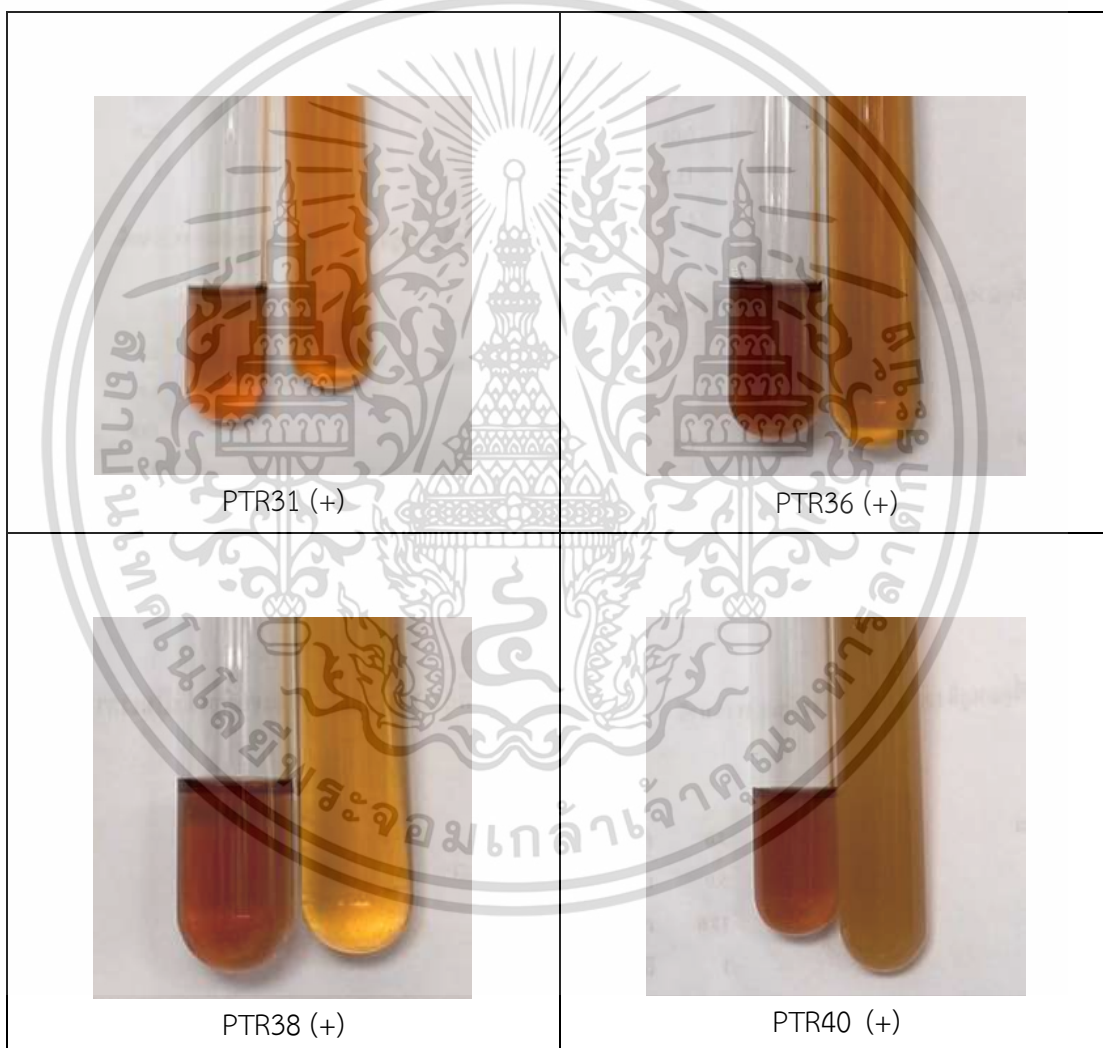
หมายเหตุ : T1) *R. solani* DOAC 2666 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง, T2) *R. solani* DOAC 2666+ PTR36 : เชื้อราก่อโรคกาบใบแห้ง+แอคติโนมัยสีท และ T3) ตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบความสามารถในการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (Indole-3-acetic acid (IAA) production)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิติก Indole-3-acetic acid (IAA) production ของเชื้อแอคติโนมัยซีททั้ง 4 ไอโซเลท หลังหยด Salkowsky's reagent

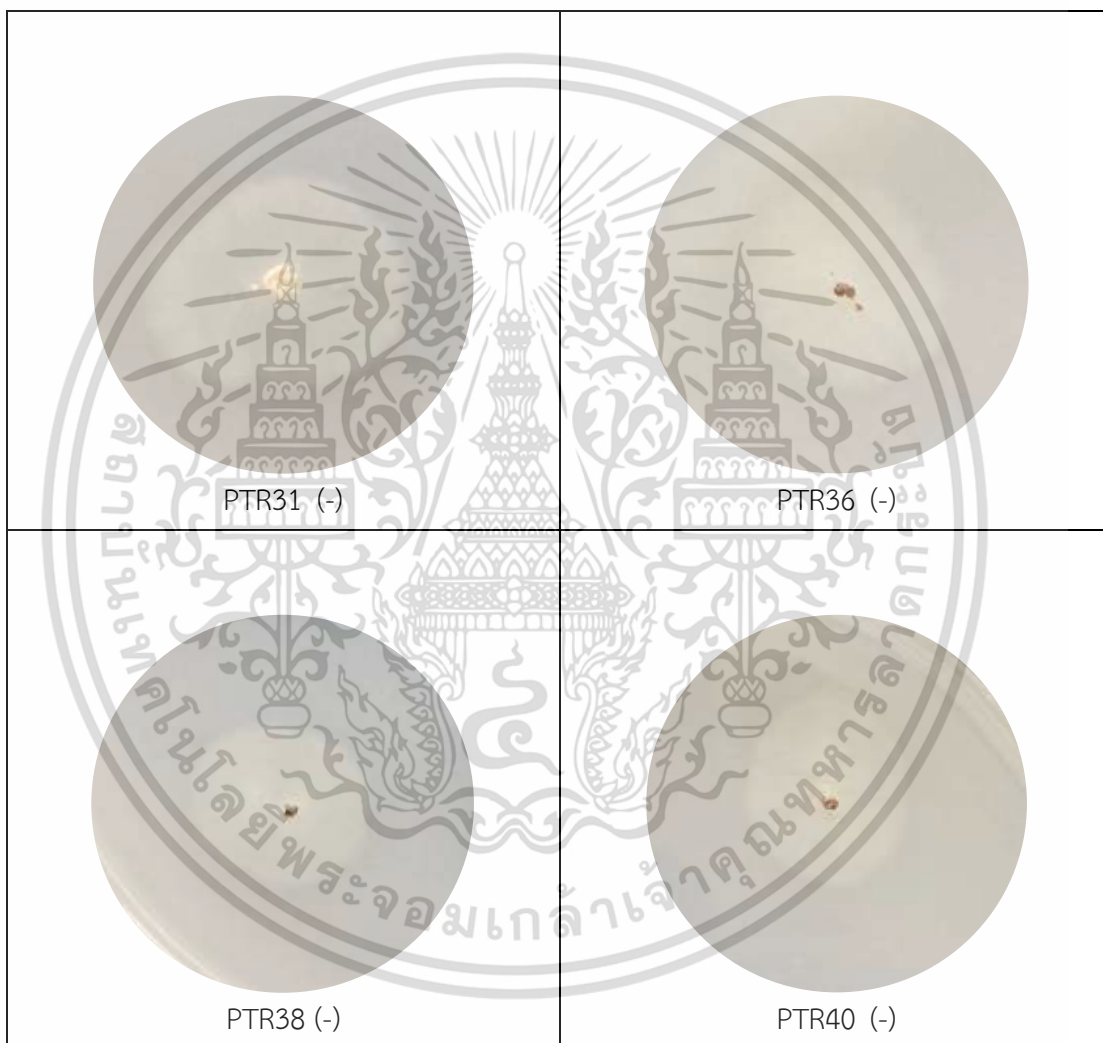


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

ทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilization) ของเชื้อแอคติโนมัยซีท ทั้งหมด 4 ไอโซเลท บนอาหาร Pikovskaya's agar

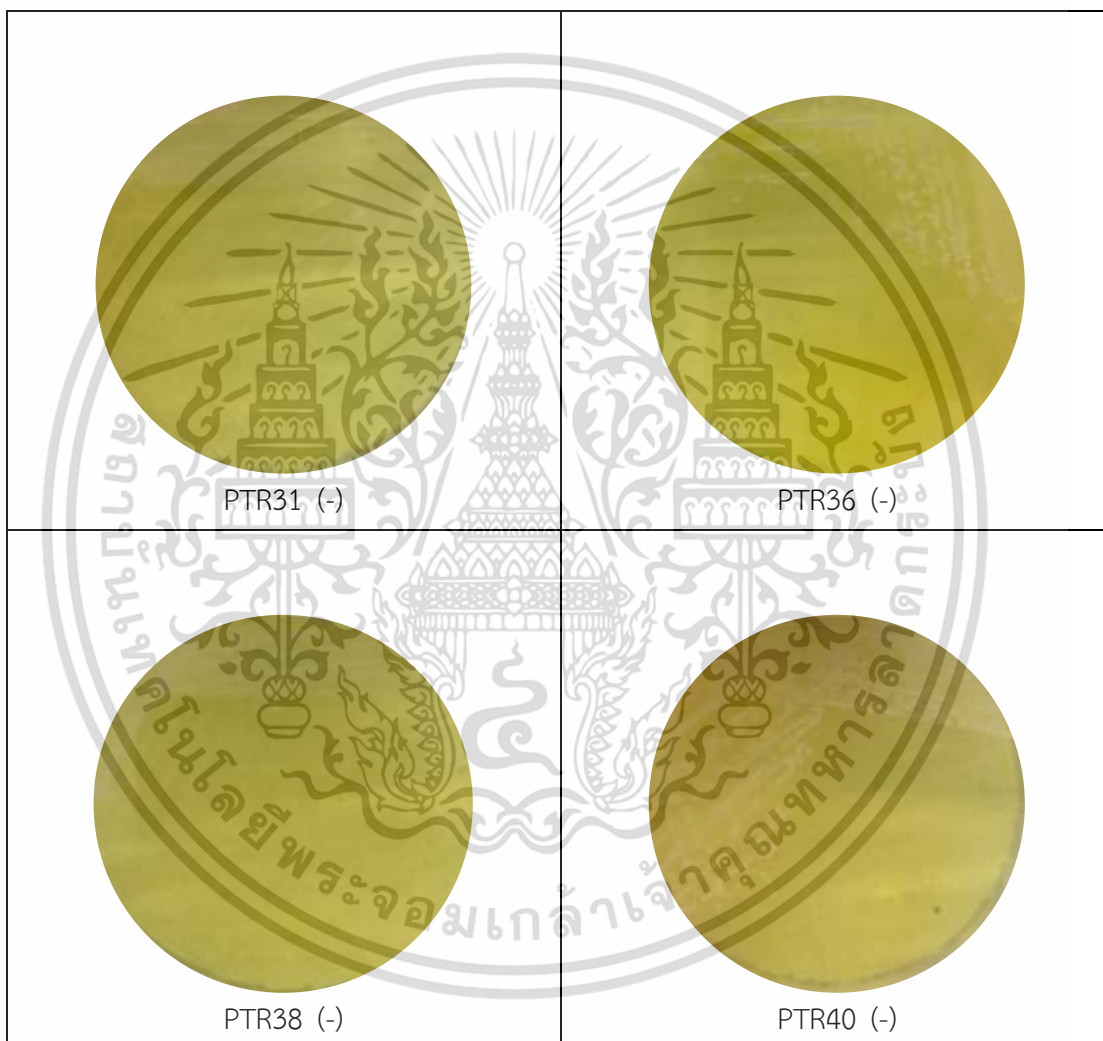


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฅ

การทดสอบการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide) ของเชื้อแอดดีโนมัยสีท ทั้งหมด 4 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่เติม 0.44% glycine

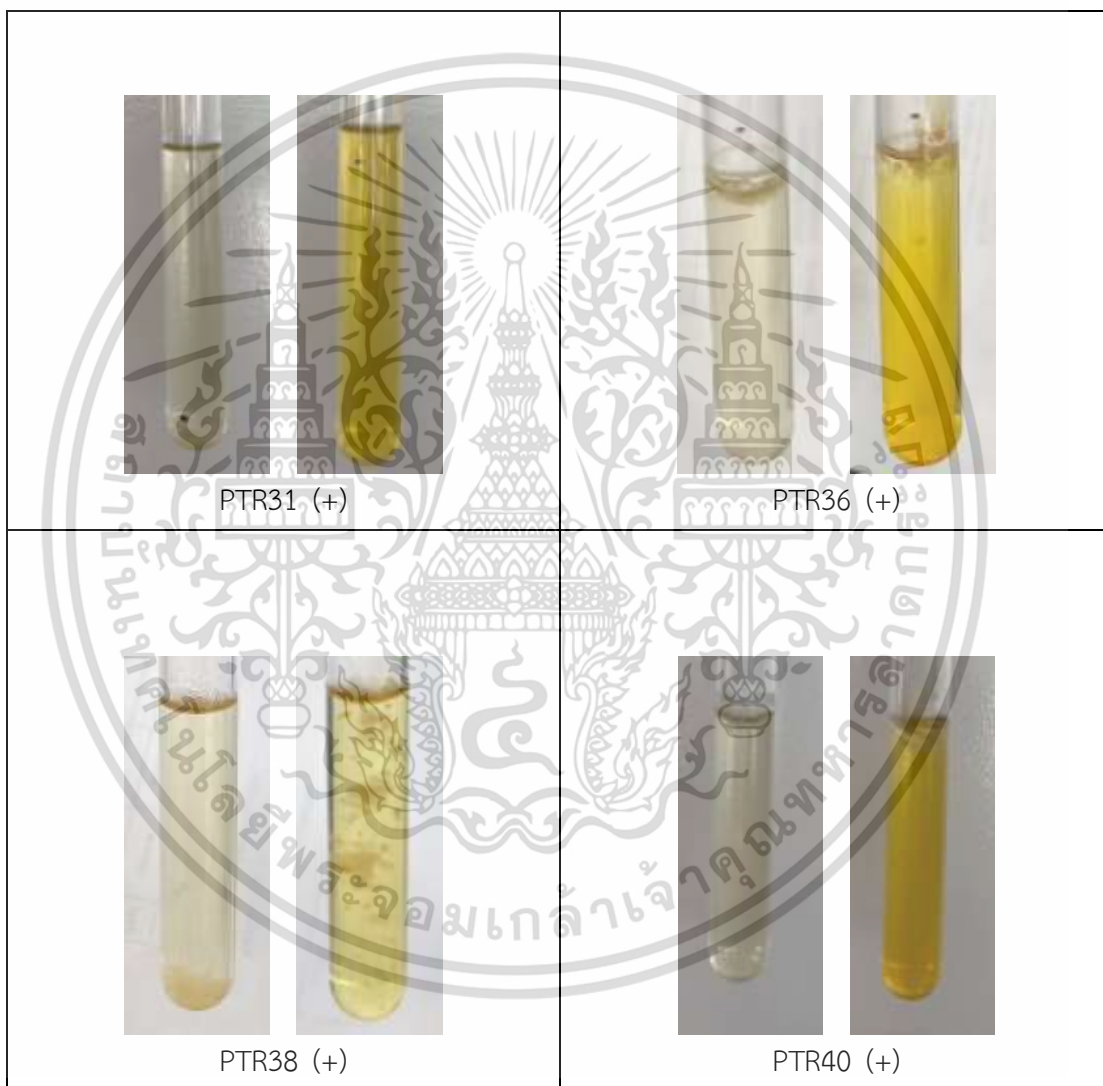


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ

การทดสอบการผลิตแอมโมเนีย (Ammonia production)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการผลิตแอมโมเนีย (Ammonia production) ของแอกติโนมัยสีททั้งหมด 4 ไอโซเลท หลังหยด Nessler's reagent

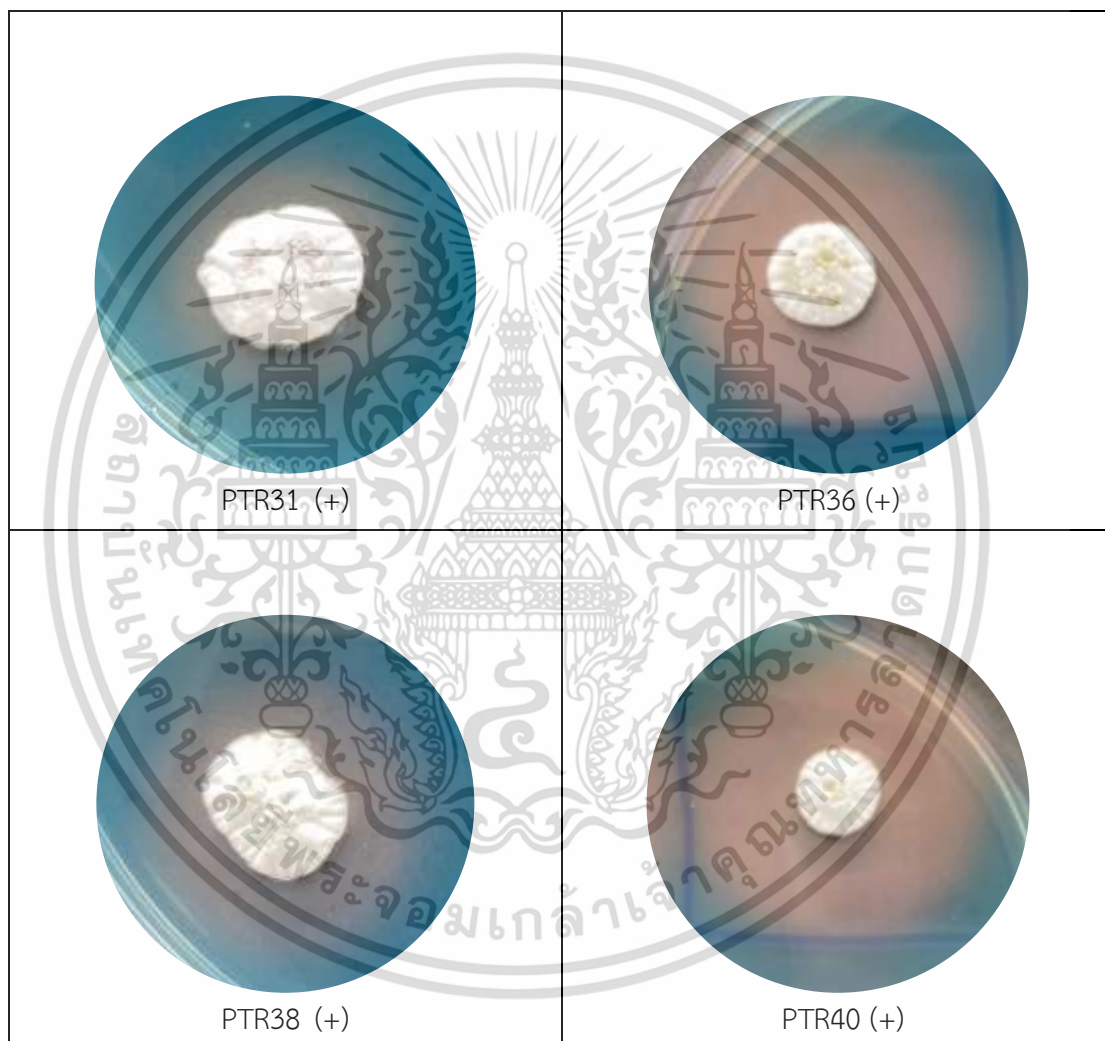


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทดสอบการสร้างสารซิดิโรฟอร์ (Siderophore)

ตารางที่ 1 ผลการสร้างสารซิดิโรฟอร์ (Siderophore) ของแอกติโนมัยซีททั้งหมด 4 ไอโซเลท บนอาหาร ISP2 ที่ผสมสารละลาย Chrom Azurol S (CAS)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ

วันที่ 30 เดือน มิถุนายน พ.ศ.2566

ข้าพเจ้า นางสาวกิงมณี นิสสัยดี รหัสประจำตัว 62050569
นางสาวอรอนงค์ ไกรวงษา รหัสประจำตัว 62050664

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชา ชีววิทยา ขอรับรอง
โครงการพิเศษเรื่อง

ชื่อภาษาไทย แอคติโนมัยสีทจากดินนาข้าวจังหวัดปทุมธานี การส่งเสริมการเจริญเติบโตและฤทธิ์
ยับยั้งโรคกาบใบแห้งจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* DOAC 2666

ชื่อภาษาอังกฤษ Actinomycetes from Rice Field Soil, Pathum Thani and Rice Growth-
Promoting with Antagonistic property against *Rhizoctonia solani*
DOAC2666

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่มีได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อน
เรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่ม
โครงการพิเศษฉบับสมบูรณ์แล้ว
โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 6.78%

ลงชื่อ.....กิงมณี นิสสัยดี.....

(นางสาวกิงมณี นิสสัยดี)

นักศึกษา

ลงชื่อ.....อรอนงค์ ไกรวงษา.....

(นางสาวอรอนงค์ ไกรวงษา)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ได้ตรวจสอบโครงการพิเศษศึกษา
ของนักศึกษาข้างต้น แล้วขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์จึงลงชื่อ
ไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....Khongkarn Klanbut.....

(ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
อาจารย์ที่ปรึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้