

แอกติโนมัยสีทที่สามารถส่งเสริมการเจริญของพืชจาก
ปุ๋ยมูลไส้เดือน

PLANT GROWTH-PROMOTION ACTINOMYCETES
FROM VERMICOMPOST



โครงการพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLANT GROWTH-PROMOTION ACTINOMYCETES
FROM VERMICOMPOST



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

DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ACADEMIC YEAR 2018
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้องานวิจัย แอคติโนมัยสีทที่สามารถส่งเสริมการเจริญของพืชจากปุ๋ยมูลไส้เดือน

ชื่อนักศึกษา นางสาวพรรณนภา โพธิ์อ่อน รหัสนักศึกษา 58050937

นายพศวัต สุขเกษม รหัสนักศึกษา 58050938

นางสาวพัชรินทร์ สงวนรัตน์ รหัสนักศึกษา 58050941

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชา ชีววิทยา

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
 แอคติโนมัยสีทที่สามารถส่งเสริมการเจริญของพืชจากปุ๋ยมูลไส้เดือนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
 หลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.วีณา ชูโชติ ประธานกรรมการ	
ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ กรรมการ	
รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในเอกสารนี้ มิฉะนั้นจะถือว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้องานวิจัย	แอกติโนมายส์ที่สามารถส่งเสริมการเจริญของพืชจากปุ๋ยมูลไส้เดือน		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพรรณนภา โพธิ์อ่อน	รหัสนักศึกษา	๕๘๐๕๐๙๓๗
	นายพศวัต สุขเกษม	รหัสนักศึกษา	๕๘๐๕๐๙๓๘
	นางสาวพัชรินทร์ สงวนรัตน์	รหัสนักศึกษา	๕๘๐๕๐๙๔๑
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)		
ภาควิชา	ชีววิทยา		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	๒๕๖๑		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ		

บทคัดย่อ

แอกติโนมายส์จำนวน ๓๒ ไอโซเลต แยกได้จากปุ๋ยมูลไส้เดือน (๒๗ ไอโซเลต) และจากน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน (๕ ไอโซเลต) โดยตัวอย่างปุ๋ยมูลไส้เดือนถูกเก็บมาจากฟาร์มไส้เดือนดิน ๕ แห่ง ได้แก่ ดินดีฟาร์ม จังหวัดชลบุรี มณีจันทร์การเกษตร จังหวัดจันทบุรี ฟาร์มไส้เดือนสิรินนท์ จังหวัดนนทบุรี ฟาร์มไส้เดือนรักขโลก จังหวัดนครปฐม และ ทีทีฟาร์ม จังหวัดอุบลราชธานี และแอกติโนมายส์ที่แยกได้ถูกทดสอบเพื่อค้นหาคุณสมบัติการส่งเสริมการเจริญของพืช ได้แก่ การสร้างกรดอินโดล-๓-อะซิติก จิบเบอเรลลิน ไซเตอร์โรเฟอร์ และคุณสมบัติการละลายฟอสเฟต จากการศึกษาพบว่าแอกติโนมายส์ไอโซเลต วีซีซีเอช๑๘ วีซีซีเอช๑๙ วีซีซีบี๐๔ และ วีซีซีบี๑๑ แสดงคุณสมบัติดังกล่าวได้ดี

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางอนุกรมวิธานเบื้องต้นด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนลีบหอกเอสอาร์อาร์เอ็นเอ พบว่าแอกติโนมายส์ที่ถูกคัดเลือกเป็นสมาชิกในสกุล อะไมโคลาที่อปัสตี ไมโครคอคคัส และ สเตรปโตมัยเซส โดยแอกติโนมายส์ไอโซเลต วีซีซีบี๑๑ มีความคล้ายคลึงกับ อะไมโคลาที่อปัสตี อิชิโกเนนสกี สายพันธุ์ แอลซีสอง ร้อยละ ๙๘.๗ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ ๙๘.๗ ของระดับความเป็นสปีชีส์ใหม่ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไอโซเลต วีซีซีบี๑๑ เป็นสปีชีส์ใหม่ของสกุลอะไมโคลาที่อปัสตี

คำสำคัญ : น้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน จิบเบอเรลลิน กรดอินโดล-๓-อะซิติก การละลายฟอสเฟต
ไซเตอร์โรเฟอร์ ปุ๋ยมูลไส้เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost		
Students	Miss Pannapa Po-on	Student ID 58050937	
	Mr. Pasawat Sukgaseam	Student ID 58050938	
	Miss Patchareeporn Sa-nguanrat	Student ID 58050941	
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)		
Department	Biology		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2018		
Advisor	Assoc. Prof. Dr.Chitti Thawai		

Abstract

Thirty-two actinomycete isolates were isolated from vermicompost (27 isolates) and vermibiofertilizer (5 isolates). The sample of vermicompost s were collected from 5 earthworm farms, Dindee Farm Chonburi, Maneechan Kankaset Farm Chanthaburi, Sirinon Earthworm Farm Nonthaburi, Rak Lok Earthworm Farm Nakhon Pathom, and TT Farm Ubonrachathani. All actinomycete isolates were investigated for plant growth-promoting (PGP) properties including indole-3-acetic acid (IAA), gibberellin (GA), siderophore and phosphate solubilizing. This study showed that isolate VCCH18, VCCH19, VCUB04 and VCUB11 exhibited good activities.

A procedure with the combination of morphological and partial 16S rRNA gene sequence analyses were used for the preliminary taxonomic study. The results revealed that four actinomycete isolates were the members of the genera, *Amycolatopsis*, *Micrococcus* and *Streptomyces*, respectively, and the VCUB11 was most closely related to *Amycolatopsis echigonensis* LC2^T (98.7%) below or equal the cut-off point (98.7%) for assigning the new lineage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keyword: Biofertilizer, Gibberellin, Indole-3-acetic acid, Phosphate solubilizing, Siderophore and Vermicompost.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ คณะผู้จัดทำรู้สึกทราบบ้างในความอนุเคราะห์จากอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับคณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณ คุณสมักร แสงจันทร์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ณ ห้องปฏิบัติการที่ให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์ในการทำโครงการพิเศษฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว คิมแจจุง คิมยูคยอม และเจนนีคิม ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำสามารถทำโครงการพิเศษฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจงานในด้านสารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หรือผู้ที่ต้องการจะศึกษาเกี่ยวกับโครงการพิเศษฉบับนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

พรณนภา โพธิ์อ่อน

พศวัต สุขเกษม

พัชรีพร สวงรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ.....	จ
สารบัญ(ต่อ).....	ฉ
สารบัญ(ต่อ).....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แอคติโนมัยสีท	3
2.2 การจัดจำแนก	4
2.2 สารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช (Plant growth promotion : PGP).....	7
2.2.1 คุณสมบัติในการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิติก Indole-3-acetic acid (IAA).....	8
2.2.2 คุณสมบัติในการสร้างซิเดอริโรฟออร์ (Siderophore).....	8
2.2.3 คุณสมบัติในการสร้างจิบเบอเรลลิน (Gibberellin).....	9
2.2.4 คุณสมบัติในการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilizing)	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3 มูลไส้เดือน (Vermicompost)	10
2.3.1 คุณสมบัติของน้ำหมักมูลไส้เดือน	10
2.3.2 ประโยชน์ของน้ำหมักมูลไส้เดือน	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่3 วิธีการดำเนินงาน.....	20
3.1 เครื่องมือและสารเคมี.....	20
3.2 การเก็บตัวอย่าง	22
3.2.1 การคัดแยกแอคติโนมัยซีทจากมูลไส้เดือน.....	22
3.2.2 การคัดแยกแอคติโนมัยซีทจากน้ำหมักมูลไส้เดือน.....	22
3.2.3 การคัดเลือก การทำให้บริสุทธิ์และการจัดกลุ่มของเชื้อแอคติโนมัยซีท	23
3.3 การทดสอบการผลิตรายส่งเสริมการเจริญในพืช.....	23
3.3.1 การทดสอบการสร้าง กรดอินโดล-3-อะซิติก.....	23
3.3.2 การทดสอบการสร้างจิบเบอเรลลิน.....	23
3.3.3 การทดสอบคุณสมบัติละลายฟอสเฟต.....	24
3.3.4 การทดสอบการสร้างไซเดอร์โรเฟอร์	24
3.4 การระบุชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซีทเบื้องต้น	24
3.4.1 สกัดดีเอ็นเอ.....	24
3.4.2 เพิ่มปริมาณยีน 16S rRNA.....	24
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	26
4.1 ผลการเก็บตัวอย่าง และการแยกแอคติโนมัยซีท	26
4.2 ผลการคัดแยก และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา	28
4.3 ผลการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืช	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4 ผลการระบุชนิดของแอกติโนมัยสีทเบื้องต้น	49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลการวิจัย	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารอ้างอิง.....	57
ภาคผนวก ก	72
ภาคผนวก ข	65
ภาคผนวก ค	66
ภาคผนวก ง	74
ภาคผนวก จ	85
ภาคผนวก ฉ	92
ภาคผนวก ช	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ส่วนประกอบที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาถูกลูกโซ่พอลิเมอเรส.....	28
3.2 วงจรพีซีอาร์ (PCR cycle).....	29
4.1 แสดงลักษณะกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างปุ๋ยมูลไส้เดือน.....	30
4.2 แสดงแสดงลักษณะกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างน้ำหมักมูลไส้เดือน.....	31
4.3 สถานที่เก็บตัวอย่าง และไอโซเลตของแอกติโนมัยสียที่คัดแยกได้.....	31
4.4 ลักษณะการเจริญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอกติโนมัยสียบนอาหาร Yeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 7-14 วัน.....	49
4.5 แสดงผลการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืช.....	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของกรดอินโดล-3-อะซีติก.....	9
2.2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของไซเตอร์โรฟอร์.....	10
2.3 แสดงโครงสร้างทางเคมีของจิบเบอเรลลิน.....	10
2.4 แสดงการละลายฟอสเฟตที่ช่วยส่งเสริมการเจริญในพืช.....	11
4.1 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNB01.....	32
4.2 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP01.....	33
4.3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP02.....	33
4.4 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP03.....	34
4.5 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP04.....	34
4.6 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH05.....	35
4.7 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH10.....	35
4.8 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH15.....	36
4.9 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH16.....	36
4.10 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH18.....	37
4.11 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH19.....	37
4.12 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH20.....	38
4.13 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCB02.....	38
4.14 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCB03.....	39
4.15 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCB04.....	39
4.16 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNB02.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNB03.....	40
4.18 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNB04.....	41
4.19 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNB05.....	41
4.20 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNB06.....	42
4.21 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNP01.....	42
4.22 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNP02.....	43
4.23 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNP03.....	43
4.24 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNP05.....	44
4.25 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNP07.....	44
4.26 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCNP08.....	45
4.27 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB03.....	45
4.28 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB04.....	46
4.29 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB07.....	46
4.30 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB10.....	47
4.31 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB11.....	47
4.32 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB14.....	48
4.33 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCCH18 บน Phylogenetic tree.....	58
4.34 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCCH19 บน Phylogenetic tree.....	59
4.35 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB04 บน Phylogenetic tree.....	60
4.36 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB11 บน Phylogenetic tree.....	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยถือว่าเป็นเมืองเกษตรกรรมส่งออกผลผลิตทางเกษตรกรรมเป็นอันดับต้นๆของโลก การเพาะปลูกของเกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศอาศัยสารเคมีในการเร่งการเจริญเติบโตและควบคุมโรคพืช ซึ่งสารเคมีที่ใช้มักส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ดินเกิดการเสื่อมสภาพ มีสารเคมีปนเปื้อนในแม่น้ำ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคผลผลิตทางการเกษตรที่ปนเปื้อนสารเคมี

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมูลไส้เดือนเป็นที่ต้องการอย่างมากของเกษตรกรเพื่อใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพในทางเกษตรกรรมและการเพาะปลูก ซึ่งมูลไส้เดือน เป็นสิ่งขับถ่ายจากการย่อยอาหารของไส้เดือน โดยมูลไส้เดือนประกอบไปด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิตรวมถึงสารชีวเคมีที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช มูลไส้เดือนที่ได้จากสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน ส่งผลให้มูลไส้เดือนมีคุณสมบัติต่างกันตามองค์ประกอบของอาหารที่ไส้เดือนได้รับ โดยในสภาวะแวดล้อมที่ปราศจากอาหารที่มีคุณค่าหรือเศษซากพืชที่ดีส่งผลให้มูลไส้เดือนมีคุณสมบัติต่ำกว่าสภาวะแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยอาหารที่มีคุณค่าหรือมูลสัตว์ที่ไส้เดือนต้องการ

ในปี พ.ศ. 2545 หรือ ค.ศ. 2002 ได้มีการวิจัยค้นพบฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในมูลไส้เดือนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่พบส่วนใหญ่ในมูลไส้เดือนคือ ไซโตไคนิน (Cytokinin) จิบเบอเรลลิน (Giberellin) ไคเนติน (Kinetins) และออกซิน (Auxins) ซึ่งฮอร์โมนพืชเหล่านี้ทำหน้าที่การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ต่างกัน เช่น กระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์พืช ทำให้รากดูดซึมน้ำและอาหารได้ดียิ่งขึ้น การสังเคราะห์แสงมีประสิทธิภาพมากขึ้น ควบคุมความยาวของเซลล์ ป้องกันการเน่าเปื่อยและเป็นสารชะลอการแก่ตัวของพืช ต่อมา มีการค้นพบเอนไซม์ไคตินเนส (Chitinase) ซึ่งสามารถละลายไคตินที่เป็นสารชีวเคมีชนิดหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบเปลือกชั้นนอกของแมลง ดังนั้นมูลไส้เดือนมีคุณสมบัติในการป้องกันแมลงได้ดี (Insect repellent)

จุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถพบได้ส่วนใหญ่ในมูลไส้เดือนหนึ่งนั้น คือ แอคติโนมัยซีต (Actinomycetes) เป็นแบคทีเรียจำพวกหนึ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเชื้อรา กล่าวคือ เป็นแบคทีเรียเอ็กสาร์ไนแกรมบวกร เป็นพวกที่ต้องอาศัยอากาศในการเจริญ มีการเจริญเป็นเส้นใย และสร้างสปอร์ ซึ่งมักยึดเกาะกับอนุภาคของดินหรือวัสดุอินทรีย์ในดิน นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการสร้างสารต้านจุลชีพได้ ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียอื่น ๆ ได้

เกาะแน่นในโคลนที่จมอยู่ในอาหารที่เจริญอยู่ และมีขนาดของเซลล์เล็กเท่ากับแบคทีเรีย ส่วนของเส้นใยที่สัมผัสกับอากาศ จะมีการเปลี่ยนรูปไปเป็นสปอร์ ซึ่งใช้ในการแพร่พันธุ์เช่นเดียวกันกับเชื้อรา ในทางสัณฐานวิทยา แอคติโนมัยสีทมีรูปร่างหลายแบบ กลม ท่อน หรือเป็นเส้นสายคล้ายเชื้อรา โดยอาจเป็นเส้นสายที่มีการแตกแขนงและมีการแตกหักของเส้นใย เพื่อสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ หรืออาจจะเป็นเส้นสายที่มีการสร้างสปอร์บนเส้นใยที่ชูขึ้นในอากาศซึ่งโครงสร้างของสปอร์มีทั้งแบบที่มีถุงหุ้มและไม่มีถุงหุ้ม แอคติโนมัยสีทส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวน แต่ก็ มีบางชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนหรือต้องการก็เพียงเล็กน้อย และเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารเมแทบอลิท์ทุติยภูมิ (Secondary metabolite) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น สารปฏิชีวนะต่อต้านแบคทีเรีย เชื้อรา สารฆ่าแมลง และสารปราบวัชพืช เป็นต้น

โครงการพิเศษนี้จึงเลือกข้อมูลสี่เดือนจากแหล่งเพาะเลี้ยงสี่เดือนที่แตกต่างกัน 5 แหล่ง เพื่อคัดแยกแอคติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์สร้างสารในการส่งเสริมการเจริญของพืช โดยเลือกทดสอบการสร้างสาร 4 ชนิด ได้แก่ กรดอินโดล-3-อะซิติก (Indole acetic acid หรือ IAA) จิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ซิเดอโรฟอรัส (Siderophore) และ คุณสมบัติในการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilizing)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีคุณสมบัติในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชจากปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชจากแอคติโนมัยสีทที่แยกได้
3. เพื่อศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานเบื้องต้น

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. ทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยสีทจากปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน จากฟาร์ม 5 แหล่ง
2. ทำการตรวจลักษณะทางอนุกรมวิธานเบื้องต้นของเชื้อแอคติโนมัยสีท ปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยทำการสกัด DNA เพิ่มปริมาณยีน 16S rRNA และวิเคราะห์ลำดับเบส
3. ทำการทดสอบการสร้างสารในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช 4 ชนิด ได้แก่ กรดอินโดล-3-อะซิติก (Indole acetic acid หรือ IAA) จิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ซิเดอโรฟอรัส (Siderophore) และ คุณสมบัติในการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilizing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ค้นพบแอคติโนมัยสีทจากปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักมูลไส้เดือน
2. ได้แอคติโนมัยสีทที่มีคุณสมบัติในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญของพืช
3. สามารถระบุลักษณะทางอนุกรมวิธานเบื้องต้นของแอคติโนมัยสีทที่คัดแยกได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แอคติโนมัยสีท

แอคติโนมัยสีทหรือแอคติโนแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียกลุ่มโพรคาริโอตแกรมบวก และมีปริมาณเบส G + C มาก (70%) (Singh *et al.*, 2018) พบอยู่ทั่วไปในแหล่งดิน แหล่งน้ำ ปุ๋ยหมัก พบได้ทั้งเขตร้อนและเขตหนาว เจริญในดินที่เป็นกลางและเป็นมากกว่าเป็นกรด มีทั้งพวกที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ โดยมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่หลากหลาย ทั้งทรงกลม รูปท่อน และเป็นเส้นสายที่มีมีการแตกแขนงคล้ายเชื้อรา มีการแตกหักของเส้นใยเพื่อสร้างสปอร์ หรือการสร้างสปอร์บนเส้นใยที่ชูขึ้นในอากาศ (Aerial mycelium) ซึ่งเป็นลักษณะที่พบในแอคติโนมัยสีทเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะที่แตกต่างจากเชื้อราของแอคติโนมัยสีทคือ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ซึ่งขนาดของเส้นใยและสปอร์ของแอคติโนมัยสีทมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ถึง 1.0 ไมโครเมตร ในขณะที่เส้นใยของเชื้อรามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 ถึง 8 ไมโครเมตร (Coyne., 1999) ซึ่งทำให้โคโลนีของแอคติโนมัยสีทมีลักษณะเป็นฝุ่นผงหรือผงคล้ายขอสลัค และยังมีลักษณะอื่นๆที่คล้ายกับรา เช่น เมื่อเจริญในอาหารเหลวจะมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อน ไม่เจริญกระจุกกระจายเหมือนแบคทีเรีย และยังมีลำดับการเพิ่มจำนวนแบบเดียวกับรา คือ Apically ซึ่งแตกต่างจากแบคทีเรีย ซึ่งเป็นแบบ Exponential การเจริญของเส้นใยมี 2 ประเภท คือ เส้นใยอากาศ (Aerial mycelium) และมีเส้นใยเจริญลงไปในอาหาร เรียกว่า Substrate mycelium (Vobis., 1997) และเป็นจุลินทรีย์กลุ่มสำคัญที่ผลิตสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิ (Secondary metabolite) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น สารปฏิชีวนะต่อต้านแบคทีเรีย เชื้อรา สารฆ่าแมลง และสารปราบวัชพืช เป็นต้น (Goodfellow *et al.*, 1988)

แอคติโนมัยสีทสามารถสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ เช่น ไซเดอร์โรฟอร์ , กรดอินโดล-3-อะซิดิก, เซลลูเลสและ เอนไซม์ไลติก โดยแอคติโนมัยสีทกลุ่ม *Streptomyce* ส่วนใหญ่พบในบริเวณรากพืช ซึ่งช่วยในการพัฒนาระบบของราก การยึดยาวของราก และช่วยให้พืชเจริญเติบโต เพื่อสร้าง Siderophore และฮอร์โมนที่จำเป็นต่อการเจริญของพืช (Hozzein *et al.*, 2019) โดยแอคติโนมัยสีทเป็นจุลินทรีย์ที่มีการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพค่อนข้างมาก โดยในปัจจุบันนิยมนำมาใช้เป็นสารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืชและใช้เป็นตัวควบคุมทางชีวภาพในการเกษตรเพื่อลดปัญหาการใช้สารเคมี ด้วยคุณสมบัติข้างต้นนี้ทำให้มีการพัฒนาไปเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ค่อนข้างมาก ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากเชื้อแอคติโนมัยสีทเป็นที่นิยมนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในกลุ่มของเกษตรกร เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากเชื้อแอคติโนมัยสีทช่วยให้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและลดการเกิดโรคของพืชได้ดี ทั้งนี้ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เป็น

อันตรายต่อผู้บริโภค และเกษตรกร
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การจัดจำแนก

การจำแนกจะใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Stackebrandt *et al.*, 1997) องค์ประกอบทางเคมีของเซลล์และลักษณะทางจີโนมไทป์ในการจัดอนุกรมวิธาน โดยสามารถจำแนกได้เป็น 5 คลาสย่อย 5 อันดับ 10 อันดับย่อย 30 วงศ์ และ 95 สกุล และต่อมาได้ปรับระบบการจัดอนุกรมวิธานให้เป็นปัจจุบัน (Zhi *et al.*, 2009)

แอกติโนมัยซีที่อยู่ในคลาสย่อยแอกติโนแบคทีเรีย (Subclass Actinobacteridae) อันดับแอกติโนมัยซีตาเลส (Order Actinomycetales) ประกอบด้วย 13 อันดับย่อย (Suborder) ได้แก่

1. อันดับย่อยแอกติโนมัยซีนีอี (Suborder Actinomycineae) ประกอบด้วย 1 วงศ์ คือ วงศ์แอกติโนมัยซีตาเซียอี (Family Actinomycetaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 3 สกุล ได้แก่ *Actinomyces*, *Arcanobacterium* และ *Mobiluncus*

2. อันดับย่อยไมโครคอคคินีอี (Suborder Micrococccineae) ประกอบด้วย 15 วงศ์ ได้แก่

2.1 วงศ์บิวเทนเบอเกียเซียอี (Family Beutenbergiaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 3 สกุล ได้แก่ *Beutenbergia*, *Georgenia* และ *Salana*

2.2 วงศ์โบโกแรลลาเซียอี (Family Bogoriellaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 1 สกุล ได้แก่ *Bogoriella*

2.3 วงศ์เบรวิแบคทีเรียเซียอี (Family Brevibacteriaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 1 สกุล ได้แก่ *Brevibacterium*

2.4 วงศ์เซลลูโลโมนาดาเซียอี (Family Cellulomonadaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 5 สกุล ได้แก่ *Actinotales*, *Cellulomonas*, *Demequina*, *Oerskovia* และ *Tropheryma*

2.5 วงศ์เดอร์มาแบคทีราเซียอี (Family Dermabacteraceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 2 สกุล ได้แก่ *Brachybacterium* และ *Dermabacter*

2.6 วงศ์เดอร์มาคอคคาเซียอี (Family Dermacoccaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 3 สกุล ได้แก่ *Dermacoccus*, *Dermeria* และ *Kytococcus*

2.7 วงศ์เดอร์มาโตฟิลาเซียอี (Family Dermatophilaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 2 สกุล ได้แก่ *Dermatophilus* และ *Kineosphaera*

2.8 วงศ์อินทราสปอแรงเจียเซียอี (Family Intrasporangiaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 16 สกุล ได้แก่ *Arsenicococcus*, *Humihabitans*, *Intrasporangium*, *Janibacter*, *Knoellia*, *Kribbia*, *Lapillicoccus*, *Marihabitans*, *Ornithinicoccus*, *Ornithinimicrobium*, *Oryzihumus*, *Phycococcus*, *Serinicoccus*, *Terracoccus*, *Tetrasphaera* และ *Terrabacter*

2.9 วงศ์โจเนเซียอี (Family Jonesiaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 1 สกุล ได้แก่ *Jonesia*

2.10 วงศ์ไมโครแบคทีเรียเซียอี (Family Microbacteriaceae) เชื้อในวงศ์นี้มี 2 สกุล

ได้แก่ *Agreia*, *Agrococcus*, *Agromyces*, *Clavibacter*, *Cryobacterium*, *Curtobacterium*,

Frigoribacterium, *Fronidihabitans*, *Fronidicola*, *Glaciibacter*, *Gulosibacter*, *Klugiella*,
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Labedalla, Leifsonia, Leucobacter, Microbacterium, Microcella, Microterricola, Mycetocola, Okibacterium, Plantibacter, Phycicola, Pseudoclavibacter, Rathayibacter, Rhodoglobus, Salinibacterium, Subtercola และ *Yonghaparkia*

2.11 วงศ์ไมโครคอคคาซีอี (Family *Micrococcaceae*) มี 8 สกุล คือ

Micrococcus, Acariomes, Arthrobacter, Citricoccus, Kocuria, Nesterenkonia, Renibacterium, Rothai และ *Zhihengliuella*

2.12 วงศ์โพรไมโครโมนอสปอราซีอี (Family *Promicromonosporaceae*) อยู่ในวงศ์นี้มี 6 สกุล ได้แก่ *Cellulosimicrobium, Myceligenerans, Promicromonospora, Xylanibacterium, Xylanimicrobium* และ *Xylanimona*

2.13 วงศ์ราโบแบคเทอราซีอี (Family *Rarobacteraceae*) อยู่ในวงศ์นี้มี 1 สกุล ได้แก่ *Rarobacter*

2.14 วงศ์แซงกีแบคเทอราซีอี (Family *Sanguibacteraceae*) อยู่ในวงศ์นี้มี 1 สกุล ได้แก่ *Sanguibacter*

2.15 วงศ์ยานัลลาซีอี (Family *Yaniellaceae*) อยู่ในวงศ์นี้มี 1 สกุล ได้แก่ *Yaniella*

3. อันดับย่อยโครีเนแบคทีรีนอี (Suborder *Corynebacterineae*) ประกอบด้วย 6 วงศ์ คือ

3.1 วงศ์โครีเนแบคทีเรียซีอี (Family *Corynebacteriaceae*) มี 2 สกุล ได้แก่ *Corynebacterium* และ *Turicella*

3.2 วงศ์ไดเอทเซียซีอี (Family *Dietziaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Dietzia* 3.2 วงศ์มัยโคแบคทีเรียซีอี (Family *Mycobacteriaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Mycobacterium*

3.3 วงศ์นอคาร์เดียซีอี (Family *Nocardiaceae*)) มี 5 สกุล ได้แก่ *Gordonia, Millisia, Nocardia, Rhodococcus,* และ *Williamsia*

3.4 วงศ์เซกนิลิปาราซีอี (Family *Segniliparaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Segniliparus*

3.5 วงศ์สึคามูเรลลาซีอี (Family *Tsukamurellaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Tsukamurella*

4. อันดับย่อยไมโครสปอริเนียอี (Suborder *Micromonosporineae*) ประกอบด้วย 1 วงศ์ คือ

4.1 วงศ์ไมโครโมนอสปอราซีอี (Family *Micromonosporaceae*) อยู่ในวงศ์นี้มี 17 สกุล ได้แก่, *Actinocatenispora, Actinoplanes, Asanoa, Catellatospora, Couchioplanes, Catenuloplanes, Dactylosporangium, Longispora, Micromonospora, Pilimelia, Polymorphospora, Planosporangium, Pseudosporangium, Salinispora, Spirilliplanes, Verrucosispora* และ *Virgisporangium*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อันดับย่อยไฟโรไฟโอนิแบคทีริเนีย (Suborder *Propionibacterineae*) ประกอบด้วย 2 วงศ์ คือ

5.1 วงศ์นอคคาร์ดิอออิดาซีอี (Family *Nocardioideae*) มี 5 สกุล ได้แก่ *Actinopolymorpha*, *Aeromicrobium*, *Kribbella Marmoricola* และ *Nocardioides*

5.2 วงศ์ไฟโรไฟโอนิแบคเทอเรียซีอี (Family *Propionibacteriaceae*) มี 12 สกุล ได้แก่ *Aestuariiimicrobium*, *Friedmanniella*, *Granulicoccus*, *Luteococcus*, *Microlunatus*, *Micropruina*, *Propionibacterium*, *Propionicicella*, *Propionicimonas*, *Propionijerax*, *Propionimicrobium* และ *Tessaracoccus*

6. อันดับย่อยชูโดนอคคาร์ดินีอี (Suborder *Pseudonocardineae*) ประกอบด้วย 2 วงศ์ คือ

6.1 วงศ์แอคตินซินนีมาตาซีอี (Family *Actinosynemataceae*) มี 6 สกุล ได้แก่ *Actinokineospora*, *Actinosynnema*, *Lechevalieria*, *Lentzea*, *Saccharothix* และ *Umezawae*

6.2 วงศ์ชูโดนอคคาร์เดียซีอี (Family *Pseudonocardiaceae*) มี 12 สกุล ได้แก่ *Actinoalloteichus*, *Actinomycetospora*, *Amycolatopsis*, *Crossiella*, *Goodfellowiella*, *Kibdelosporangium*, *Kutzneria*, *Prauserella*, *Pseudonocardia*, *Saccharomonospora*, *Saccharopolyspora* และ *Thermocrispum*

7. อันดับย่อยสเตรปโตมัยซินีอี (Suborder *Streptomycineae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Streptomyces*

8. อันดับย่อยสเตรปโตสปอแรงจินีอี (Suborder *Streptosporangineae*) ประกอบด้วย 3 วงศ์ คือ

8.1 วงศ์นอคคาร์ดิอออปซาซีอี (Family *Nocardiopsaceae*) มี 4 สกุล ได้แก่ *Haloactinospora*, *Nocardiopsis*, *Straptomonospora* และ *Thermobifida*

8.2 วงศ์สเตรปโตสปอแรงเจียซีอี (Family *Streptosporangiaceae*) มี 10 สกุล ได้แก่ *Acrocarpospora*, *Herbidospora*, *Microbispora*, *Microtetrastora*, *Nonomuraea*, *Planobispora*, *Planomonospora*, *Planotetrastora*, *Streptosporangium* และ *Thermopolyspora*

8.3 วงศ์เทอร์โมโมโนสปอราซีอี (Family *Thermomonosporaceae*) มี 4 สกุล ได้แก่ *Actinocorallia*, *Actinomadura Spirillospora* และ *Thermomonospora*

9. อันดับย่อยแฟรนคินีอี (Suborder *Frankineae*) ประกอบด้วย 6 วงศ์ คือ

9.1 วงศ์อะซิโดเทอร์มาซีอี (Family *Acidothermaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Acidothermus*

9.2 วงศ์คริปโตสปอแรงเจียซีอี (Family *Cryptosporangiaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Cryptosporangium*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3 วงศ์แฟรนเคียซีอี (Family *Frankiaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Frankia*

9.4 วงศ์จีโอเดอร์มาโตฟิลาซีอี (Family *Geodermatophilaceae*) มี 3 สกุล ได้แก่ *Blastococcus*, *Geodermatophilus* และ *Modestobacter*

9.5 วงศ์นาแกมูเรลาซีอี (Family *Nakamurellaceae*) มี 3 สกุล ได้แก่ *Humicoccus*, *Nakamurella* และ *Saxeibacter*

9.6 วงศ์สปอริชยาซีอี (Family *Sporichthyaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Sporichthya*

10. อันดับย่อยไกลโคมัซินีอี (Suborder *Glycomycineae*) ประกอบด้วย 1 วงศ์ ได้แก่

10.1 วงศ์ไกลโคมัซิตาซีอี (Family *Glycomycetaceae*) เชื้อในวงศ์นี้มี 1 สกุล ได้แก่ *Glycomyces*

11. อันดับย่อยแอกติโนโพลีสปอริเนียอี (Suborder *Actinopolysporineae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Actinopolyspora*

12. อันดับย่อยคาเทนูลิสปอริเนียอี (Suborder *Catenulisporineae*) ประกอบด้วย 2 วงศ์ คือ

12.1 วงศ์แอกติโนสปิคาซีอี (Family *Actinospicaccae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Actinospica*

12.2 วงศ์คาเทนูลิสปอราซีอี (Family *Catenulisporaceae*) มี 1 สกุล ได้แก่ *Catenulispora*

13. อันดับย่อยไคเนออสปอริเนียอี (Suborder *Kineosporiineae*) ประกอบด้วย 1 วงศ์ ได้แก่

13.1 วงศ์ไคเนออสปอเรียซีอี (Family *Kineosporiaceae*) เชื้อในวงศ์นี้มี 3 สกุล ได้แก่ *Kineococcus*, *Kineosporia* และ *Quadrisphaera*

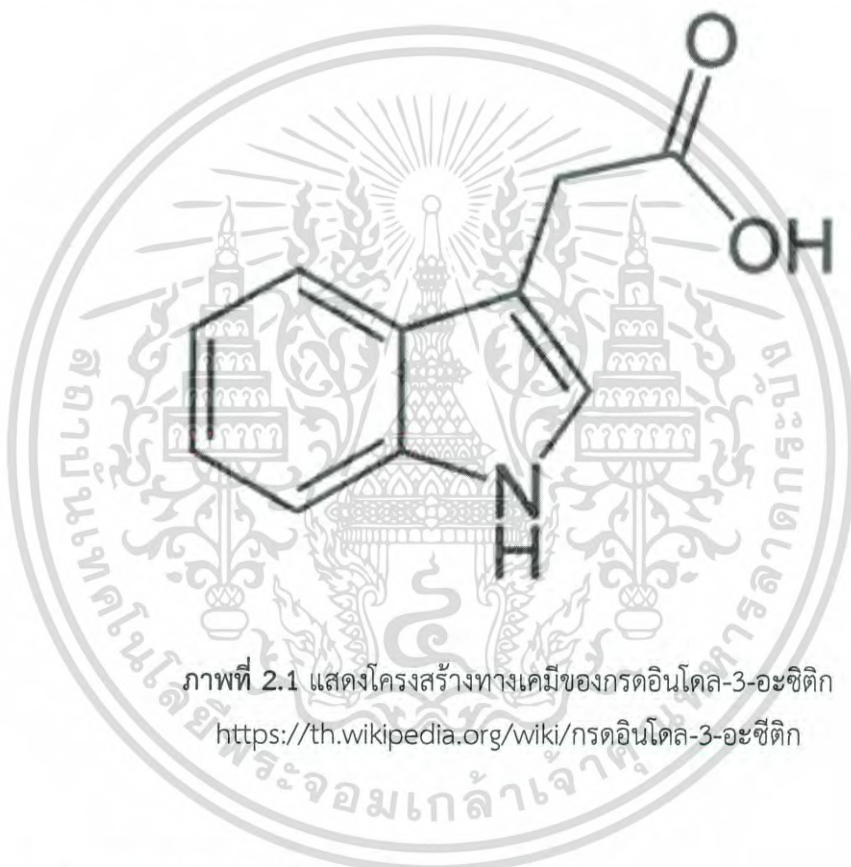
2.2 สารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช (Plant growth promotion : PGP)

แอกติโนมัยซีทที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยส่วนใหญ่ช่วยดูดซึม หรือ ละลายแร่ธาตุ อาหาร ต่างๆ ในดิน ในรูปที่ละลายน้ำได้ยาก ให้ละลายน้ำได้ดีขึ้น เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ และ เหล็ก นอกจากนี้ยังช่วยในการตรึงไนโตรเจน และมีการส่งเสริมการเจริญของพืช ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คุณสมบัติในการสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติก Indole-3-acetic acid (IAA)

กรดอินโดล -3- อะซีติก (IAA) เป็นฮอร์โมนพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งในกลุ่มออกซิน (Auxin) ควบคุมกระบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญมากมายรวมถึงเซลล์ การขยายและการแบ่งความแตกต่างของเนื้อเยื่อและการตอบสนอง เพื่อแสงและแรงโน้มถ่วง อาทิ รากเป็นหนึ่งในอวัยวะของพืชที่ไวต่อความผันผวนของ IAA มากที่สุดและการตอบสนองต่อการเพิ่มจำนวนของ IAA (Johan and Steven., 2005) จากการศึกษาผลของ IAA ในปี 1940 นำไปสู่การพัฒนาสารเคมีกำจัดวัชพืช 2,4-D และ 2,4,5-T เมื่อฉีดพ่นบนใบพืชใบเลี้ยงคู่จะเหนี่ยวนำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วที่ควบคุมไม่ได้ ทำให้ตายในที่สุด จึงนำมาใช้งานเป็นสารกำจัดวัชพืชในด้านการเกษตรตั้งแต่ ค.ศ.1950



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของกรดอินโดล-3-อะซีติก

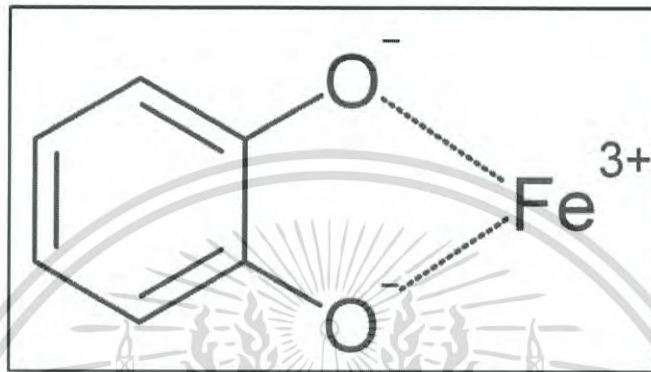
<https://th.wikipedia.org/wiki/กรดอินโดล-3-อะซีติก>

2.2.2 คุณสมบัติในการสร้างซีเตอร์โรเฟอร์ (Siderophore)

ซีเตอร์โรเฟอร์ (Siderophores) มาจากภาษากรีก หมายถึง สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ค่อนข้างต่ำ ประกอบด้วย คีเลต เพอร์ริคไอออน สามารถสร้างได้โดยแบคทีเรีย รา รวมถึงแอกติโนมัยซีท หน้าที่สารประกอบเหล่านี้คือการกำจัดเหล็กออกจากสิ่งแวดล้อมหรือตรึงเหล็กไว้ ซึ่งเหล็กมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ซีเตอร์โรเฟอร์ (Siderophores) มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคและใช้เป็นตัวควบคุมทางชีวภาพได้ ซีเตอร์โรเฟอร์ (Siderophores) มีความสามารถในการส่งเสริมเจริญเติบโตของพืชที่ดี ในการช่วยของออกของเมล็ดหรือส่วนต่างๆของพืชหรือการควบคุมสิ่งมีชีวิตที่เป็นพิษในดินที่ส่งผลให้พืชเสียหาย (Neilands., 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา กรุณาอย่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

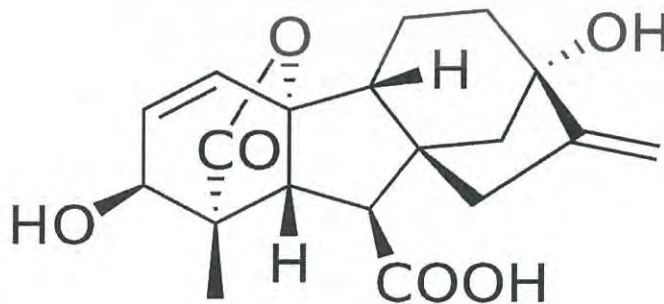
จุลินทรีย์ผลิตไซโตโรเฟอร์ 3 ประเภทหลักๆ คือ Catecholates, Hydroxamates และ α -Carboxylates ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมีและปริมาณเหล็กที่ผลิต (Winkelmann., 2002) ปัจจุบันมีการนำไซโตโรเฟอร์มาใช้ประโยชน์ในหลายๆด้าน ทั้งด้าน การแพทย์ สิ่งแวดล้อม และด้านการเกษตร (มานิตาและวสุ., 2557)



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของไซโตโรเฟอร์
ที่มา <https://en.wikipedia.org/wiki/Siderophore>

2.2.3 คุณสมบัติในการสร้างจิบเบอเรลลิน (Gibberellin)

จิบเบอเรลลินเป็นกรดเตตราไซคลิก ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาและสรีรวิทยาจำนวนมากในพืช กระบวนการเหล่านี้มีส่วนเกี่ยวข้องในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ความอุดมสมบูรณ์ของราก ควบคุมการเจริญและมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางพัฒนาการยึดของข้อ การงอก การพักตัว การออกดอก การแสดงเพศ การชักนำการสร้างเอนไซม์ รวมทั้งการชราของดอกและผลผลิตได้จากพืช เชื้อราและแบคทีเรีย (Bottini *et al.*, 2004)



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างทางเคมีของจิบเบอเรลลิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มา <https://th.wikipedia.org/wiki/จิบเบอเรลลิน>
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 คุณสมบัติในการละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilizing)

ฟอสฟอรัสมีความสำคัญที่สุดรองจากไนโตรเจนสำหรับการส่งเสริมการเจริญโตของพืช แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดในการละลายน้ำ โดยฟอสฟอรัสมีความจำเป็นในระยะแรกของการเจริญและการสืบพันธุ์ของพืช (Singh *et al.*, 2018) ช่วยให้พืชมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง กระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้ง การตรึงไนโตรเจน การออกดอก การออกผลและเมล็ด และการสุกของผล

กระบวนการเปลี่ยนรูปฟอสเฟตซึ่งมีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ดินที่สามารถละลายหรือปลดปล่อยฟอสเฟตจากรูปของสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์



ภาพที่ 2.4 แสดงการละลายฟอสเฟตที่ช่วยส่งเสริมการเจริญในพืช

ที่มา <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi2/subsoil/t2.gif>

2.3 มูลไส้เดือน (Vermicompost)

มูลไส้เดือน หมายถึง เศษซากอินทรีย์วัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปผ่านกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเหล่านั้น ภายในของลำไส้ของไส้เดือนดินแล้วจึงขับถ่ายเป็นมูลออกมา ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มีธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ปริมาณที่สูงและมีจุลินทรีย์จำนวนมากที่มีคุณสมบัติช่วยในการส่งเสริมการเจริญในพืช อาทิ แอคติโนมัยซีท สกุล *Streptomyces* ซึ่งพบในบริเวณลำไส้ของไส้เดือนดิน (B.K., 2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คุณสมบัติของน้ำหมักมูลไส้เดือน

ในการปลูกพืชนั้น น้ำหมักมูลไส้เดือนช่วยให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น กักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถซอนไซและแพร่กระจายได้กว้าง ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ทำให้จุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์บริเวณรากพืชสามารถสร้างเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น

2.3.2 ประโยชน์ของน้ำหมักมูลไส้เดือน

1. ช่วยเสริมสร้างการเกิดเม็ดดิน
2. เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุแก่ดิน
3. เพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำและอากาศดีขึ้น
4. ส่งเสริมความพรุนของผิวหน้าดิน ลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน
5. ช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้กว้าง
6. เพิ่มขีดความสามารถในการดูดซับน้ำในดิน ทำให้ผิวดินชุ่มชื้น
7. เพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรงและเป็นแหล่งอาหารของสัตว์และจุลินทรีย์ในดิน
8. เพิ่มศักยภาพการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
9. ลดความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชบางชนิด ที่มีปริมาณเกินไป เช่น อลูมิเนียม และแมงกานีส
10. มีจุลินทรีย์ เช่น แอคติโนมัยสีทที่สามารถสร้างสารการเจริญในพืชได้ (ปิยะภรณ์ 2556)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sreevidya และคณะ (2015) ทำการแยกแอกติโนมัยสีท เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตในถั่วชิกพี คัดเลือกแอกติโนมัยสีท 89 ไอโซเลต นำมาทดสอบ Antagonism (สภาวะการอยู่ร่วมกัน) กับเชื้อราที่ก่อโรคในถั่วชิกพีโดยใช้วิธี Dual culture technique และ Metabolite production assays เชื้อแอกติโนมัยสีท 4 ชนิดที่มีห้วงมากที่สุดเนื่องจากการทดสอบผลทางสรีรวิทยาและด้านการส่งเสริมการเจริญของพืช ภายใต้ห้องปฏิบัติการและทำในหลอดทดลอง ทุกสายพันธุ์มีการเติบโตที่ดีที่อุณหภูมิตั้งแต่ 20 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7 ถึง 11 และความเข้มข้นของ NaCl 8% เมื่อ แอกติโนมัยสีท 4 ชนิด ได้รับการทดสอบสำหรับคุณสมบัติการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อถั่วชิกพี มีผลผลิตและน้ำหนักที่เพิ่มมากขึ้น มีการปรับปรุง

แอกติโนมัยสีท โดยทำให้ปริมาณรวม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและสารอินทรีย์คาร์บอนมีการใช้ประโยชน์มากขึ้น ควบคุมโดยไม่มีการเลี้ยงเชื้อ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอนดูโคโลนี แอกติ-

โนมัยสีท บนรากของถั่วชิกพี การผลิตของกรดอินโดลอะซีติก สารไซโตคอกินและ β -1,3-
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Glucanase ยีน Exhibited up-regulation คุณสมบัติทั้งหมดมีในสายพันธุ์ เชื้อแอกติโนมัยสัท ที่แยกได้คือเชื้อ *Streptomyces* แต่มีสายพันธุ์ที่ต่างกันในการวิเคราะห์ 16S rDNA สรุปได้ว่า แอกติโนมัยสัท ที่ได้รับการคัดเลือกมีการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ดีและมีศักยภาพในการควบคุมโรคในถั่วชิกพี

Liming Shi และคณะ (2018) การใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เป็น Biocontrol แทนการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรคพืช ในที่นี้ใช้เชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces roseoflavus* สายพันธุ์ NKZ-259 ที่แยกได้จากตัวอย่างดินที่ได้จากภูเขา Qilian, Qinghai โดยใช้วิธีการ Dilution plate method and Streak plate technique ถูกระบุว่าเชื้อ *Streptomyces roseoflavus* สายพันธุ์ NKZ-259 โดยใช้ลำดับเบส 16S rDNA มีฤทธิ์ต้านการติดเชื้อมากกว่า 6 ชนิดได้ดี จากการทดลองพบว่าการใช้ น้ำหมักของ NKZ-259 ช่วยลดการเกิดราสีเทาในมะเขือเทศลงถึง 66.67% พร้อมทั้งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศและพริก ให้ต้นสูงขึ้น เพิ่มความยาวราก และมีน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้เชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces roseoflavus* สายพันธุ์ NKZ-259 ยังผลิตสารอินโดลแอซิดิก โดยใช้สาร Salkowski's reagent เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งอินโดลแอซิดิกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช จากผลการทดลอง *S. roseoflavus* สายพันธุ์ NKZ-259 ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพหรือตัวควบคุมทางชีวภาพ ซึ่งมีศักยภาพในเชิงพาณิชย์หรือทางการค้า

Oliveira และคณะ (2010) ทำการเลือกสารควบคุมชีวภาพ (Biocontrol) ที่มีศักยภาพในกลุ่มแอกติโนมัยสัท จากพืชมะเขือเทศในการควบคุมเชื้อก่อโรค (Phytopathogen) เราได้ทำการประเมิน เอนโดไฟท์แอกติโนมัยสัทที่แยกได้จากพืชมะเขือเทศในภาคใต้ของบราซิล ทดสอบฤทธิ์ต้านจุลชีพ การผลิตสารไซโตโรฟออร์ การผลิตกรดอินโดลแอซิดิก และความสามารถในการละลายฟอสเฟต ได้รับการคัดเลือก แอกติโนมัยสัทที่มีศักยภาพในการต่อต้านจุลินทรีย์สูงสุดโดยใช้วิธีแพร่กระจายของวุ้นแบบแพร่กระจาย Agar-well diffusion method ที่ดีเพื่อเพิ่มเงื่อนไขในการผลิตสารที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเจริญเติบโตบนอาหาร 6 ชนิด ได้แก่ (Starch casein-SC, ISP2, Bennett's, Sahin, CzapekeDox, and TSB), ที่ 3 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส, 30 องศาเซลเซียสและ 35 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่างกัน จากการทดสอบ แอกติโนมัยสัทที่เรีย พบว่า 88.6% มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน Phytopathogen อย่างน้อย 1 ชนิด 72.1% มีปฏิริยาบวกรับกับการผลิตกรดอินโดลอะซิดิก 86.8% ผลิต Siderophores และ 16.2% แสดงปฏิริยาบวกรับกับการละลายของฟอสเฟต แยกโปรตีน R18(6) ออกจากกิจกรรมที่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในพืชทั้งหมดที่ผ่านการทดสอบในการศึกษาครั้งนี้ สภาวะที่ดีที่สุด

สำหรับการผลิตพบได้ใน SC medium ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและ pH7.0 สายพันธุ์ R18(6) มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนญาติให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ความคล้ายคลึงทางชีวเคมีและพันธุกรรมใกล้เคียงกับ *Streptomyces pluricolorescens* ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sarwar A และคณะ (2018) ในปัจจุบัน โรคแผลสะเก็ดในมันฝรั่งแพร่ระบาดอย่างรวดเร็วไปทั่วโลก ทำให้เกิดผลกระทบในอุตสาหกรรมการปลูกมันฝรั่ง การวิจัยนี้ได้สำรวจความเป็นไปได้ของการใช้วิธีควบคุมทางชีวภาพ โดยคัดแยกเชื้อก่อโรคแผลสะเก็ดในมันฝรั่งและนำมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ PCR พบว่าสายพันธุ์ที่คัดแยกได้คือ *Streptomyces scabies*, *S. turgidiscabies* และ *S. stelliscabie* แล้วนำเชื้อที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อก่อโรคแผลสะเก็ด คือ *Streptomyces* A1RT มาทดสอบกิจกรรมการยับยั้งเชื้อก่อโรคและกิจกรรมการสร้างสารที่ส่งเสริมการเจริญของพืช จะเห็นได้ว่าใช้เป็นวิธีควบคุมทางชีวภาพต่อการยับยั้งการเกิดโรคแผลสะเก็ดในมันฝรั่งได้

Rubén Bottini และคณะ (2004) การศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรียที่แสดงให้เห็นถึงการสังเคราะห์ทางชีวภาพ การผลิตของ ฮอร์โมนพืชจิบเบอเรลลิน เมตาบอลิซึมของจิบเบอเรลลิน โดยแบคทีเรียจะถูกนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสารสังเคราะห์ทางชีวภาพที่ในพืชและเชื้อรา ซึ่งศักยภาพจิบเบอเรลลินผลิตโดยจุลินทรีย์และเอนโดไฟท์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

Singh และ Prasad (2014) ดินเป็นแหล่งของจุลินทรีย์หลากหลายชนิดซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของพืช และจุลินทรีย์มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ปลูกข้าว 9 ตัวอย่างจากแหล่งต่างๆจาก Kolar, Hoskote, Ramnagar และ Mysore ทำการแยกเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ และคัดเลือกได้ไอโซเลตทั้งหมด 53 ไอโซเลต ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีของแต่ละไอโซเลต ซึ่งอาจเป็น ไอโซเลตแอกติโนมัยสีททั้ง 53 ไอโซเลต มีการผลิต IAA ได้เพียง 6 ไอโซเลต โดยมีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.535 ถึง 14.05 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตจะได้รับการคัดเลือกสำหรับการส่งเสริมการเจริญเติบโตที่สามารถใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพทางธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิตข้าว

Ejikeme และ Uzoma (2013) เชื้อรามีความสามารถในการละลายฟอสเฟต ถูกคัดแยกออกจากดินของพืชพริกไทย สายพันธุ์ Nsukka เชื้อรา 12 ไอโซเลต ถูกแยกได้จากดินที่ไม่ใช่บริเวณรากและเหง้าของพืชพริกไทย Nsukka จากเชื้อรา 12 ไอโซเลต ที่แยกได้ 6 สายพันธุ์มาจากเหง้าของพืชพริกไทย Nsukka ในขณะที่อีก 6 สายพันธุ์จากดินที่ไม่ใช่บริเวณราก ไอโซเลตเดิมสามารถละลายฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำได้ทั้งใน PVK agar และ NBRIP broth ในขณะที่ไอโซเลตเหล่านี้ไม่สามารถละลายฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Pikovskaya (PVK) แต่ให้ละลายบน NBRIP เล็กน้อย การวิเคราะห์การละลายของฟอสเฟตจากเชื้อรากำหนดโดยการหาปริมาณที่ละลายได้โดยใช้ NBRIP broth และการคำนวณประสิทธิภาพการละลายของฟอสเฟต (E) บนวุ้น PVK โดยใช้ E = เส้นผ่านศูนย์กลางการละลายหาร การเจริญเติบโต คูณ 100 แสดงประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงสุด 240.0% ตามมาด้วย PF2 แยกเป็น 137.5% ที่ 4.12 และ 4.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานเห็นเว็บไซต์นี้เป็นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับเป็นการวิเคราะห์ NBRIP broth ในขณะที่ Non-rhizosphere isolates ไม่มีผลในการละลายบนตัวกลาง PVK agar แต่การละลายเล็กน้อยบน NBRIP

Zhi และคณะ (2009) แอคติโนมัยสีทถูกวิเคราะห์จัดกลุ่มลำดับพันธุกรรมของยีน 16S rRNA และการแยกนิวคลีโอไทด์ 16S rRNA ของอนุกรมวิธาน ข้อมูลลำดับใหม่ของยีน 16S rRNA และการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งสายวิวัฒนาการของสัณฐานวิทยา บางตัวมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับนิวคลีโอไทด์ 16S rRNA ผลที่ตามมาคือความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของ แอคติโนมัยสีทรูปแบบนิวคลีโอไทด์บ่งบอกถึงความเกี่ยวข้องของวงศ์

Binenbaum และคณะ (2018) Gibberellin (GA) เป็นฮอร์โมนพืชควบคุมกระบวนการสำคัญในพืช มีความสำคัญทางการเกษตรที่สำคัญ เช่นการงอกของเมล็ดราก การยืดยอดออกดอก การศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนไหวของ GA นั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาหลายด้าน

Leveau และ Lindow (2004) แบคทีเรียที่มีความสามารถในการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA) สามารถใช้ IAA เป็นแหล่งคาร์บอน ไนโตรเจนและพลังงานเพียงอย่างเดียว ถูกระบุโดยลำดับ 16S rRNA ของมันเป็น *Pseudomonas putida* กิจกรรมของเอนไซม์ catechol 1,2 dioxygenase เกิดขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตของ IAA ซึ่งบ่งบอกว่า catechol นั้นเป็นสื่อกลางของเส้นทาง catabolic IAA สิ่งนี้สอดคล้องกับการดูดซึมออกซิเจนของเซลล์ที่เพาะเลี้ยงในเซลล์ นอกจากนี้ยังสามารถผลิต IAA ในอาหารที่เสริมด้วยทริปโตเฟน ในการทดสอบการยึดตัวของสายพันธุ์ *P. putida* 1290 IAA มีผลในเชิงบวกต่อการพัฒนาของราก ในการทดลองกับรากหัวไชเท้าสายพันธุ์ 1290 สามารถลดผลการยับยั้งแบคทีเรียที่อยู่ในอาหารเพียงบางส่วนเท่านั้น งานวิจัยนี้บ่งบอกถึงบทบาททางชีวภาพของสายพันธุ์ 1290

Castagno และคณะ (2010) เพื่อคัดแยกและจำแนกสายพันธุ์ที่ละลายฟอสเฟตจากสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัด เช่น จากกลุ่มน้ำซาลาโต และเพื่อประเมินกลไกการละลายฟอสเฟต เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มมากที่สุดในการละลายฟอสเฟตเพื่อใช้ในการเพาะปลูก *Lotus tenuis* ในอาร์เจนตินา

Lee และคณะ (2011) แอคติโนมัยสีทเป็นจุลินทรีย์ในดินที่มีความสามารถผลิตสารประกอบที่น่าสนใจรวมถึงไซเตอร์โรฟอร์การผลิตไซเตอร์โรฟอร์โดยแอคติโนมัยสีท ทำการสุ่มตัวอย่างจากพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันสองแห่งในตะวันตกของออสเตรเลีย ไซเตอร์โรฟอร์พบว่ามีเพียง 3% ที่พบในแหล่งที่ 1 จากทางตะวันตกเฉียงเหนือของออสเตรเลียตะวันตก และ 17% ในแหล่งที่ 2 จาก

สวนผลไม้ในเนินเขาทางตะวันออกของเมืองเพิร์ธ ซึ่งมีประเภทของดินมาก ตั้งแต่ดินร่วนปนทราย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จนถึงศิลาแลง มีระบุสายพันธุ์ที่น่าสนใจ คือ *Streptomyces* ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Neilands (1995) ไฮเดอโรฟออร์มาจากภาษากรีก โดยมีน้ำหนักโมเลกุลที่ค่อนข้างต่ำ สร้างขึ้นโดยแบคทีเรียและเชื้อราที่เจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่มีปริมาณเหล็กต่ำ ไฮเดอโรฟออร์ เกี่ยวข้องกับกลไกในจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีการใช้งานทางคลินิกและอาจมีความสำคัญในด้านการเกษตร

Miranda และคณะ (2007) การทดสอบไฮเดอโรฟออร์โดยอาศัยการใช้ Chrome azurol S ได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสมในการทดสอบวิธีการใหม่ที่รวดเร็ว ไม่เป็นพิษและง่ายต่อการตรวจสอบ จุลินทรีย์ที่หลากหลาย บนอาหารแข็ง ยิ่งไปกว่านั้นวิธีที่เฉพาะเจาะจงนี้ยังช่วยให้สามารถทดสอบ จุลินทรีย์ที่ผลิตไฮเดอโรฟออร์มากกว่าชนิดเดียวในเวลาเดียวกันโดยใช้เทคนิคการทดสอบอาหารแข็ง โดย CAS ที่ดัดแปลงนั้นถูกทดลองบนอาหารแข็ง เป็นผลให้จุลินทรีย์ทั้งหมด 48 ไอโซเลตถูกแยกออกจากตัวอย่างที่แตกต่างกันสามประเภท น้ำจืด น้ำเค็ม และดินอัลคาไลน์ ซึ่งพบว่า 36 ไอโซเลตสามารถสร้างไฮเดอโรฟออร์ Hydroxamate และ Catechol-type ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของอาหาร CAS จากสีน้ำเงินเป็นสีส้มและสีม่วงตามลำดับ

Nautiya (1999) National botanical research institute's phosphate (NBRI) มีประสิทธิภาพมากกว่าอาหาร Pikovskaya (PVK) โดยได้รับการพัฒนาสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการละลายฟอสเฟต ในการทดสอบในอาหารแข็งพบว่าประสิทธิภาพของ NBRI เทียบได้กับ PVK อย่างไรก็ตามในการทดสอบอาหารเหลว NBRI แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่สูงขึ้นประมาณ 3 เท่าเมื่อเทียบกับ PVK ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าทดสอบคุณสมบัติการละลายฟอสเฟตของจุลินทรีย์จากการสังเกตโซนสีขาวที่เกิดขึ้นบริเวณรอบๆเชื้อในอาหารแข็งนั้นไม่ใช่เทคนิคที่เชื่อถือได้เนื่องจากมีหลายไอโซเลตที่ไม่แสดงโซนที่ชัดเจนบนอาหารแข็ง และอาจสรุปได้ว่าควรทดสอบการละลายฟอสเฟตของจุลินทรีย์ในอาหารเหลว NBRI เพื่อให้ได้ผลการทดลองการละลายฟอสเฟตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

Goudjal และคณะ (2015) แอคติโนแบคทีเรียที่แยกได้จากเห็ดทรัฟเฟิลใน Hassi R'Mel ของแอลจีเรีย ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์เชิงเคมีพบว่าทุกไอโซเลตเป็นสมาชิกของ *Streptomyces actinobacteria* ที่แยกได้ทั้งหมดนั้นมีความสามารถในการดักจับเชื้อรา มีการผลิตไฮเดอโรฟออร์และการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ไอโซเลต *Streptomyces* sp. สายพันธุ์ TL7 แสดงผลลัพธ์ที่เป็นบวกทั้งหมด ในการทดลองในสัตว์ทดลองได้ทำการแยกเชื้อไอโซเลตเพื่อประเมินความสามารถและศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ เมล็ดเคลือบผิวด้วยสปอร์ของ *Streptomyces* sp. สายพันธุ์ TL7 มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยมียอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P น้อยกว่า 0.05) และความยาวรากและน้ำหนักต้นสดและแห้ง ตำแหน่ง

อนุกรมวิธานจากการวิเคราะห์ลำดับ 16S rDNA และการศึกษาทางสายวิวัฒนาการบ่งชี้ว่าเชื้อ TL7 มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์กับ *Streptomyces neopeptinius* KNF 2047T (ความคล้ายคลึงกัน 99.0%) คุณสมบัติของเชื้อราที่น่าสนใจและลักษณะการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชแสดงโดย *Streptomyces* sp. สายพันธุ์ TL7 อาจบ่งบอกถึงศักยภาพในการใช้เป็นไปได้ในฐานะสารช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นกล้ามะเขือเทศ

Khamna และคณะ (2010) *Streptomyces* spp. ที่แยกได้จากดินของพืชสมุนไพรไทย 14 ชนิดที่พบในการผลิตฮอร์โมนอินโดล -3- อะซิติกกรด (IAA) ในสารสกัดจากมอลต์ยีสต์เสริมด้วย 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan *Streptomyces* CMU-H009 จากดินที่ปลูกตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) มีประสิทธิภาพมากในการผลิต IAA จากการวิเคราะห์ลำดับ 16S rDNA สายพันธุ์นี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *Streptomyces viridis* NBRC 13373T มากที่สุด (ความคล้ายคลึงกัน 99.3%) การผลิต IAA มีค่าสูงสุด (300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อสายพันธุ์ CMU-H009 ได้รับการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสกัดมอลต์ยีสต์ด้วย 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.0 และบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสที่เขย่า 125 รอบต่อนาที สายพันธุ์ CMU-H009 กระตุ้นการงอกและการยึดตัวของรากข้าวโพด (*Zea mays*) และถั่วดำ (*Bruguiera parviflora*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ IAA จากสายพันธุ์นี้ถูกสกัดบริสุทธิ์และระบุด้วยโครมาโตกราฟีแบบชั้นบาง

Wang และคณะ (2011) กลุ่มยีนสังเคราะห์ทางชีวภาพสำหรับ laspartomycins ซึ่งเป็นกลุ่มยาปฏิชีวนะ กรดอะมิโนเปปไทด์ 11 ชนิดได้ถูกโคลนและเรียงลำดับจาก *Streptomyces viridochromogenes* ATCC 29814 ค่าอธิบายส่วนประกอบที่ 88912 bp ของ *S. viridochromogenes* ลำดับจีโนมเปิดเผยกลุ่มสมมุติ lpm เหล่านี้รวมถึงยีน NRPS (lpmA / orf18, lpmB / orf25, lpmC / orf26 และ lpmD / orf27), สียีน (orfs 21, 22, 24 และ 29) ที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์ไขมัน ในขณะที่ยีนที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ทางชีวภาพของกรด ภูมิภาค Diaminopropionic (Dap) ที่หายากจะพบอยู่ที่อื่นในโครโมโซม สิ่งที่น่าสนใจคือยีน dabA, dabB และ dabC คาดการณ์ว่าจะเป็นรหัสสำหรับการสังเคราะห์ชีวสังเคราะห์ของกรดอะมิโนที่ผิดปกติ ภูมิภาค Diaminobutyric acid (Dab) จัดเป็นกลุ่ม lpm แม้ว่าจะไม่พบสารตกค้าง Dab ใน Laspartomycins การหยุดชะงักของยีน NRPS lpmC ยกเลิกการผลิต Laspartomycin อย่างสมบูรณ์ในสายพันธุ์กลายพันธุ์ที่สอดคล้องกัน การค้นพบนี้จะช่วยให้วิศวกรรวมโมเลกุลและวิธีการสังเคราะห์ทางชีวภาพแบบ combinatorial ขยายความหลากหลายทางโครงสร้างของแอมเพนัยซินกลุ่มเพปไทด์ยาปฏิชีวนะ รวมถึง Laspartomycins และ Friulimicins

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vinha และคณะ (2011) สายพันธุ์แอสโตโมนิมาซีสที่แยกได้จากตัวอย่างดินภายใต้สวนอ้อยในบราซิลและระบุว่าเป็น *Streptomyces viridobrunneus* SCPE-09 ถูกเลือกให้เป็นสายพันธุ์เซลล์โลส และผ่านการทดสอบความสามารถในการผลิตเซลล์โลสจากสารตกค้างในอุตสาหกรรมเกษตร ขานอ้อยอ้อยหรือรำข้าวสาลีได้รับการทดสอบเป็นแหล่งคาร์บอนและทดสอบปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงขึ้นของข้าวโพดเป็นแหล่งไนโตรเจน ทดสอบความเข้มข้นของคาร์บอนและไนโตรเจนที่แตกต่างกันโดยใช้การออกแบบแบบแฟกทอเรียลเพื่อระบุการผลิตเซลล์โลสที่เหมาะสม ผลการวิจัยพบว่าอาหารที่มีรำข้าวสาลี 2.0% (มวล / ปริมาตร) และของเหลือจากข้าวโพด 0.19% (มวล / ปริมาตร) นำไปสู่การผลิตสูงสุด 2.0 ยูนิต์ต่อมิลลิลิตรของ CMCase ที่ได้รับในวันที่ห้าของการหมัก ค่าความเป็นกรด - ต่างและอุณหภูมิแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมที่เหมาะสมอยู่ที่ pH 4.9 และ 50 องศาเซลเซียส สำหรับความทนต่อความร้อน Endoglucanases นั้นทนได้มากที่สุดที่ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถรักษากิจกรรมได้สูงที่สุดมากกว่า 80% แม้หลังจากการบ่ม 2 ชั่วโมง การวิเคราะห์ Zymogram โดยใช้ Supernatant จากการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่เหมาะสมเผยให้เห็นการปรากฏตัวของสองแถบ CMCase ที่มีมวลโมเลกุลชัดเจน 37 และ 119 kDa การรวมกันของความทนทานต่อค่า pH และการผลิต CMCase จากสารตกค้างในอุตสาหกรรมเกษตรโดย *S. viridobrunneus* SCPE-09 นำเสนอสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพทางชีวภาพในอนาคตของเอทานอล

KOCUR และคณะ (1972) *Micrococcus luteus* ในปัจจุบันมีสปีชีส์ที่มีลักษณะเป็นวงกว้างที่มีลักษณะเด่นที่สุดในลักษณะเชิงลบของลักษณะทางลบนั้นถูกนำเสนอบนพื้นฐานของการวิเคราะห์อนุกรมวิธานของ 30 สายพันธุ์ CCM 169 (= ATCC 4698) ถูกกำหนดให้เป็นสายพันธุ์ Neotype ของ *M. luteus*

Ding และคณะ (2007) ตำแหน่งอนุกรมวิธานของ Actinomycete สองสายพันธุ์ LC2^T และ LC11^T ที่แยกได้จากสารตั้งต้นการกรองจากดินภูเขาไฟญี่ปุ่นถูกกำหนดโดยใช้วิธีการ Polyphasic สายพันธุ์ที่เติบโตที่อุณหภูมิ 5 ถึง 45 องศาเซลเซียส บนอาหาร pH ระหว่าง 6 และ 11 มีปรากฏตัวของ 7% NaCl กรดไขมันที่สำคัญคือ iso-C_{16:0} สายวิวัฒนาการจากลำดับ 16S rRNA ของยีนแสดงให้เห็นว่าทั้งสองสายพันธุ์มีสายวิวัฒนาการที่แตกต่างภายในสกุล *Amycolatopsis* พื้นฐานของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและจีโนมที่แยกได้ถูกเสนอให้เป็นตัวแทนสองสายพันธุ์ของสกุล *Amycolatopsis* ซึ่งชื่อ *Amycolatopsis echigonensis* sp. nov. (Type strain LC2^T=5IAM 15387^T=5CCTCC AB206019^T) และ *Amycolatopsis niigatensis* sp. nov. (Type strain LC11^T=5IAM 15388^T=5CCTCC AB206020^T)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gopalakrishnan และคณะ (2011) ทำการวิจัยโดยคัดแยกแอกติโนมัยสปีททั้งหมด 137 ตัว ซึ่งแยกได้จากปุ๋ยมูลไส้เดือนใช้สมุนไพรมะขาม 25 ชนิดเป็นอาหารไส้เดือน ที่มีศักยภาพในการต่อต้าน *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* (FOC) โดยวิธีการ Dual culture พบว่าไอโซเลตที่เป็นปฏิปักษ์ของ FOC (CAI-24, CAI-121, CAI-127, KAI-32 และ KAI-90) มีลักษณะโดดเด่นในการผลิตไซเตรอร์โรเฟอร์, เซลลูโลส, โปรตีนเอส, กรดไฮโดรโซยานิก (HCN) กรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA) และศักยภาพที่เป็นปฏิปักษ์กับ *Rhizoctonia bataticola* ซึ่งเป็นสาเหตุให้รากเน่าแห้งในถั่วชิกพี (สามสายพันธุ์ ได้แก่ RB-6, RB-24 และ RB-115) และข้าวฟ่าง (หนึ่งสายพันธุ์) 5 ไอโซเลต FOC ที่ต่อต้านผลิตไซเตรอร์โรเฟอร์ และ กรดไฮโดรโซยานิก (HCN), สีส้ม (ยกเว้น KAI-90) ผลิต IAA, KAI-32 และ KAI-90 ผลิตเซลลูโลสและ CAI-24 และ CAI-127 ผลิตเอนไซม์โปรตีนเอส ในการโดยวิธีการ Dual culture สามสายพันธุ์ CAI-24, KAI-32 และ KAI-90 ยังยับยั้งทั้งสามสายพันธุ์ของ *R. bataticola* ในถั่วชิกพี ในขณะที่สองของพวกเขา (KAI-32 และ KAI-90) ยับยั้ง สายพันธุ์ทดสอบในข้าวฟ่าง เมื่อประเมินความเป็นปฏิปักษ์ของ FOC ต่อศักยภาพการเป็นปฏิปักษ์ในถั่วชิกพีพบว่าเมื่ออัตราการเกิดโรคลดลง 45-76% และ 4-19% ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ลำดับของยีน 16S rDNA ของ CAI-24, CAI-121, CAI-127, KAI-32 และ KAI-90 ถูกจับคู่กับ *Streptomyces tsusimaensis*, *Streptomyces caviscabies*, *Streptomyces setonii*, *Streptomyces africanus* ตามลำดับโดยใช้การค้นหา BLAST การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า แอกติโนมัยสปีท ไอโซเลตที่คัดเลือกมีศักยภาพในการควบคุมทางชีวภาพของโรคเหี่ยวใน *Fusarium* ในถั่วชิกพี

Gopalakrishnan และคณะ (2014) ทำการวิจัยแอกติโนมัยสปีท 6 ไอโซเลต, CAI-13, CAI-85, CAI-93, CAI-140, CAI-155 และ KAI-180 ซึ่งแยกได้จากมูลไส้เดือนที่แตกต่างกันหกชนิดมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในหลอดทดลอง ประเมินในแปลงปลูกสำหรับกิจกรรม PGP ในข้าว ใน 6 ไอโซเลต CAI-13, CAI-85, CAI-93, CAI-140 และ CAI-155 ผลิตไซเตรอร์โรเฟอร์ CAI-13, CAI-93, CAI-155 และ KAI-180 ผลิตโคตินีน CAI-13, CAI-140, CAI-155 และ KAI-180 ผลิตไลเปส CAI-13, CAI-93, CAI-155 และ KAI-180 ผลิตโปรตีนเอส และ CAI-13, CAI-85, CAI-140 และ CAI-155 ผลิต β -1-3-Glucanase ในขณะที่แอกติโนมัยสปีท 6 ไอโซเลต ผลิตเซลลูโลส กรดไฮโดรโซยานิกและกรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA) แอกติโนมัยสปีท นั้นสามารถเติบโตได้ใน NaCl ที่ความเข้มข้นสูงถึง 8% ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 7 และ 11, อุณหภูมิระหว่าง 20 และ 40 องศาเซลเซียส และเข้ากันได้กับยาฆ่าเชื้อรา Bavistin ที่ระดับการใช้งานในนาข้าว แอกติโนมัยสปีทเพิ่มจำนวนเมล็ดและน้ำหนักผลผลิตผลผลิตเมล็ดข้าวรวมแห่งความยาวรากปริมาณและน้ำหนักแห้งมากกว่าการควบคุมที่ไม่มีการใส่เชื้อลงไป แอกติโนมัยสปีทยังเพิ่มไนโตรเจนรวมอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เพื่อสฟอรส์คาร์บอนอินทรีย์อินทรีย์คาร์บอนชีวมวลจุลินทรีย์และกิจกรรมไนโตรเจนและดีไฮโดรจีเนสราคา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนือการควบคุมที่ไม่ได้รับเชื้อ ลำดับของยีน 16S rDNA ของ แอคติโนมัยสีท จับคู่กับ *Streptomyces* สายพันธุ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ BLAST จาก 6 Actinomycetes พบว่า CAI-85 และ CAI-93 เหนือกว่า actinomycetes อื่น ๆ ในแง่ของคุณสมบัติของ PGP การพัฒนารากและผลผลิตของพืช การวิเคราะห์ qRT-PCR ในยีนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่เลือกของ แอคติโนมัยสีทเปิดเผยการควบคุมยีน IAA ใน CAI-85 และ CAI-93 เท่านั้น

Dornelas และคณะ (2017) ทำการวิจัยสารทุติยภูมิทุติยภูมิที่ผลิตโดยแอคติโนมัยสีทของดินเขตร้อนเป็นแหล่งที่มาของโมเลกุลใหม่ที่มีการใช้งานที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมยา อาหาร การเกษตรและการบำบัดสิ่งแวดล้อมการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของแอคติโนมัยสีท ที่แยกได้จากดินปุ๋ยหมักและเขตร้อนโดยใช้วิธีการทางสัณฐานวิทยาชีวเคมีและโมเลกุลทุกไอโซเลตมีความแตกต่างกันอย่างมากสำหรับลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยพิจารณาจากสีของเส้นใยอากาศและพืชและสัณฐานวิทยาของสปอร์, เซลลูเลสและไลเปสเป็นตัวแปรที่สูงตรวจพบกิจกรรมอะไมเลสใน 53 (76.81%) ไอโซเลต 18 ไอโซเลตแสดงดัชนีเอนไซม์ (EI) มากกว่า 4.0 และ ไอโซเลต ACJ 45(*Streptomyces curacoii*) และ ACSL 6 (*S. hygrosopicus*) แสดงให้เห็นว่าค่า EI สูงสุด (6.44 และ 6.42 ตามลำดับ) กิจกรรมเซลลูเลสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05) ในกลุ่มไอโซเลต ไอโซเลตที่ 29 (42.02%) มีกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสสูงและไอโซเลต ACJ 48 (*S. Chiangmaiensis*) และ ACJ 53 (*S. cystabdanicus*) มีค่า EI สูงสุดค่า (6.56 สำหรับทั้งสองแยก) กิจกรรมไลเปสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05) ที่มี 14 ไอโซเลต (20.29%) ถือว่าเป็นเอนไซม์ไลเปสที่ดีผู้ผลิต (EI มากกว่า 2.0) ไอโซเลต ACSL 6 (*S. hygrosopicus*) แสดงให้เห็นว่าค่า EI สูงสุด 2.60 การวิเคราะห์ระดับโมเลกุลของยีน 16S rRNA บางส่วนการหาลำดับของสิ่งมีชีวิตพบ 49 ชนิด 38 ชนิดด้วยกันสมาชิกตัวแทนเพียงหนึ่งคนและ 11 สปีชีส์ที่แสดงโดยหนึ่งหรือสายพันธุ์มากขึ้น ทุกสายพันธุ์เป็นของสามจำพวกคือ *Streptomyces* (82.61%), *Amycolatopsis* (7.25%) และ *Kitasatospora* (10.14%) ผลลัพธ์ในปัจจุบันแสดงให้เห็นถึงศักยภาพทางเทคโนโลยีชีวภาพที่แตกต่างกัน แอคติโนมัยสีทจากดินเขตร้อน

Zhu และคณะ (2007) แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ที่กำหนด GIMV4.0001^T ถูกแยกได้จากตัวอย่างดินป่าในเวียดนามผลิตเส้นใยอากาศสีขาวและสปอร์กระจายสีม่วง - น้ำเงินบนวุ้นสังเคราะห์ของ Gause เส้นใยเป็นสารตั้งต้นไมไ่วต่อค่าความเป็นกรด - ต่างการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์เผยให้เห็นว่าสายพันธุ์ GIMV4.0001^T นั้นผลิตสปอร์ทรงกระบอกยาวและตรงและข้อมูลยืนยันว่าเป็น *Streptomyces* เมลานินถูกผลิตขึ้น แต่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียต่อ *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* หรือ *Penicillium citrinum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า การวิเคราะห์ลำดับยีน 16S rRNA ของสายพันธุ์ GIMV4.0001^T เปิดเผยว่าความคล้ายคลึงกันสูงสุด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(99.4%) คือ *Streptomyces bikiniensis* ATCC 11062^T อย่างไรก็ตาม DNA-DNA ที่เกี่ยวข้องระหว่างสายพันธุ์ GIMV4.0001^T และ *S. bikiniensis* ATCC 11062^T พบว่าเป็น 50.3% สายพันธุ์ GIMV4.0001^T อาจแตกต่างจาก *S. bikiniensis* ATCC 11062^T และ *Streptomyces* สายพันธุ์อื่น แสดงลำดับความคล้ายคลึงของยีน 16S rRNA สูง (98–99%) ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และชีวเคมี บนพื้นฐานของคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและโมเลกุลจะเห็นได้ว่าสายพันธุ์ GIMV4.0001^T แสดงถึงสายพันธุ์ใหม่ของสกุล *Streptomyces* ซึ่งชื่อ *Streptomyces vietnamensis* sp. พฤศจิกายน ถูกเสนอ สายพันธุ์ชนิดนี้คือ GIMV4.0001^T (=5CCTCC M 205143^T5IAM 15340^T)

Gonzalez และคณะ (2015) แอคติโนแบคทีเรียทั่วไปที่มีความสามารถย่อยสลายโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ได้แก่ *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Rhodococcus* และ *Gordonia* อย่างไรก็ตามไม่ทราบว่าแอคติโนแบคทีเรียชนิดอื่นสามารถลด PAHs ได้หรือไม่ ในงานวิจัยนี้ใช้แอคติโนมัยซีท 3 สายพันธุ์ ที่ใช้ PAHs เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานเพียงอย่างเดียว คือ *Amycolatopsis* sp. Poz14, *Gordonia* sp. Poz20 และ *Rhodococcus* sp. Poz54 สายพันธุ์ใช้น้ำหนักโมเลกุลต่ำ (LMW; naphthalene และ anthracene) และน้ำหนักโมเลกุลสูง (HMW; pyrene และ fluoranthene) PAHs ที่ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานเพียงอย่างเดียว ยกเว้น *Amycolatopsis* sp. Poz14 ซึ่งทนได้ถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร *Amycolatopsis* sp. Poz14 มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายที่สูงขึ้นสำหรับ LMW-PAH กว่า HMW-PAH จาก 100% สำหรับแนพทาลิน, 37.87% สำหรับแอนทราซีน, 25.10% สำหรับไพรีนและ 18.18% สำหรับฟลูออแรนทีนภายใน 45 วัน ประสิทธิภาพการสลายตัวของสาร PAHs โดย *Amycolatopsis* sp. ปรับปรุง Poz14 โดยเพิ่ม Tween 20 ถึง 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังได้ทำการจลนพลศาสตร์การสลายตัวของสาร PAHs แบบไบนารีซึ่ง ได้แก่ *Amycolatopsis* sp. Poz14 ใช้ PAHs ทั้งสองจากจุดเริ่มต้นของจลนศาสตร์และประสิทธิภาพการย่อยสลายในสารผสมแบบไบนารีจะดีกว่าที่ได้จาก PAH

Zhao และคณะ (2009) ในการศึกษาครั้งนี้สายพันธุ์ YIM 65004^T ซึ่งแยกได้จากรากของเมี่ยงหลวง (*Polyspora axillaris*) ได้แสดงให้เห็นถึงสายพันธุ์ใหม่ของสกุล *Micrococcus* ด้วยวิธีการของ Polyphasic Chemo taxonomy ข้อมูลที่รวบรวมสำหรับประเภท Peptidoglycan, Menaquinones, Phospholipids และกรดไขมันสนับสนุนการจำแนกประเภทของสายพันธุ์นี้ด้วยในสกุล *Micrococcus*: ประเภทผนังเซลล์ของเซลล์ประกอบด้วยไลซีน, กรดกลูตามิก, อะลานีน, ไกลซีน และกรดแอสปาร์ติก (H2) (66.97%) และ MK-7 (H2) (23.26%), ฟอสโฟไลปิดเป็นกลีเซอตาทิลกลีเซอรอล, ฟอสฟาติดีลกลีเซอรอล, ฟอสฟาติดีลกลีเซอรอล, iso-C16: 0 (14.25%) และ iso-C15: 0 (13.04%) ปริมาณ G + C ของ DNA ของจีโนมเท่ากับ 71.7 mol% คุณสมบัติทางสรีรวิทยาจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งพบว่าสายพันธุ์ YIM 65004T ที่แตกต่างอย่างชัดเจนจากสายพันธุ์ *Micrococcus* ที่เป็นที่รู้จัก การศึกษาการผสมดีเอ็นเอ DNA - DNA แนะนำว่าสายพันธุ์ใหม่เป็นสายพันธุ์จีโนมที่แยกต่างหาก จากข้อมูลข้างต้นสปีชีส์ของสกุล *Micrococcus* สายพันธุ์ *Micrococcus yunnanensis* sp. มีการนำเสนอ ด้วยสายพันธุ์ประเภท YIM 65004T (5CCTCC AA 208060T=DSM 21948T).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 เครื่องมือและสารเคมี

- 3.1.1 หม้อนึ่งแรงดันไอ (Autoclave)
- 3.1.2 ตู้ปลอดเชื้อ (Air flow Laminar)
- 3.1.3 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope)
- 3.1.4 เลนส์ส่องระยะไกล (Long-Working distance) กำลังขยาย 400 เท่า
- 3.1.5 เครื่องซังสารแบบทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
- 3.1.6 เครื่องวัดค่าพีเอช (pH Meter)
- 3.1.7 ตู้อบมร้อน (Hot Air Oven)
- 3.1.8 จานเพาะเชื้อ (Petri disc)
- 3.1.9 ปิเปต (Pipette) ขนาด 1,5,10 มล.
- 3.1.10 ขวด Duran ขนาด 250,500,1000 มล.
- 3.1.11 เข็มเย็บเชื้อ (Micro needle)
- 3.1.12 ลวดเย็บเชื้อ (Loop)
- 3.1.13 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner)
- 3.1.14 หลอดทดลอง (Test tube)
- 3.1.15 ตะแกรงวางหลอดทดลอง (Rack)
- 3.1.16 ครอบอกเพลทและครอบอกปิเปต
- 3.1.17 ไมโครเวฟ (Microwave)
- 3.1.18 หลอดเก็บเชื้อ (Cryotube)
- 3.1.19 กระจาดหิซซู และจุกยาง
- 3.1.20 มูลไส้เดือน (Vermicompost)
- 3.1.21 กากน้ำตาล (Molass)
- 3.1.22 ถังพลาสติกสำหรับหมัก
- 3.1.23 เครื่องดูดสารอัตโนมัติ (Automatic pipette)
- 3.1.24 ตู้แช่เย็นควบคุมอุณหภูมิ 4, -20 และ -80 องศาเซลเซียส
- 3.1.25 เครื่องวัดปฏิกิริยาของสารบนไมโครเพลท (Microplate reader)
- 3.1.26 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator shaker)
- 3.1.27 เครื่องปั่นเหวี่ยงขนาดเล็ก (Centrifuge)
- 3.1.28 เครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (Thermal cycler)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.1.29 เครื่องรันเจล (Gel electrophoresis)
- 3.1.30 เครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer)
- 3.1.31 เครื่องวัดแอลกอฮอล์ (Ebulliometer)

สารเคมี

- 3.1.32 วุ้น (Agar)
- 3.1.33 สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)
- 3.1.34 สารสกัดจากมอลต์ (Malt extract)
- 3.1.35 กลูโคส (Glucose)
- 3.1.36 ไดโพแทสเซียมฟอสเฟต (K_2HPO_4)
- 3.1.37 แมกนีเซียมซัลเฟต เฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)
- 3.1.38 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
- 3.1.39 แคลเซียมฟอสเฟต ($Ca_3(PO_4)_2$)
- 3.1.40 ไอรอนคลอไรด์ ($FeCl_3$)
- 3.1.41 สารปฏิชีวนะนิสเตติน (Nystatin)
- 3.1.42 น้ำกลั่น (Distilled water)
- 3.1.43 เอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95
- 3.1.44 เอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 70
- 3.1.45 โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 (0.01% SDS)
- 3.1.46 โซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 3 (3% NaClO)
- 3.1.47 แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)
- 3.1.48 สารสกัดดิน (Soil extract)
- 3.1.49 Zing acetate
- 3.1.50 Salkowski's reagents
- 3.1.51 Potassium ferrocyanide
- 3.1.52 L-tryptophan
- 3.1.53 สารปฏิชีวนะกรดนาลิดิซิก (Nalidixic acid)
- 3.1.54 กลีเซอรอล 20% (v/v)
- 3.1.55 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- 3.1.56 แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$)
- 3.1.57 โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.1.58 โบรโมฟินอลบลู
- 3.1.59 Hexadecyltrimethylammonium (HDTMA)
- 3.1.60 แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)
- 3.1.61 Cassamino Acid
- 3.1.62 Dibasic sodium phosphate ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 3.1.63 Monobasic sodium phosphate ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 3.1.64 เอทิลอะซิเตท ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$)
- 3.1.65 ไพรเมอร์ 9F ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์
- 3.1.66 ไพรเมอร์ 1541R ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์
- 3.1.67 บัฟเฟอร์ TBE (TBE buffer)
- 3.1.68 สีย้อมดีเอ็นเอ (6X DNA Loading Dye)
- 3.1.69 SYBR® Safe DNA Gel Strain
- 3.1.70 น้ำกลั่น (Distilled water)

3.2 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปุ๋ยมูลไส้เดือนจากฟาร์มไส้เดือนดิน 5 แห่ง ได้แก่ ดินดีฟาร์มไส้เดือน จังหวัดชลบุรี มณีจันทร์การเกษตร จังหวัดจันทบุรี ฟาร์มไส้เดือนสิรินนท์ จังหวัดนนทบุรี ฟาร์มไส้เดือนรักษิโลก จังหวัดนครปฐม และทีทีฟาร์ม จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อนำมาคัดแยกแอดดีโนมัยสท์ โดยบันทึกลักษณะทางกายภาพ เช่น สี ความร่วนของมูลไส้เดือน และบันทึกทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ

3.2.1 การคัดแยกแอดดีโนมัยสท์จากมูลไส้เดือน

วัดค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของมูลไส้เดือน ชั่งมูลไส้เดือน 10 กรัม เจือจางในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 90 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ผสมแล้วจำนวน 1 มิลลิลิตร เจือจางในหลอดทดลองที่มีสารละลายโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (SDS) ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เจือจางจนมีความเข้มข้นที่ 10^{-4} นำมูลไส้เดือนแต่ละตัวอย่างที่ได้เจือจางไว้แล้ว 0.1 มิลลิลิตร มา spread ลงบนอาหาร Zhang's starch soil extract (ZSSE) agar ที่มียาปฏิชีวนะ Nystatin 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Nalidixic acid 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน

3.2.2 การคัดแยกแอดดีโนมัยสท์จากน้ำหมักมูลไส้เดือน

ชั่งมูลไส้เดือน 1 กิโลกรัม ผสมกับกากน้ำตาลปริมาตร 200 มิลลิลิตร และน้ำปริมาตร 2 ลิตร หมักเป็นเวลา 14 วัน วัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์และค่าความเป็นกรด-ด่าง เริ่มต้นและในทุกๆ 7 วัน เมื่อครบ 14 วัน นำน้ำหมักปริมาตร 10 มิลลิลิตร เจือจางในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อปริมาตร 90 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษานานับไม่ถ้วนภายใต้เงื่อนไขใช้ประโยชน์ตามการค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสารละลายที่ผสมแล้วปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายโซเดียมโตนเดซิลซัลเฟต (SDS) ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการเจือจางจนมีความเข้มข้นที่ 10^{-4} นำน้ำหมักแต่ละตัวอย่างที่ได้เจือจางไว้แล้วปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร spread ลงบนอาหาร Zhang's starch soil extract (ZSSE) agar ที่มียาปฏิชีวนะ Nystatin 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Nalidixic acid 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน

3.2.3 การคัดเลือก การทำให้บริสุทธิ์และการจัดกลุ่มของเชื้อแอกติโนมัยสีท

เมื่อครบ 14 วัน นำโคลนนี้เดี่ยวถ่ายลงในอาหาร Yeast extract-Malt extract agar (ISP2) ที่มียาปฏิชีวนะ Nystatin ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Nalidixic acid 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยวิธี Streak บ่มเป็นเวลา 7-14 วัน นำแอกติโนมัยสีทที่เจริญมาทำให้บริสุทธิ์โดยการถ่ายลงในอาหาร ISP2 ด้วยวิธี Cross streak นำโคลนนี้เดี่ยวถ่ายลงในอาหารเลี้ยง ISP2 ด้วยวิธี Simple streak ศึกษาลักษณะของสปอร์โดยนำแอกติโนมัยสีทถ่ายลงในอาหาร ISP2 ด้วยวิธี Hatching cross บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน ส่องดูสปอร์ของแอกติโนมัยสีทโดยใช้เลนส์สองระยะไกล (long working distance) กำลังขยาย 40X จากนั้นศึกษาลักษณะสีของเส้นใยอากาศ เส้นใยอาหาร และสีรงควัตถุ โดยเทียบกับระดับสีมาตรฐานกระดาษสีมาตรฐาน (the NBS/IBCC color system, Mundie 1995) และทำการจัดกลุ่ม

3.3 การทดสอบการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช

3.3.1 การทดสอบการสร้าง กรดอินโดล-3-อะซีติก

ถ่ายเชื้อลงในอาหารเหลว Yest extract-Malt extract agar (ISP2) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ที่มี 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan และ 20% Soil extract ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ที่มี 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan บ่มในสภาวะเขย่าที่ 180 rpm ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นดูด 1 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 8,000 rpm เป็นเวลา 2 นาที นำส่วนใสที่ได้ 200 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลุมไมโครเพลท เติม Salkowski's reagents 100 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที หากเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูแสดงว่ามีการสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติก จากนั้นนำส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับ Standard curve IAA

3.3.2 การทดสอบการสร้างจิบเบอเรลลิน

ถ่ายเชื้อลงในอาหารเหลว Yest extract-Malt extract agar (ISP2) ที่มี 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan บ่มในสภาวะเขย่าที่ 180 rpm 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 rpm เป็นเวลา 30 นาที ดูดส่วนใสที่ได้แยกไว้ นำเซลล์ที่ตกตะกอนมาสกัดด้วย Phosphate เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

buffer (ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8) ในอัตราส่วน 1:1 แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 rpm เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนใสที่ได้มารวมกับส่วนในในตอนแรก นำมาปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็น 2.5 ด้วย 5N กรดไฮโดรคลอริก หลังจากนั้นนำไปสกัดด้วย เอทิลอะซิเตท ในอัตราส่วน 1:1 เขย่า 5 นาที ทิ้งให้แยกชั้น นำส่วนใสด้านบน 15 มิลลิลิตร เติม Zing acetate (10% มวลต่อปริมาตร) 2 มิลลิลิตร และเติม Potassium ferrocyanide (1% มวลต่อปริมาตร) 2 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใส 5 มิลลิลิตร เติม (30% ปริมาตรต่อปริมาตร) HCL บ่มที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 75 นาที หลังจากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาเทียบกับ Standard curve

3.3.3 การทดสอบคุณสมบัติละลายฟอสเฟต

เลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว National botanical research institute's phosphate-bromo phenol blue (NBRIP-BPB) บ่มในสภาวะเขย่าที่ 180 rpm ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของอาหาร หากมีการละลายฟอสเฟต สีของอาหารจะใสขึ้น เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม

3.3.4 การทดสอบการสร้างไฮเดรโรฟอร์

จุดเชื้อลงในอาหารแข็ง Yest extract-Malt extract agar (ISP2) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้น เทอาหาร Chrome azurol S agar (CAS) ทับ บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที สังเกตโซนสีเหลืองบริเวณรอบโคโลนี แสดงว่าแอกติโนมัยสีทมีคุณสมบัติในการสร้างไฮเดรโรฟอร์

3.4 การระบุชนิดของเชื้อแอกติโนมัยสีทเบื้องต้น

3.4.1 สกัคดีเอ็นเอ

เลี้ยงเชื้อแอกติโนมัยสีทในอาหารแข็ง ISP2 บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1-2 วัน จากนั้นเก็บเชื้อโดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (Loop) ชูดโคโลนีขึ้นมาใส่หลอดเอพเพนดอร์ฟ เติม TE buffer ปริมาตร 20 ไมโครลิตร และเติมไลโซไซม์ (Lysozyme) ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 20 มิลลิกรัม ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ เติม SDS ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ในเครื่องให้ความร้อนหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลายฟีนอล คลอโรฟอร์ม ปริมาตร 500 ไมโครลิตร จนท่วมตัวอย่างในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากัน แล้วจึงนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที สารละลายที่ได้ในหลอดจะแยกชั้นกัน เก็บส่วนใสที่ได้ใส่ในหลอดเอพเพนดอร์ฟใหม่ จากนั้นเติมเอทานอลที่เย็นจัดให้มี

ปริมาตร 2 เท่าของส่วนใส ทำการเขย่าหลอดเบาๆ เพื่อให้ดีเอ็นเอตกตะกอน แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำดีเอ็นเอที่ตกตะกอนมาละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เก็บที่ -20 องศาเซลเซียส

ปริมาณ 2 เท่าของส่วนใส ทำการเขย่าหลอดเบาๆ เพื่อให้ดีเอ็นเอตกตะกอน แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 ถึง 20 นาที เทส่วนใสทิ้งจนเหลือแค่ตะกอนที่ติดหลอด คั่วหลอดบนที่ขลุ่ยที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รोजนตะกอนแห้ง จึงเติม SSC ความเข้มข้น 0.1 เท่า ปริมาตร 20 ไมโครลิตรเพื่อละลายดีเอ็นเอ แล้วนำไปวัดปริมาณดีเอ็นเอ และความบริสุทธิ์ด้วยเครื่อง Nanodrop spectrophotometer

3.4.2 เพิ่มปริมาณยีน 16S rRNA

เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยีน 16S rRNA ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรส (Polymerase chain reaction, PCR) โดยนำดีเอ็นเอที่สกัดได้ใส่ลงหลอดเอพเพนดอร์ฟ เติมสารชนิดต่างๆ ที่มีความเข้มข้นและปริมาณดังตาราง 3.1 ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปทำปฏิกิริยาในเครื่องเทอร์มอลไซเคลอร์ (Thermal cycler) โดยใช้วงจรพีซีอาร์ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรส

	ความเข้มข้น	ปริมาตร
Primer : 9F	10.0 μ M	5.0 μ l
Primer : 1541R	10.0 μ M	5.0 μ l
H ₂ O	-	13.0 μ l
Master mix	-	25.0 μ l
Template DNA	100 - 200 ng/ μ l	2.0 μ l
รวม		50 μ l

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 วงจรพีซีอาร์ (PCR cycle)

อุณหภูมิ	เวลา	จำนวนรอบ (cycle)	ขั้นตอน
95 องศาเซลเซียส	3 นาที	1	Denaturation step
95 องศาเซลเซียส	30 วินาที	35	
55 องศาเซลเซียส	30 วินาที		Annealing step
72 องศาเซลเซียส	1 นาที		Extension step
72 องศาเซลเซียส	5 นาที	1	
4 องศาเซลเซียส	∞	-	-
รวมเวลาทั้งสิ้น : 1 ชั่วโมง 57 นาที			

หลังจากนั้นนำ PCR Product ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพด้วยเครื่อง Nanodrop spectrophotometer โดยค่า A_{260}/A_{280} ต้องเท่ากับ 1.8 จากนั้นส่งทำ Sequencing ที่บริษัท 1st BASE Pte Ltd ประเทศมาเลเซีย แล้วนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยระบบ Bioinformetric โดยขั้นแรกทำการ BLAST ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบลำดับ 16SrRNA ของเชื้อตัวอย่างกับฐานข้อมูล ด้วยเว็บไซต์ EZbiocloud ต่อมาทำการ Alignment คือการจัดเรียงลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม Bioedit version 7.2 และขั้นตอนสุดท้ายทำ Phylogenetic tree โดยนำลำดับ นิวคลีโอไทด์มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ ตาม วิธี Neighbor-joining ด้วยโปรแกรม MEGA version 7.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการเก็บตัวอย่าง และการแยกแอคติโนไมยสี

จากการคัดแยกและคัดเลือกแอคติโนไมยสีจากมูลไส้เดือนและน้ำหมักมูลไส้เดือน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างจากฟาร์มไส้เดือนดิน ทั้งหมด 5 แห่ง ได้แก่ ดินดีฟาร์มไส้เดือน จังหวัดชลบุรี มณีจันทร์ การเกษตร จังหวัดจันทบุรี ฟาร์มไส้เดือนสิรินันท์ จังหวัดนนทบุรี ฟาร์มไส้เดือนรักษิโลก จังหวัดนครปฐม และทีทีฟาร์ม จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันในทางกายภาพและทางเคมีของปุยมูลไส้เดือน และน้ำหมักมูลไส้เดือน โดยอุณหภูมิของตัวอย่างปุยมูลไส้เดือนอยู่ในช่วง 27 ถึง 29 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 5 ถึง 7 และมีสีน้ำตาลถึงเทาเข้ม สำหรับน้ำหมักมูลไส้เดือนนั้น มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 28 ถึง 29 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 5 ถึง 7 ลักษณะของน้ำหมักมีสีน้ำตาลถึงสีดำ และวัดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์จากน้ำหมักได้ร้อยละ 0 ถึง 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างปุยมูลไส้เดือน

แหล่งเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	สี
1. ดินดีฟาร์มไส้เดือน จ.ชลบุรี	27.5	5.66	น้ำตาลเข้ม
2. มณีจันทร์การเกษตร จ.จันทบุรี	27.5	6.53	น้ำตาล
3. ฟาร์มไส้เดือนสิรินันท์ จ.นนทบุรี	28	6.32	เทาเข้ม
4. ฟาร์มไส้เดือนรักษิโลก จ.นครปฐม	28.5	6.87	น้ำตาล
5. ทีทีฟาร์ม จ.อุบลราชธานี	28	6.75	น้ำตาลแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างน้ำหมักมูลไส้เดือน

แหล่งเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	pH	สี	% แอลกอฮอล์ (เมื่อหมักที่ 14 วัน)
1. ดินดีฟาร์มไส้เดือน จ.ชลบุรี	28	5.37	น้ำตาลแดง	0
2. มณีจันทร์การเกษตร จ.จันทบุรี	28	6.13	น้ำตาลเข้ม	0
3. ฟาร์มไส้เดือนสิรินนท จ.นนทบุรี	28.5	5.78	น้ำตาลแดง	0.2
4. ฟาร์มไส้เดือนรักษ์โลก จ.นครปฐม	29	6.53	น้ำตาลเข้ม	0.5
5. ทีทีฟาร์ม จ.อุบลราชธานี	29	6.37	น้ำตาลแดง	0

สามารถคัดแยกแอคติโนมัยสีทได้ทั้งหมดจำนวน 32 ไอโซเลต ได้แก่ แอคติโนมัยสีทจากมูลไส้เดือน 27 ไอโซเลต และแอคติโนมัยสีทจากน้ำหมักมูลไส้เดือน 5 ไอโซเลต โดยคัดแยกได้จากดินดีฟาร์มไส้เดือน จังหวัดชลบุรี จำนวน 7 ไอโซเลต มณีจันทร์การเกษตร จังหวัดจันทบุรี จำนวน 3 ไอโซเลต ฟาร์มไส้เดือนสิรินนท จังหวัดนนทบุรี จำนวน 6 ไอโซเลต ฟาร์มไส้เดือนรักษ์โลก จังหวัดนครปฐม จำนวน 10 ไอโซเลต และทีทีฟาร์ม จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 6 ไอโซเลต ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สถานที่เก็บตัวอย่าง และไอโซเลตของแอคติโนมัยสีทที่คัดแยกได้

สถานที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนไอโซเลต	น้ำหมักปุยมูลไส้เดือน (BF)	ปุยมูลไส้เดือน (VC)
1. ดินดีฟาร์มไส้เดือน จ.ชลบุรี (CH)	7	-	VCCH105, VCCH10, VCCH15, VCCH16, VCCH18, VCCH19, VCCH20
2. มณีจันทร์การเกษตร จ.จันทบุรี (CB)	3	-	VCCB02, VCCB03, VCCB04
3. ฟาร์มไส้เดือนสิรินนท จ.นนทบุรี (NB)	6	BFNB01	VCNB02, VCNB03, VCNB04, VCNB05, VCNB06
4. ฟาร์มไส้เดือนรักษ์โลก จ.นครปฐม (NP)	10	BFNP01, BFNP02, BFNP03, BFNP04	VCNP01, VCNP02, VCNP03, VCNP05, VCNP07, VCNP08
5. ทีทีฟาร์ม จ.อุบลราชธานี (UB)	6	-	VCUB03, VCUB04, VCUB07, VCUB10, VCUB11, VCUB14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

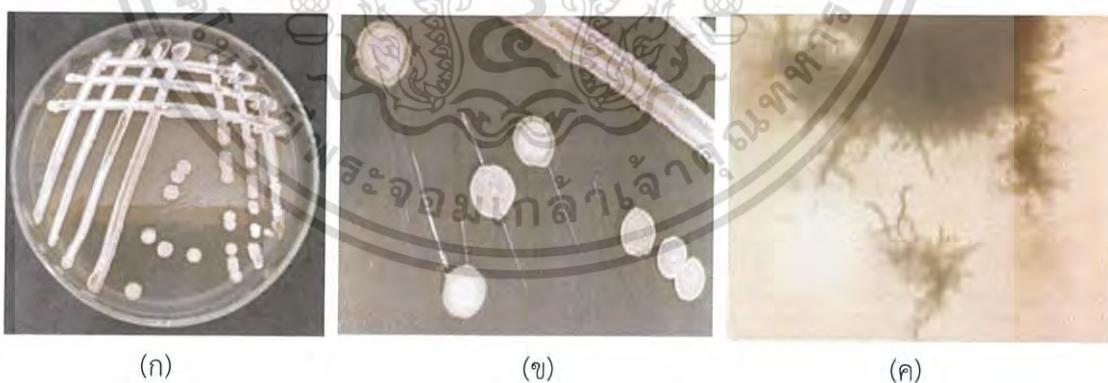
แอกติโนมัยซีทที่แยกได้จากน้ำหมักมูลไส้เดือนมีจำนวนน้อย เพียง 5 ไอโซเลต เมื่อเทียบกับแอกติโนมัยซีทที่แยกได้จากมูลไส้เดือน อาจมีสาเหตุจากการที่ผู้ทดลองหมักน้ำหมักในสภาวะปิด ซึ่งแอกติโนมัยซีทส่วนใหญ่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต ทำให้แอกติโนมัยซีทจากน้ำหมักมูลไส้เดือนมีสภาวะไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโต

เนื่องจากแอกติโนมัยซีทที่คัดแยกได้สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 27 ถึง 29 องศาเซลเซียส และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 5 ถึง 7 นั้นจึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gopalakrishnan และคณะ (2014) ที่สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 5 ถึง 9

4.2 ผลการคัดแยก และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

นำแอกติโนมัยซีทจำนวน 32 ไอโซเลต ทำการเพาะเลี้ยงบนอาหาร Yeast extract – Malt extract agar (ISP2) เป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อสังเกตและตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ลักษณะโคโลนี เส้นใยอากาศ เส้นใยอาหาร การสร้างรงควัตถุและลักษณะของสปอร์ เมื่อส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วยเลนส์ Long working distance ที่กำลังขยาย 400 เท่า โดยแอกติโนมัยซีทที่คัดแยกได้มีดังนี้

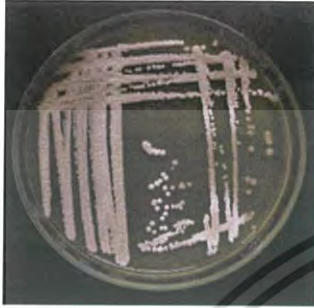
แอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNB01 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) ชั้นคลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมน้ำตาล (Moderate Olive) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นมีการบิดเป็นเกลียวสั้นๆ (Retinaculiaperti)



รูปที่ 4.1 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต BFNB01 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP01 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเหลืองอมเขียว (Grayish Greenish Yellow) ขึ้นคลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอ่อน (Pale Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



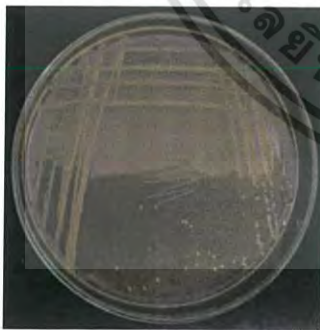
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.2 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต BFNP01 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์สอง ระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP02 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทาขึ้นคลุมโคโลนี (Medium gray) สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียว (Light greenish yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.3 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต BFNP02 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์สอง ระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP03 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) สร้างเส้นใยอาหาร สีสีเขียวอมเทา (Greenish gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นปลายมีการบิดเป็นเกลียวสั้นๆ (Retinaculiaperti)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.4 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต BFNP03 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต BFNP04 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ ตรงกลางนูน เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอ่อน (Pale yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นปลายมีการบิดเป็นเกลียวสั้นๆ (Retinaculiaperti)



(ก)

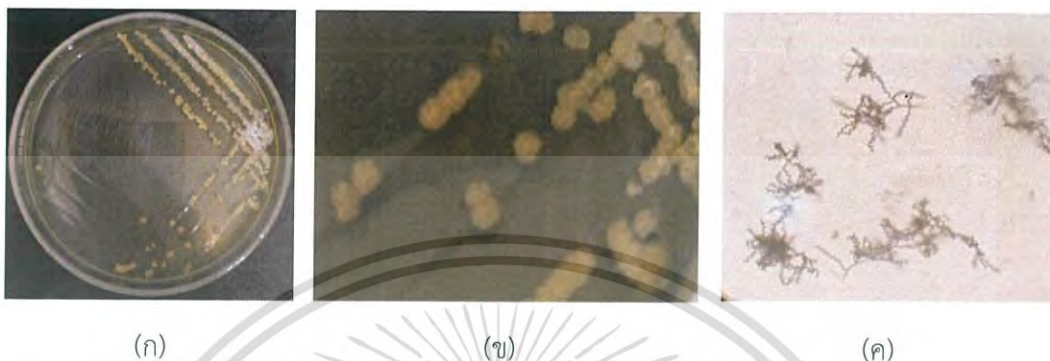
(ข)

(ค)

รูปที่ 4.5 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต BFNP04 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH05 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเข้มอมเขียว (Strong Greenish Yellow) มีการสร้างรงควัตถุสีเหลืองเข้ม (Dark yellow) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



รูปที่ 4.6 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCH05 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH10 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีส้มอมแดง (Strong Reddish Orange) มีการสร้างรงควัตถุสีส้มเข้ม (Deep orange) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



รูปที่ 4.7 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCH10 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH15 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีส้มอมแดง (Strong Reddish Orange) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสาย มีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.8 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCH15 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH16 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียว (Grayish Green) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีส้มเข้ม (Strong Reddish Orange) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)



(ข)

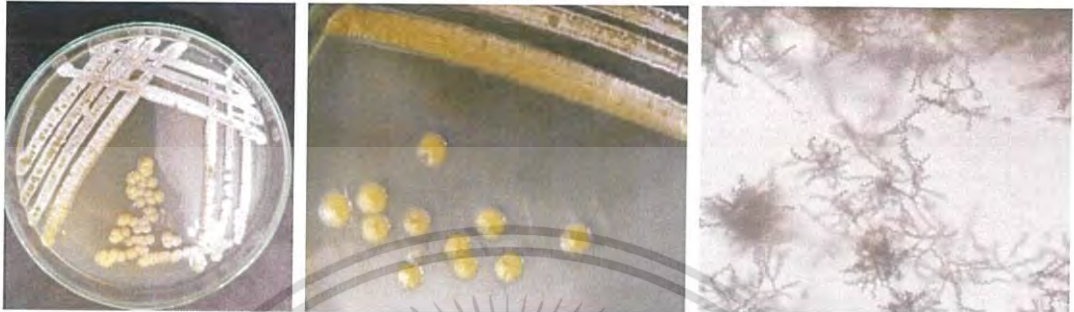


(ค)

รูปที่ 4.9 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCH16 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH18 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเขียวอมเทา (Greenish Gray) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลือง (Moderate Greenish Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.10 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCH18 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH19 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเขียวอมเทา (Greenish Gray) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลอมส้ม (Brownish Orange) มีการสร้างรงควัตถุสีน้ำตาลเข้ม (Strong brown) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.11 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCH19 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH20 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลือง (Pale Greenish Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่ามีสปอร์ลักษณะเป็นตะขอหรือห่วงปลายเปิดหรือที่ปลายมีการบิดเป็นเกลียวสั้นๆ (Retinaculiaperti)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.12 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลต VCCH20 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCB02 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมน้ำตาล (Strong Yellowish Brown) มีการสร้างรงควัตถุสีส้มเข้มอมเหลือง (Dark orange yellow) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรง และมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.13 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCB02 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCCB03 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมน้ำตาล (Strong Yellowish Brown) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรง และมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.14 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCB03 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCCB04 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทา (Medium Gray) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีส้มสว่าง (Brilliant Orange) มีการสร้างรงควัตถุสีส้มเข้มอมเหลือง (Dark orange yellow) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวขดกันแน่น



(ก)

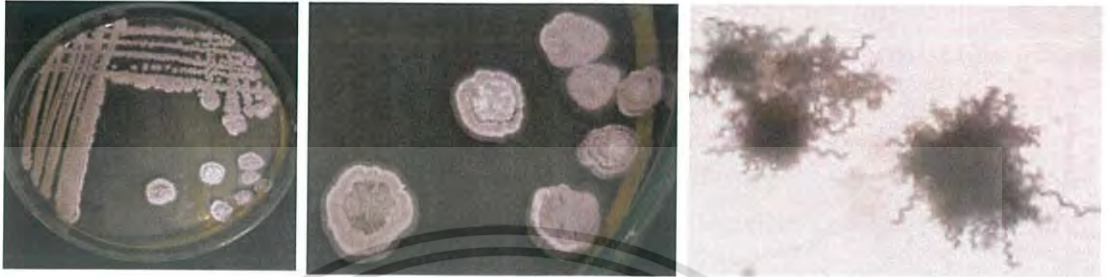
(ข)

(ค)

รูปที่ 4.15 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCCB04 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNB02 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) คลุม โคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมส้ม (Pale Orange Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่า สปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.16 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNB02 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNB03 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทา (Medium Gray) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีส้มอมเหลือง (Moderate Yellow) มีการสร้างรงควัตถุสีเหลืองอมเทา (Grayish yellow) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นตรงและมีการโค้งเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)

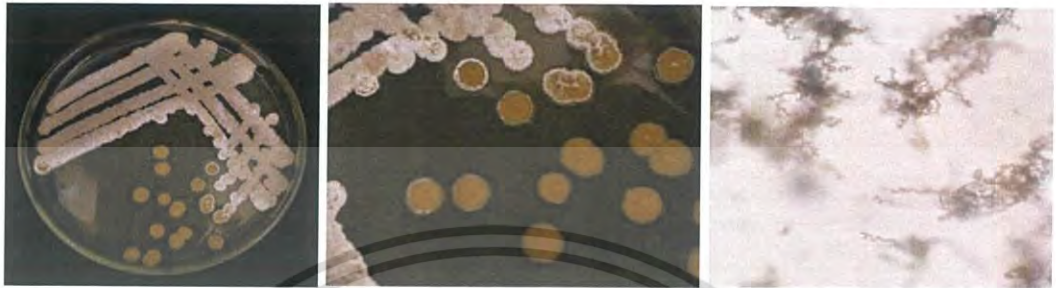
(ข)

(ค)

รูปที่ 4.17 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNB03 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNB04 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเข้ม (Strong Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.18 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNB04 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNB05 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนีนูน ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทา (Medium Gray) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองสว่าง (Brilliant Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่ามีลักษณะเป็นเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.19 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNB05 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNB06 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหาร สีเหลือง (Yellowish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.20 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNB06 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNP01 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมส้ม (Vivid Orange Yellow) มีการสร้างรงควัตถุสีเขียวมะกอกอมน้ำตาล (Light olive brown) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)

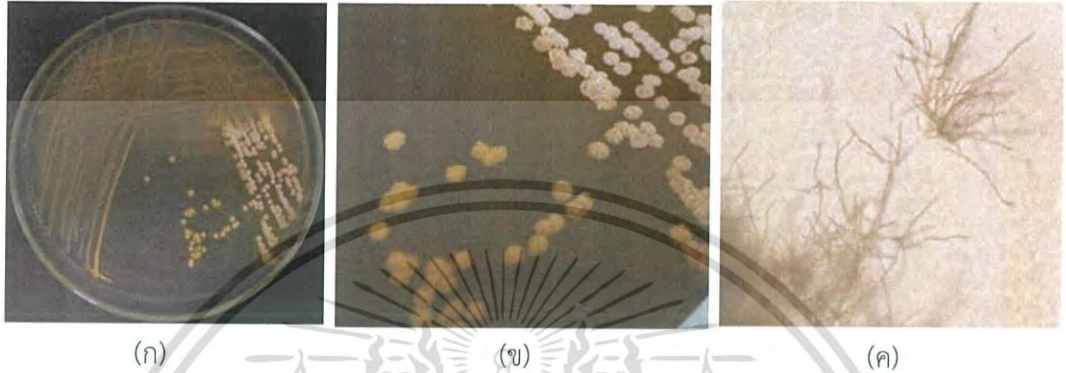
(ข)

(ค)

รูปที่ 4.21 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNP01 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14-14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNP02 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมส้ม (Vivid Orange Yellow) มีการสร้างรงควัตถุสีน้ำตาลอมเหลืองเข้ม (Deep yellowish brown) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



รูปที่ 4.22 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNP02 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วย เลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNP03 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ สร้างเส้นใยอาหารสีชมพูอ่อน (Pale Pink) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ ไม่มีการสร้างสปอร์และเส้นใยอากาศเมื่อเลี้ยงในอาหาร ISP2 เป็นเวลา 14 วัน



รูปที่ 4.23 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลต VCNP03 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

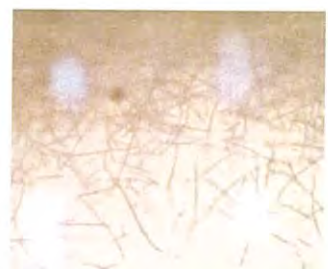
แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNP05 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบ ขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) มีการสร้างเส้นใยอาหารสี เหลืองอ่อนอมเขียว (Pale yellowish green) ไม่สร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็น เส้นตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.24 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNP05 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNP07 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เส้นใยอาหารสีแดงอมส้ม (Moderate Reddish Orange) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ ไม่มีการสร้างสปอร์ และเส้นใยอากาศเมื่อเลี้ยงในอาหาร ISP2 เป็นเวลา 14 วัน



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.25 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNP07 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCNP08 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เส้นใยอาหารสีส้ม (Vivid Orange) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ ไม่มีการสร้างสปอร์และเส้นใยอากาศเมื่อเลี้ยงในอาหาร ISP2 เป็นเวลา 14 วัน



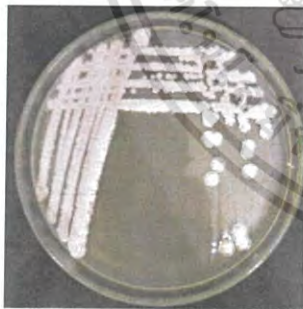
(ก)



(ข)

รูปที่ 4.26 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCNP08 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCUB03 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลือง (Vivid Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



(ก)



(ข)

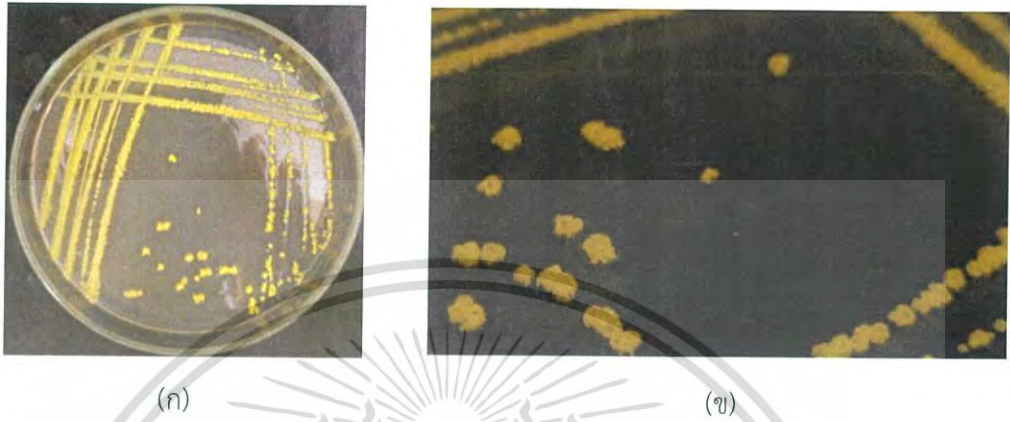


(ค)

รูปที่ 4.27 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCUB03 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

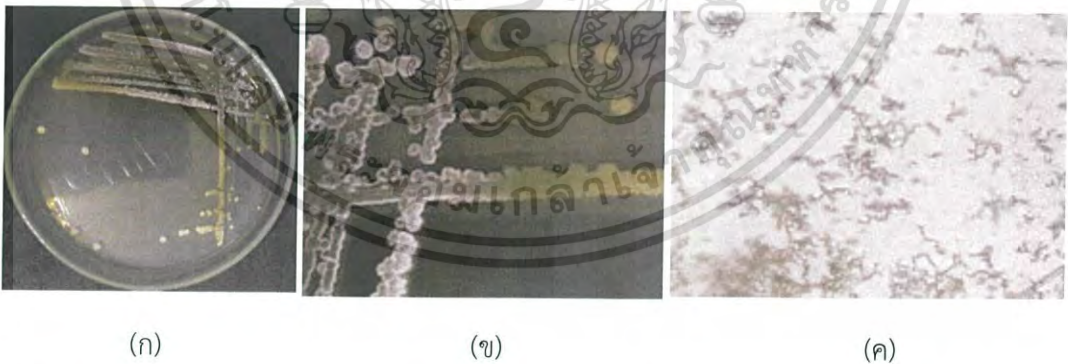
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB04 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนีบน ขอบขรุขระ สีเหลือง ไม่สร้างเส้นใยอากาศ สร้างเส้นใยอาหารสีเหลือง (Light Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ ไม่มีการสร้างสปอร์และเส้นใยอากาศเมื่อเลี้ยงในอาหาร ISP2 เป็นเวลา 14 วัน



รูปที่ 4.28 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCUB04 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน

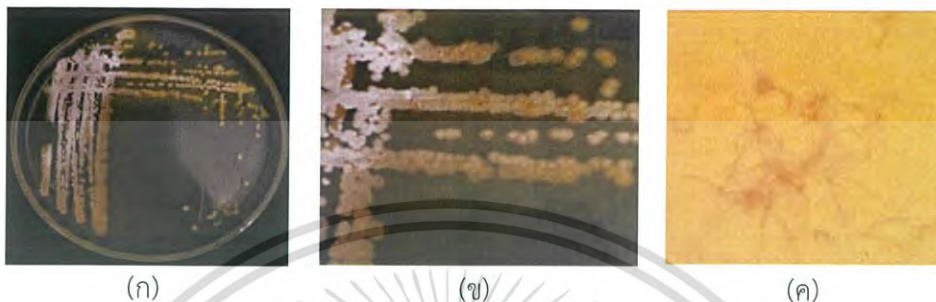
แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB07 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลือง (Strong Greenish Yellow) มีการสร้างรงควัตถุสีน้ำตาลอมเขียว (Moderate olive brown) และพบว่าสปอร์มีลักษณะแบบเรียงตัวแบบวงกันหอย (Verticillati)



รูปที่ 4.29 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCUB07 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCUB10 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลือง (Vivid Greenish Yellow) มีการสร้างรงควัตถุสีเหลืองเข้มอมน้ำตาล (Strong Yellowish Brown) และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรง และมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



รูปที่ 4.30 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCUB10 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

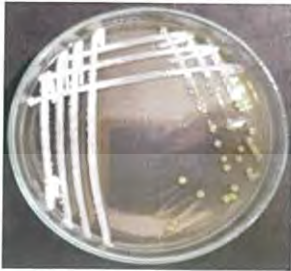
แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCUB11 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนีนูน ขอบขรุขระ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมส้ม (Brilliant Orang Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรง และมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible)



รูปที่ 4.31 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCUB11 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCUB14 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 มีลักษณะโคโลนี กลม ขอบเรียบ เมื่อถึงระยะสร้างสปอร์ มีการสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) คลุมโคโลนี สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลือง (Moderate Greenish Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ และพบว่าสปอร์มีลักษณะเป็นเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.32 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของไอโซเลต VCUB14 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 7 ถึง 14 วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ด้วยเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า

จากการคัดแยกแอกติโนมัยซีทจากปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือนจำนวน 32 ไอโซเลต และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าแอกติโนมัยซีทส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Streptomyces* ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang XJ และคณะ (2015) ที่ทำการคัดแยกแอกติโนมัยซีทจากปุ๋ยมูลไส้เดือนและศึกษาฤทธิ์การต้านจุลชีพซึ่งได้ผลการคัดแยกแอกติโนมัยซีทส่วนใหญ่เป็นสกุล *Streptomyces* และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sreevidya และคณะ (2015) ซึ่งทำการคัดแยกแอกติโนมัยซีทจากมูลไส้เดือนที่ได้รับแหล่งจากสมุนไพรที่ต่างชนิดกัน พบว่าแอกติโนมัยซีทส่วนใหญ่คัดแยกได้เป็นสกุล *Streptomyces* แต่มีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะการเจริญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทบนอาหาร

Yeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 7-14 วัน

ไอโซเลต	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	รงควัตถุ
BFNB01	ดี	เทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) 8.2b 7.5 1.0	เขียวอมน้ำตาล (Moderate Olive) 7.6y 3.8 5.4	-
BFNP01	ดี	เหลืองอมเขียว (Grayish Greenish Yellow) 9.0y 7.2 3.9	เหลืองอ่อน (Pale Yellow) 4.7y 9.0 3.8	-
BFNP02	ดี	เทา (Medium Gray) 3.3gy 5.4 0.1	เหลืองอมเขียว (Light Greenish Yellow) 9.8y 8.9 7.0	-
BFNP03	ดี	เทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) 8.2b 7.5 1.0	เขียวอมเทา (Greenish Gray) 7.5g 5.5 1.0	-
BFNP04	ดี	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เหลืองอ่อน (Pale yellow) 4.7y 9.0 3.8	-
VCCH05	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เหลืองเข้มอมเขียว (Strong Greenish Yellow) 9.2y 7.2 9.2	เหลืองเข้ม (Dark Yellow) 3.9y 6.0 6.4
VCCH10	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	ส้มอมแดง (Strong Reddish Orange) 9.2r 3.9 12.1	ส้มเข้ม (Deep Orange) 4.1yr 5.1 11.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะการเจริญและลักษณะทางสีฐานวิทยาของเชื้อแอสโตโนมัยสีทบนอาหาร
Yeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 7-14 วัน (ต่อ)

ไอโซเลต	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	รงควัตถุ
VCCH15	ดีมาก	ม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) 7.0pb 6.0 3.9	ส้มอมแดง (Strong Reddish Orange) 9.2r 3.9 12.1	-
VCCH16	ดีมาก	เทาอมเขียว (Grayish Green) 8.8g 4.5 1.8	เหลืองอมเขียว (Light Greenish Yellow) 9.8y 8.9 7.0	-
VCCH18	ดีมาก	เขียวอมเทา (Greenish Gray) 7.5g 5.5 1.0	เขียวอมเหลือง (Moderate Greenish Yellow) 9.5y 7.1 6.5	-
VCCH19	ดีมาก	เขียวอมเทา (Greenish Gray) 7.5g 5.5 1.0	น้ำตาลอมส้ม (Brownish Orange) 4.1yr 5.0 8.0	น้ำตาลเข้ม (Strong brown) 4.6yr 3.5 7.6
VCCH20	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เขียวอมเหลือง (Pale Greenish Yellow) 9.5y 9.0 4.2	-
VCCB02	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เหลืองอมน้ำตาล (Strong Yellowish Brown) 8.8yr 4.6 8.5	ส้มเข้มอมเหลือง (Dark orang yellow) 9.3yr 6.0 7.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะการเจริญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทบนอาหาร
Yeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 7-14 วัน (ต่อ)

ไอโซเลต	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	รงควัตถุ
VCCB03	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เหลืองอมน้ำตาล (Strong Yellowish Brown) 8.8yr 4.6 8.5	-
VCCB04	ดีมาก	เทา (Medium Gray) 3.3gy 5.4 0.1	ส้มสว่าง (Brilliant Orange) 4.0yr 9.0 12.0	ส้มเข้มอมเหลือง (Dark Orang Yellow) 9.3yr 6.0 7.9
VCNB02	ดีมาก	ม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) 7.0pb 6.0 3.9	เหลืองอมส้ม (Pale Orange Yellow) 9.2yr 8.7 4.4	-
VCNB03	ดีมาก	เทา (Medium Gray) 3.3gy 5.4 0.1	ส้มอมเหลือง (Moderate Yellow) 3.8y 7.1 6.5	เหลืองอมเทา (Grayish yellow) 4.4y 7.2 3.8
VCNB04	ดีมาก	ม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) 7.0pb 6.0 3.9	เหลืองเข้ม (Strong Yellow) 3.7y 7.2 9.3	-
VCNB05	ดีมาก	เทา (Medium Gray) 3.3gy 5.4 0.1	เหลืองสว่าง (Brilliant Yellow) 4.4y 8.7 8.9	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะการเจริญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอสคิโนมัยสีทบนอาหาร
Yeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 7-14 วัน (ต่อ)

ไอโซเลต	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	รงควัตถุ
VCNB06	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เหลือง (Yellowish Gray) 3.8y 7.4 1.4	-
VCNP01	ดีมาก	เทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) 8.2b 7.5 1.0	เหลืองอมส้ม (Vivid Orange Yellow) 8.6yr 7.3 15.2	เหลืองอมส้ม (Vivid Orange Yellow) 8.6yr 7.3 15.2
VCNP02	ดีมาก	เทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) 8.2b 7.5 1.0	เหลืองอมส้ม (Vivid Orange Yellow) 8.6yr 7.3 15.2	เหลืองอมน้ำตาล (Deep Yellowish Brown) 8.8yr 3.1 5.0
VCNP03	ดีมาก	-	ชมพูอ่อน (Pale Pink) 2.0r 8.7 2.1	-
VCNP05	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เหลืองอ่อนอมเขียว (Pale Yellowish Green) 3.4gy 8.7 2.4	-
VCNP07	ดีมาก	-	แดงอมส้ม (Moderate Reddish Orange) 9.3r 5.5 9.2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะการเจริญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอสโคดีโนมัยสีทบนอาหาร
Yeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 7-14 วัน (ต่อ)

ไอโซเลต	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	รงควัตถุ
VCNP08	ดีมาก	-	ส้ม (Vivid Orange) 4.1yr 6.5 15.0	-
VCUB03	ดีมาก	ม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) 7.0pb 6.0 3.9	เหลือง (Vivid Yellow) 3.3y 8.0 14.3	-
VCUB04	ดีมาก	-	เหลือง (Light Yellow) 4.3y 8.8 6.8	-
VCUB07	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เขียวอมเหลือง (Strong Greenish Yellow) 9.2y 7.2 9.2	น้ำตาลอมเขียว (Moderate Olive Brown) 2.7y 3.6 5.5
VCUB10	ดีมาก	ม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) 7.0pb 6.0 3.9	เหลือง (Light Yellow) 4.3y 8.8 6.8	เหลืองเข้มอมน้ำตาล (Strong Yellowish Brown) 8.8yr 4.6 8.5
VCUB11	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เหลืองอมส้ม (Brilliant Orang Yellow) 0.1y 8.1 10.5	-
VCUB14	ดีมาก	ขาว (White) 2.5pb 9.5 0.2	เขียวอมเหลือง (Moderate Greenish Yellow) 9.5y 7.1 6.5	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืช

จากการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชทั้งหมด 32 ไอโซเลต พบว่าแอกติโนมัยสีทส่วนใหญ่สามารถสร้างกรดอินโดล-3-อะซิดิกได้ดีเมื่อเลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 ที่มี 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan โดยมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 60 ถึง 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และยังพบว่าแอกติโนมัยสีทมีการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิดิกเมื่อเลี้ยงในอาหารเหลว 20% Soil extract ที่มี 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan โดยมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 30 ถึง 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อทดสอบโดยการเลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 และ 20% Soil extract ที่ไม่มี 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร L-tryptophan พบว่าไม่มีแอกติโนมัยสีทไอโซเลตใดสร้างกรดอินโดล-3-อะซิดิก ในการทดสอบการสร้างจิบเบอเรลลินพบว่าการสร้างจิบเบอเรลลินอยู่ในช่วงความเข้มข้น 15 ถึง 90 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับการทดสอบการสร้างไซเตอร์โรเฟอร์และการทดสอบคุณสมบัติในการละลายฟอสเฟตพบว่าแอกติโนมัยสีทส่วนใหญ่สามารถสร้างไซเตอร์โรเฟอร์และมีคุณสมบัติในการละลายฟอสเฟตได้ดี (++) จากการทดสอบพบว่ามีเชื้อแอกติโนมัยสีทจำนวน 4 ไอโซเลตที่ให้ผลการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิดิก จิบเบอเรลลิน ไซเตอร์โรเฟอร์ และคุณสมบัติการละลายฟอสเฟตได้ดีที่สุด คือ ไอโซเลต VCCH18 VCCH19 VCUB04 และ VCUB11 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืช

ไอโซเลต	IAA (ISP2 + L-Tryptophan) (µg/ml)	IAA (20% Soil extract + L-Tryptophan) (µg/ml)	Gibberellin (µg/ml)	Siderophore	Phosphate solubilization
BFNB01	207	199.14	79.79	+	-
BFNP01	96.05	290.57	60.06	+	-
BFNP02	67	246.04	29.25	+	+
BFNP03	337	-	46.41	+	-
BFNP04	221.76	-	34.39	+	++
VCCH05	185.81	-	37.91	+	-
VCCH10	435.33	-	28.58	-	++
VCCH15	277.24	-	44.12	-	-
VCCH16	214.86	468.90	48.18	++	-
VCCH18	-	341.52	32.09	+++	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการสังเคราะห์สารส่งเสริมการเจริญในพืช (ต่อ)

ไอโซเลต	IAA (ISP2 + L-Tryptophan) (µg/ml)	IAA (20% Soil extract + L-Tryptophan) (µg/ml)	Gibberellin (µg/ml)	Siderophore	Phosphate solubilization
VCCH19	726.05	333.19	48.98	++	++
VCCH20	190.81	-	18.31	+	+
VCCB02	610.57	-	89.25	-	++
VCCB03	-	-	13.44	++	++
VCCB04	433.19	302.24	41.68	+	++
VCNB02	-	-	6.41	+	+
VCNB03	280.81	285.81	50.33	+	++
VCNB04	163.43	217.24	35.33	++	-
VCNB05	267	191.52	76.14	-	+
VCNB06	230.57	236.05	58.85	-	+
VCNP01	497.71	-	60.06	+	+
VCNP02	237	-	77.63	+	++
VCNP03	-	196.76	56.01	+	-
VCNP05	-	-	88.85	-	+
VCNP07	-	38.90	44.12	-	-
VCNP08	-	291.52	36.82	-	+
VCUB03	-	142	59.12	-	-
VCUB04	203.66	165.09	33.04	+	+
VCUB07	-	456.52	60.47	-	+
VCUB10	524.62	436.76	29.52	-	++
VCUB11	654.38	356.52	36.14	+++	++
VCUB14	-	180.33	38.71	+	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชพบว่า การทดสอบกรดอินโดล-3-อะซีติก ส่วนใหญ่ แอคติโนมัยซีสามารถสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติกได้ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากเมื่อหยด Salkowski's reagents จะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนสีจากเดิมเป็นสีชมพูอ่อนไปถึงชมพูเข้ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Patten และ Glick (2002) การทดสอบการสร้างจิบเบอเรลลินนั้น แอคติโนมัยซีส่วนใหญ่สามารถสร้างได้ การทดสอบการสร้างไซเตอร์โรฟอร์พบว่า แอคติโนมัยซีสามารถสร้างสารไซเตอร์โรฟอร์อยู่ในระดับดี สามารถสังเกตได้จากการสร้างโซนสีเหลืองรอบโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซี โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwyn และ Neilands (1987) และการทดสอบคุณสมบัติการละลายฟอสเฟตพบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีที่มีคุณสมบัติในการละลายฟอสเฟตอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ National botanical research institute's phosphate-bromo phenol blue (NBRIP-BPB) ที่ไล่ขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nautiya (1999)

จากการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชของแอคติโนมัยซีที่คัดแยกได้จำนวน 32 ไอโซเลตพบว่าแอคติโนมัยซีจำนวน 21 ไอโซเลต (65.62%) มีคุณสมบัติในการสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติกและไซเตอร์โรฟอร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gopalakrishnan และคณะ (2010) ที่คัดแยกแอคติโนมัยซีจากมูลไส้เดือน และนำมาทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชจำนวน 5 ไอโซเลต พบว่ามีแอคติโนมัยซีจำนวน 4 ไอโซเลตที่มีความสามารถในการสร้างกรดอินโดล-3-อะซีติกและมีแอคติโนมัยซีจำนวน 5 ไอโซเลตที่มีความสามารถในการสร้างไซเตอร์โรฟอร์ สำหรับการสร้างจิบเบอเรลลินพบว่าการสร้างที่ความเข้มข้น 15-90 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goudjal และคณะ (2015) ซึ่งนำแอคติโนมัยซีจำนวน 7 ไอโซเลตมาทดสอบการสร้างจิบเบอเรลลินพบว่าสามารถสร้างได้ในช่วงความเข้มข้น 40-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และคุณสมบัติในการละลายฟอสเฟตนั้นแอคติโนมัยซีที่คัดแยกได้ส่วนใหญ่มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตได้จำนวน 21 ไอโซเลต (65.62%) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oliveira และคณะ (2010) ที่นำแอคติโนมัยซี 70 ไอโซเลตที่คัดแยกได้จากรากต้นมะเขือเทศ มาทดสอบคุณสมบัติการละลายฟอสเฟตพบว่ามีแอคติโนมัยซีจำนวน 11 ไอโซเลต (16.2%) ที่มีคุณสมบัติในการละลายฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

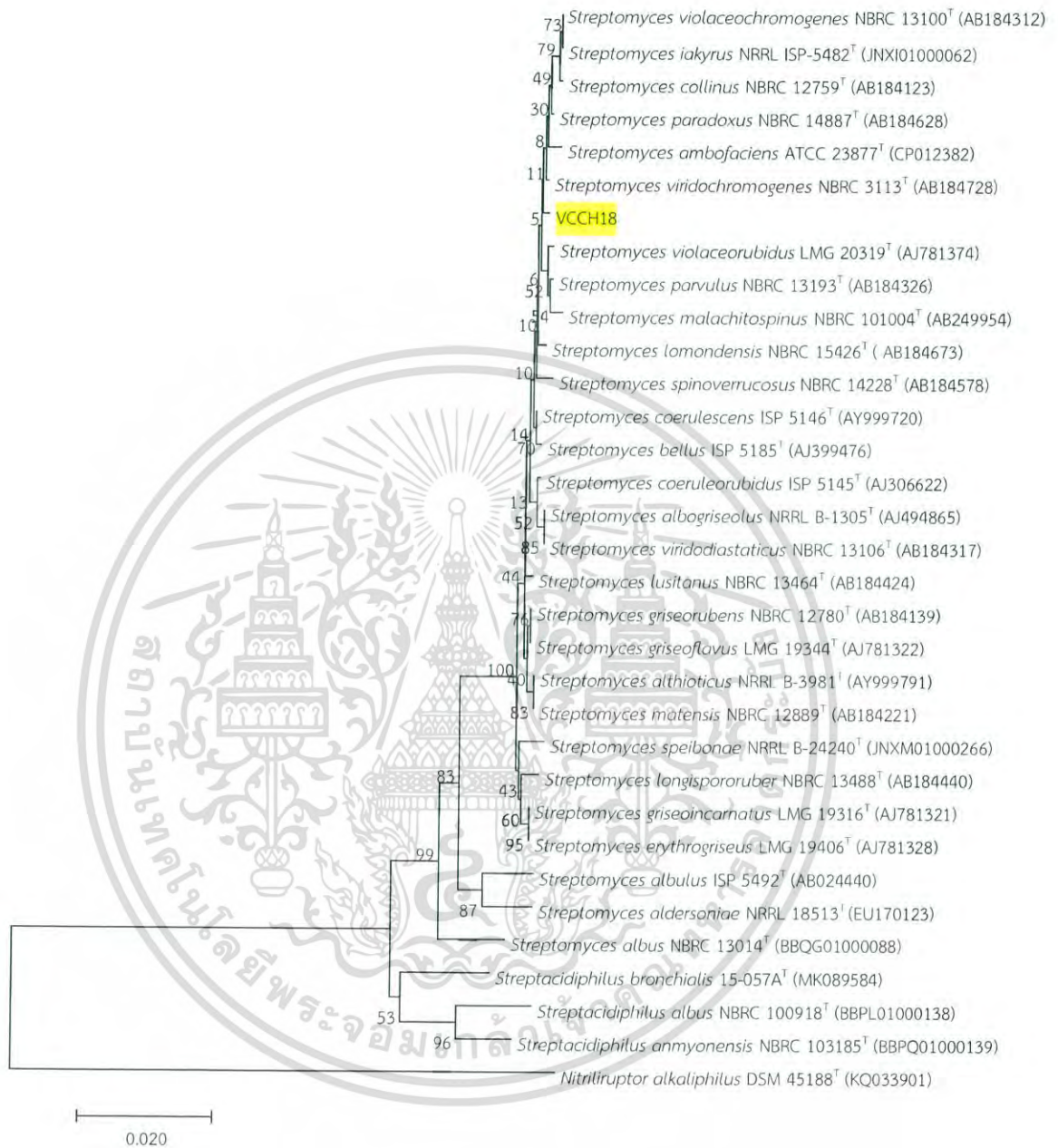
4.4 ผลการระบุชนิดของแอกติโนมัยสีทเบื้องต้น

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาน่าสนใจ และมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีที่สุด ดังนี้

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCCH18 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) มีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces violaceochromogenes* NBRC 13100^T 99.5 % ซึ่งมากกว่า 98.7% cutoff point of new lineage (Chun *et al.*, 2018) ถูกค้นพบโดย Ryabova และ Preobrshenskyya (1957) มีเส้นใยอาหารสีเทาอมเหลือง (Grayish Yellow) สีเส้นใยอากาศเทาอมเหลืองแกมชมพู (Greyish Yellowish Pink) มีลักษณะสปอร์แบบเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว (Spirales) (Amelm *et al.*, 1989) ซึ่งแตกต่างจาก ไอโซเลต VCCH18 ที่มีสีเส้นใยอากาศสีเขียวอมเทา (Greenish Gray) และเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลือง (Moderate Greenish Yellow) จึงมีแนวโน้มเป็นสายพันธุ์ใหม่ของสกุล *Streptomyces* บนต้นสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) ร้อยละ 73 (รูปที่ 4.30)



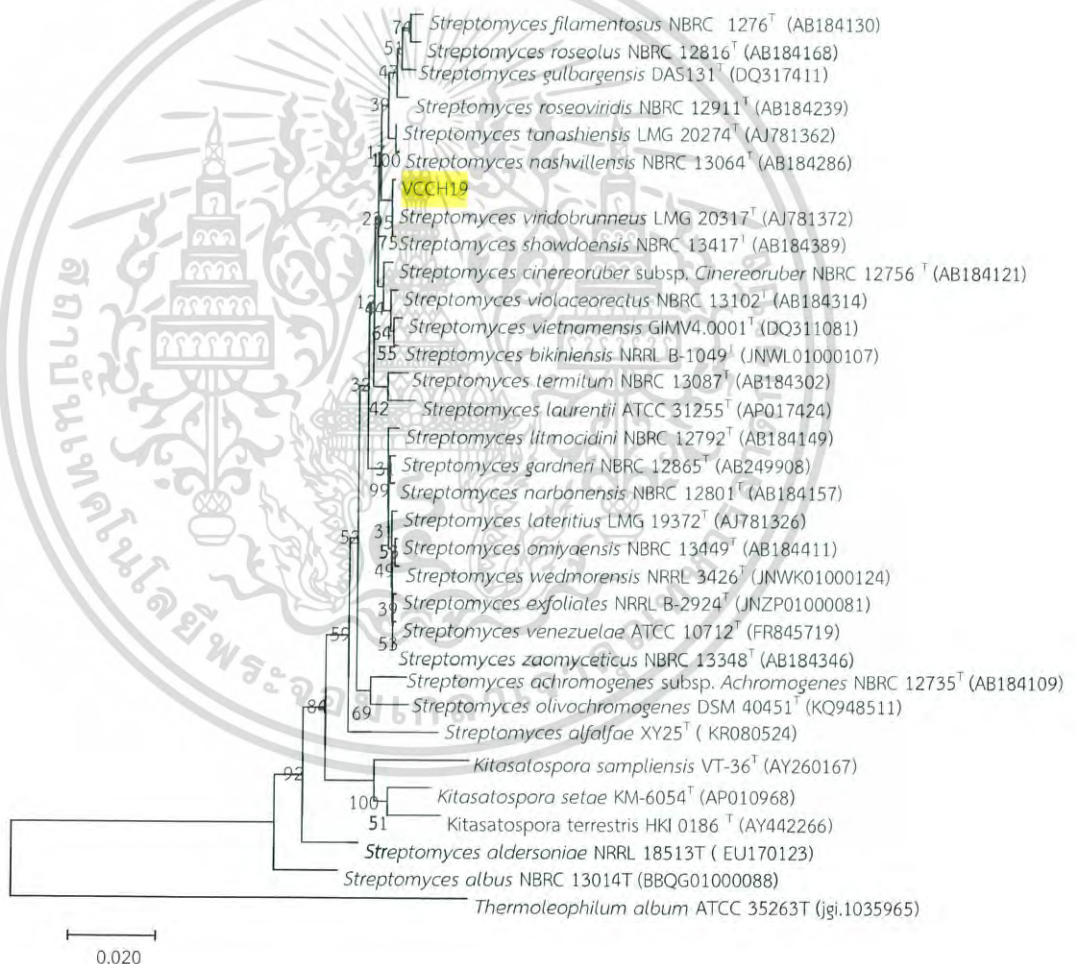
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCCH18 บน Phylogenetic tree (Neighbor-joining method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

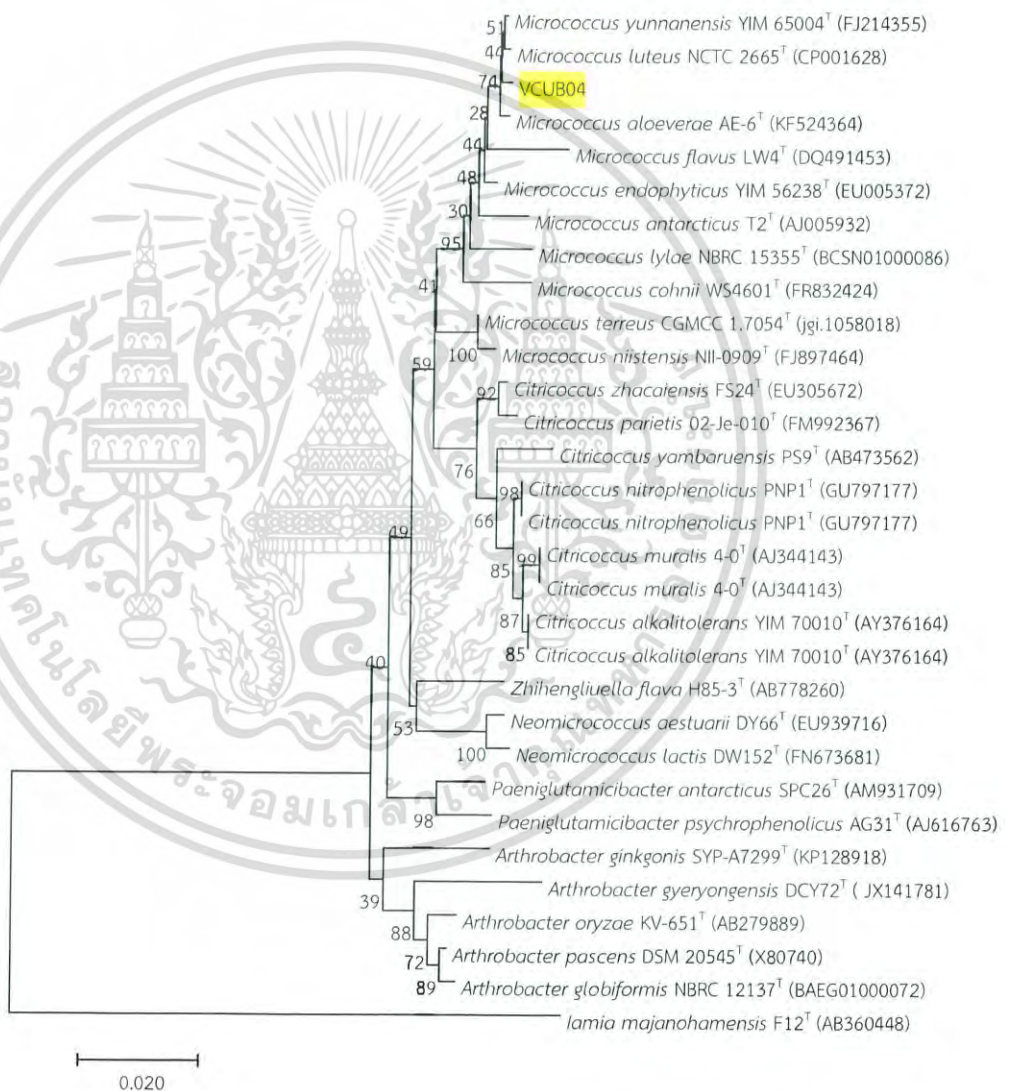
แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCCH19 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) มีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces viridobrunneus* LMG 20274^T 99.9 % ซึ่งมากกว่า 98.7% Cutoff point of new lineage (Chun *et al.*, 2018) ถูกค้นพบโดย Zhu และคณะ (2007) มีสีเส้นใยอาหารสีน้ำตาลอมชมพู (Pinkish Brown) เส้นใยอากาศสีเทา (Grey) (Zakalyukina *et al.*, 2004) และมีลักษณะสปอร์เป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรงและมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible) (Labeda *et al.*, 2011) ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกับไอโซเลต VCCH19 ที่มีเส้นใยอากาศเขียวอมเทา (Greenish Gray) และเส้นใยอาหารน้ำตาลอมส้ม (Brownish Orange) จึงเป็นสกุล *Streptomyces viridobrunneus* บนต้นสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) ร้อยละ 95 (รูปที่ 4.31)



รูปที่ 4.34 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VC1-19 บน Phylogenetic tree (Neighbor-joining method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

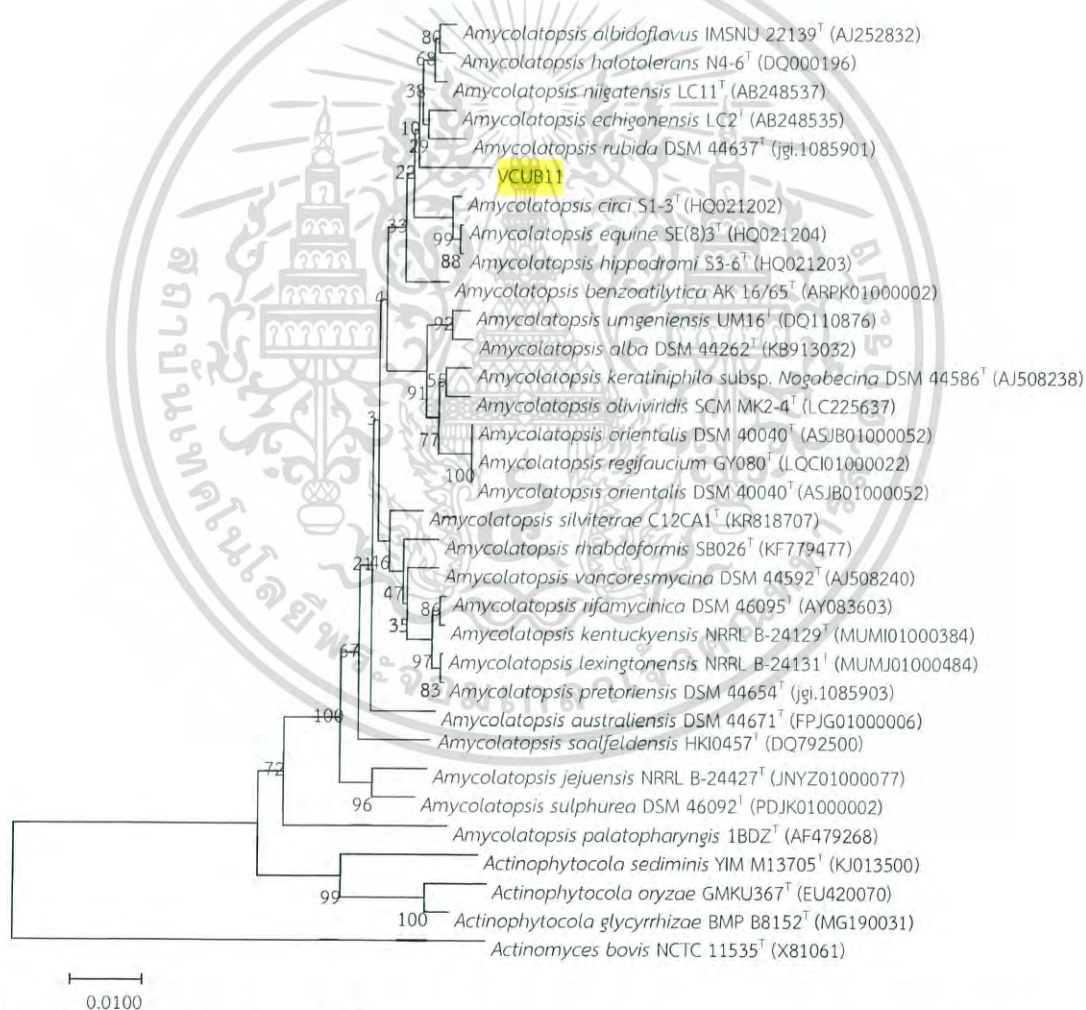
แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCUB04 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) มีความคล้ายคลึงกับ *Micrococcus yunnanensis* YIM 65004^T 99.7 % ซึ่งมากกว่า 98.7% Cutoff point of new lineage (Chun *et al.*, 2018) ซึ่งถูกค้นพบโดย Zhao และคณะ (2009) โดยมีลักษณะโคโลนีสีเหลือง (Yellow) ไม่มีการสร้างเส้นใยอากาศ (Aerial Mycelium) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ (Zhao *et al.*, 2009) ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับไอโซเลต VCUB04 จึงอนุมานว่าเป็น *Micrococcus yunnanensis* บนต้นสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) ร้อยละ 51 (รูปที่ 4.32)



รูปที่ 4.35 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB04 บน Phylogenetic tree (Neighbor-joining method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB11 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) มีความคล้ายคลึงกับ *Amycolatopsis echigonensis* LC2^T 98.7 % ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 98.7% Cutoff point of new lineage (Chun *et al.*, 2018) โดยมีลักษณะของเส้นใยอากาศสีขาว (White) เส้นใยอาหารสีเหลือง (Light Yellow) สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 6-11 (Ding *et al.*, 2007) มีลักษณะสปอร์เกลียวขดกันแน่น (Dornela *et al.*, 2017) เนื่องจากมีลักษณะที่แตกต่างจาก ไอโซเลต VCUB11 ซึ่งมีเส้นใยอาหารสีเหลืองอมส้ม (Brilliant Orang Yellow) และสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสายของสปอร์ที่ตรง และมีการโค้งงอเล็กน้อย (Rectiflexible) จึงเป็นสายพันธุ์ใหม่ของสกุล *Amycolatopsis* บนต้นสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) (รูปที่ 4.33)



รูปที่ 4.36 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB11 บน Phylogenetic tree (Neighbor-joining method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene บนต้นสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) ของแอกติโนมัยสีททั้ง 4 ไอโซเลตพบว่ามี 2 ไอโซเลต คือ VCCH18 และ VCCH19 มีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces* sp. ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sreevidya และคณะ (2015) ซึ่งทำการคัดแยกแอกติโนมัยสีทจากมูลไส้เดือน และพบว่าแอกติโนมัยสีทส่วนใหญ่เป็นสกุล *Streptomyces* แต่มีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการแยกแอคติโนมัยสีทจากปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างจากฟาร์มไส้เดือนดิน ทั้งหมด 5 แห่ง ได้แก่ ดินดีฟาร์มไส้เดือน จังหวัดชลบุรี มณีจันทร์ การเกษตร จังหวัดจันทบุรี ฟาร์มไส้เดือนสิรินนท์ จังหวัดนนทบุรี ฟาร์มไส้เดือนรักษ์โลก จังหวัดนครปฐม และทีทีฟาร์ม จังหวัดอุบลราชธานี สามารถแยกแอคติโนมัยสีทได้ทั้งหมด 32 ไอโซเลต โดยแบ่งตามสีเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium) และลักษณะสปอร์ได้ทั้งหมด 8 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สีเทาอมฟ้า (Light Bluish Gray) พบลักษณะสปอร์ 2 แบบ ได้แก่ แบบเป็นตะขอหรือห้วงปลายเปิด หรือที่ปลายมีการบิดเป็นเกลียวสั้นๆ และแบบเป็นเส้นตรง มีการโค้งงอเล็กน้อย จำนวน 4 ไอโซเลต ได้แก่ BFNB01 BFNP03 VCNP01 และ VCNP02

กลุ่มที่ 2 สีเหลืองอมเขียว (Grayish Greenish Yellow) พบลักษณะสปอร์เป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว จำนวน 1 ไอโซเลต ได้แก่ BFNP01

กลุ่มที่ 3 สีเทา (Gray) พบลักษณะสปอร์ 3 แบบ ได้แก่ แบบเป็นเส้นตรง มีการโค้งงอเล็กน้อย แบบเรียงตัวแบบพวงอุ้ง และ แบบเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว จำนวน 4 ไอโซเลต ได้แก่ BFNP02 VCCB04 VCNB03 และ VCNB05

กลุ่มที่ 4 สีขาว (White) พบลักษณะสปอร์ 3 แบบ ได้แก่ แบบเป็นเส้นตรง และมีการโค้งงอเล็กน้อย แบบเป็นตะขอ หรือห้วงปลายเปิด หรือที่ปลายมีการบิดเป็นเกลียวสั้นๆ และแบบเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว จำนวน 11 ไอโซเลต ได้แก่ BFNP04 VCCH05 VCCH10 VCCH20 VCCB02 VCCB03 VCNB06 VCNP05 VCUB07 VCUB11 และ VCUB14

กลุ่มที่ 5 สีม่วงอ่อนอมฟ้า (Pale Purplish Blue) พบลักษณะสปอร์ 2 แบบ ได้แก่ แบบเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว และแบบเป็นเส้นตรง มีการโค้งงอเล็กน้อย จำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ VCCH15 VCNB02 VCNB04 VCUB03 และ VCUB10

กลุ่มที่ 6 สีเทาอมเขียว (Grayish Green) พบลักษณะสปอร์เป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว จำนวน 1 ไอโซเลต ได้แก่ VCCH16

กลุ่มที่ 7 สีเขียวอมเทา (Greenish Gray) พบลักษณะสปอร์ 2 แบบ ได้แก่ แบบเป็นเส้นสายมีการบิดเป็นเกลียว และแบบเป็นเส้นตรง มีการโค้งงอเล็กน้อย จำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ VCCH18 และ VCCH19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 8 ไม่สร้างสปอร์ โดยไม่พบการสร้างสปอร์เมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็ง ISP2 เป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน จำนวน 4 ไอโซเลต ได้แก่ VCNP03 VCNP07 VCNP08 และ VCUB04

นำแอกติโนมัยสีททั้งหมด 32 ไอโซเลตมาทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืช โดยทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิดิกโดยเลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 ที่มี L-tryptophan และ 20% Soil extract ที่มี L-tryptophan การสร้างจิบเบอเรลลิน การสร้างไซเตอร์โรฟอร์ และคุณสมบัติการละลายฟอสเฟต พบว่า มีการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิดิก ในอาหารเหลว ISP2 ที่มี L-tryptophan จำนวน 21 ไอโซเลต (65.62%) โดยไอโซเลตที่มีการสร้างได้ดีที่สุด คือ VCCH19 และ VCUB11 ที่ความเข้มข้น 726.05 และ 654.38 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ ในอาหารเหลว 20% Soil extract ที่มี L-tryptophan จำนวน 20 ไอโซเลต (62.50%) โดยไอโซเลตที่มีการสร้างได้ดีที่สุด คือ VCUB11 และ VCCH18 ที่ความเข้มข้น 356.52 และ 341.52 (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ มีการสร้างจิบเบอเรลลินโดยไอโซเลตที่สร้างได้ดีที่สุด คือ BFNBO1 และ VCNP02 ที่ความเข้มข้น 79.79 และ 77.63 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ มีการสร้างไซเตอร์โรฟอร์จำนวน 21 ไอโซเลต (65.62%) โดยไอโซเลตที่มีการสร้างได้ดีที่สุด คือ VCCH18 และ VCUB11 และมีคุณสมบัติในการละลายฟอสเฟตจำนวน 21 ไอโซเลต (65.62%) โดยไอโซเลตที่มีการสร้างได้ดีที่สุด คือ VCCH19 และ VCUB11

นำไอโซเลตที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่น่าสนใจ และมีฤทธิ์ในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชที่ดีที่สุดจำนวน 4 ไอโซเลต มารับชนิดของเชื้อโดยการสกัดดีเอ็นเอ และเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนยีน 16S rRNA ด้วยเทคนิค PCR เมื่อทำการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และสร้างสายวิวัฒนาการแล้ว พบว่า

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCCH18 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่า มีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces violaceochromogenes* NBRC 13100^T ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) ร้อยละ 99.5 จึงมีแนวโน้มเป็นสปีชีส์ใหม่ของสกุล *Streptomyces*

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCCH19 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่า มีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces viridobrunneus* LMG 20317^T ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) ร้อยละ 99.9 จึงสรุปได้ว่าเป็น *Streptomyces viridobrunneus*

แอกติโนมัยสีทไอโซเลต VCUB04 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่า มีความคล้ายคลึงกับ *Micrococcus yunnanensis* YIM 65004^T ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) ร้อยละ 99.7 จึงสรุปได้ว่าเป็น *Micrococcus yunnanensis*

แอกติโนมัยซีทไอโซเลต VCUB11 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Amycolatopsis echigonensis* LC2^T ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% 16S rRNA gene similarity) ร้อยละ 98.7 ซึ่งสรุปได้ว่าไอโซเลต VCUB11 เป็นสปีชีส์ใหม่ของสกุล *Amycolatopsis*

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการจัดทำ Phylogenetic tree ด้วยวิธี Neighbor-joining tree (NJ) นั้น ควรจัดทำด้วยวิธี Maximum Likelihood tree (ML) และวิธี Maximum Parsimony tree (MP) เพื่อเป็นการยืนยันผล
2. ในการทดสอบการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืช ควรทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ เพื่อความแม่นยำของผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิตติ ท่าวัว. (2014). “แอกติโนแบคทีเรีย | เทคนิคการแยกและคัดเลือกเชื้อ” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 296.

มจรุส ชัยหาญ, ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร, วสุ ปฐมอารีย์ และนิคม สุดดา. (2015). “การส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวสาลีพันธุ์เศรษฐกิจของไทย โดยการใช้จุลินทรีย์กลุ่ม PGPR” มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Brian C. Loudon., Daniel Haarmann and Aaron M. Lynne. (2011). “Use of Blue Agar CAS Assay for Siderophore Detection” Journal of microbiology and biology education. 51-53.

Shekhar Nautiyal. (1999). “An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms” FEMS Microbiology Letters. 170 : 265-270.

Diana K. Ortega-Gonzalez., Gabriel Martínez-Gonzalez., Cesar M. Flores., Diego Zaragoza., Juan C. Cancino-Diaz., Juan A. Cruz-Maya and Janet Jan-Roblero. (2015). “*Amycolatopsis* sp. Poz14 isolated from oil-contaminated soil degrades polycyclic aromatic hydrocarbons”. 99 : 165-173

Fábio Nuno Marques Da Vinha., Mônica Pires Gravina-Oliveira., Marcella Novaes Franco., Andrew Macrae & Elba Pinto da Silva Bon., Rodrigo Pires Nascimento and Rosalie Reed Rodrigues Coelho. (2011). “Cellulase Production by *Streptomyces viridobrunneus* SCPE-09 Using Lignocellulosic Biomass as Inducer Substrate”. 164 : 256–267.

Emperor and K. Kumar. (2015). “Microbial Population and activity on vermicompost of *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia fetida* in different concentrations of tea waste with cow dung and kitchen waste mixture”

Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. 4(10) : 496-507.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือสงวนชื่อผู้พิมพ์หรือผู้จัดพิมพ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Guo-Zhen Zhao., Jie Li., Sheng Qin., Yu-Qin Zhang., Wen-Yong Zhu., Cheng-Lin Jiang., Li-Hua Xu and Wen-Jun Li. (2009). “*Micrococcus yunnanensis* sp. nov., a novel actinobacterium isolated from surface-sterilized *Polyspora axillaris* roots” International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 59 : 2383–2387
- H.J.M. Pasindu Chamikara. (2016). “Advanced Study on selected taxonomic groups of Bacteria and Archaea Actinomycetes” ResearchGate. 1-9.
- Hong-hui Zhu., Jun Guo., Qing Yao., Song-zhen Yang., Ming-rong Deng., Le Thi Bich Phuong., Vo Thi Hanh and Matthew J. Ryan. (2007). “*Streptomyces vietnamensis* sp. nov., a streptomycete with violet-blue diffusible pigment isolated from soil in Vietnam” International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 57 : 1770–1774.
- Neilands. (1995). “Siderophores: Structure and Function of Microbial Iron Transport Compounds” (THE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY) 45 : 26723–26726.
- Dornelas., Figueiredo., C.S. de Abreu., U.G.P. Lana., C.A. Oliveira and I.E. Marriel. (2017). “Characterization and phylogenetic affiliation of Actinobacteria from tropical soils with potential uses for agro-industrial processes” Genetics and Molecular Research. 16(3).
- Jenia Binenbaum., Roy Weinstain and Eilon Shani. (2018). “Gibberellin ocalization and Transport in Plants” Trends in Plant Science. 23(5) : 410-421.
- PARLE. (1963). “A Microbiological Study of Earthworm Casts” J. gen. MicroMol. 31 : 13-22
- Johan Leveau and Steven Lindow. (2005). “Utilization of the Plant Hormone Indole-3-Acetic Acid for Growth by *Pseudomonas putida* Strain 1290” APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 2365–2371.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Linxian Ding., Taketo Hirose and Akira Yokota. (2007). “*Amycolatopsis echigonensis* sp. nov. and *Amycolatopsis niigatensis* sp. nov., novel actinomycetes isolated from a filtration substrate” *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 57 : 1747–1751

Manuel Aira., Marcos Pérez-Losada and Jorge Domínguez. (2018). “Diversity, structure and sources of bacterial communities in earthworm cocoons” *Scientific Reports*. 1-9.

Margaroni Fialho de Oliveira., Mariana Germano da Silva and Sueli T. Van Der Sand. (2015). “Anti-phytopathogen potential of endophytic actinobacteria isolated from tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) in southern Brazil, and characterization of *Streptomyces* sp. R18(6), a potential biocontrol agent” *Research in Microbiology*. 161 : 565-572

Sreevidyaa., Gopalakrishnanb., Kudapab and Varshneyb. (2016). “Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield enhancement in chickpea” *Brasileira Journal Microbiology*. 85–95.

Onyia, Chiadikobi Ejikeme and Anyanwu, Chukwudi Uzoma. (2013). “Comparative study on solubilization of tri-calcium phosphate (TCP) by phosphate solubilizing fungi (PSF) isolated from Nsukka pepper plant rhizosphere and root free soil” *Journal of Yeast and Fungal Research*. 4(5) : 52-57.

Sawao MURAO., Toyokazu NISHINO and Yasuhiro MAEDA. (1984). “Cytosolic Aspartate Aminotransferase Inactivating-enzyme from *Streptomyces violaceochromogenes*” *Agric. Bioi. Chem*. 48 (8) : 2163 – 2166.

Pérez-Miranda., N. Cabirol., R. George-Téllez., L.S. Zamudio-Rivera and F.J. Fernández. (2007). “O-CAS, a fast and universal method for siderophore detection” *Journal of Microbiological Methods*. 127–131.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับผูกพันไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Subramaniam Gopalakrishnan., Suresh Pande., Mamta Sharma., Pagidi Humayun., Bandru Keerthi Kiran., Dasyam Sandeep., Meesala Sree Vidya., Kanala Deepthi and Om Rupela. (2011). "Evaluation of actinomycete isolates obtained from herbal vermicompost for the biological control of Fusarium wilt of chickpea" Crop Protection. 1070-1078.
- Subramaniam Gopalakrishnan., Srinivas Vadlamudi., Prakash Bandikinda, Arumugam Sathya., Rajendran Vijayabharath.i, Om Rupela., Himabindu Kudapa., Krishnamohan Katta and Rajeev Kumar Varshney/International. (2014). "Evaluation of Streptomyces strains isolated from herbal vermicompost for their plant growth-promotion traits in rice" Microbiological Research. 40-48.
- Palakawong N.A.a,b., Peter Pristas^{c,d}, Ludmila Hrehovác., Peter Javorsky^d, Alfons J.M.Stamsa and Caroline M.Plugge. (2016). "Actinomyces succiniciruminis sp. nov. and Actinomyces glycerinitolerans sp. nov., two novel organic acid producing bacteria isolated from rumen" Systematic and Applied Microbiology. 39 : 445-452.
- Sutthinan Khamna., Akira Yokota., John F. Peberdy and Saisamorn Lumyong. (2010). "Indole-3-acetic acid production by *Streptomyces* sp. isolated from some Thai medicinal plant rhizosphere soils" EurAsian Journal of BioSciences. 4 : 23-32.
- Vitthalrao B Khyade. (2018). "Bacterial diversity in the alimentary canal of earthworms" Journal of Bacteriology & Mycology. 6(3) : 183-185.
- Wael N. Hozzein., Walid Abuelsoud., Mohammed A.M.Wadaan., Ahmed M. Shuikand, Samy Selim., Soad Al Jaouni and Hamada AbdElgawad. (2019). "Exploring the potential of actinomycetes in improving soil fertility and grain quality of economically important cereals" Science of the Total Environment. (651) : 2787–2798.

Yacine Goudjal., Miyada Zamoum., Atika Meklat., Nasseridine Sabaou., Florence Mathieu., Abdelghani Zitouni. (2015). "Plant-growth-promoting
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

quality of economically important cereals” *Science of the Total Environment*. (651) : 2787–2798.

Yacine Goudjal., Miyada Zamoum., Atika Meklat., Nasserline Sabaou., Florence Mathieu., Abdelghani Zitouni. (2015). “Plant-growth-promoting potential of endosymbiotic actinobacteria isolated from sand truffles (*Terfezia leonis* Tul.) of the Algerian Sahara” *Ann Microbiol*.

ZEINATK AMELM., ARYS KHALIL and AHMEDM SHALABV. (1989). “Calcium and the biological activities of two *Streptomyces* species isolated, from the rhizosphere of soybean plants” *J. Basic Microbiol*. 29 (1) : 31-39.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

Yeast extract-Malt extract agar (ISP2)

Yeast extract	4	กรัม
Malt extract	10	กรัม
Glucose	4	กรัม
Agar	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร
pH 7.2		

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Zhang's starch soil extract (ZSSE) agar

(ที่มี Nystatin 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Nalidixic acid 50 มิลลิกรัมต่อลิตร)

Soluble starch	5	กรัม
KNO ₃	1	กรัม
Soil extract	1000	กรัม
Agar	10	กรัม
Nystatin	100	มิลลิกรัม
Nalidixic acid	50	มิลลิกรัม

pH 7.0

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National botanical research institute's phosphate-bromo phenol blue (NBRIP-BPB)

Glucose	10	กรัม
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	5	กรัม
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.1	กรัม
NaCl	0.2	กรัม
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.1	กรัม
KCl	0.2	กรัม
Bromo phenol blue	0.025	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร
pH 7.0		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		
Soil extract		
ดิน	1	กิโลกรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร
Chrome azurol S agar (CAS)		
Blue dry		
CAS 0.06 กรัม ละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตร		(สารละลาย 1)
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.0027 กรัม ละลายใน 10 mM HCl		(สารละลาย 2)
HDTMA 0.073 กรัม ละลายในน้ำ 40 มิลลิลิตร		(สารละลาย 3)

ผสมสารละลาย 1 ลงในสารละลาย 2 ที่มี 9 มิลลิลิตร จากนั้นผสมสารละลาย 3 (สีน้ำเงิน)

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Minimal media 9 (MM9)

ละลาย KH_2PO_4 15 กรัม NaCl 25 กรัม และ NH_4Cl 50 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

20% Glucose stock

ละลาย glucose 20 กรัม ในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร

Casamino acid solution

ละลาย Casamino acid solution 3 กรัม ในน้ำกลั่น 27 มิลลิลิตร

Cas agar

MM9 100 มิลลิลิตร ละลายในน้ำ 750 มิลลิลิตร จากนั้นใส่วุ้น 5 กรัม

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที รอให้เย็น 50 องศาเซลเซียส ใส่

Casamino acid solution 30 มิลลิลิตร ใส่ 20% Glucose stock 10 มิลลิลิตร ใน MM9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

สารเคมี

Sakowski reagent

0.5 M Ferric chloride	2 มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	49 มิลลิลิตร
Perchloric acid 70%	49 มิลลิลิตร

Phosphate buffer

0.05 M $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 7.80 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร	(สารละลาย 1)
0.05 M $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 8.90 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร	(สารละลาย 2)

นำสารละลาย 1 ปริมาณ 47.35 มิลลิลิตร ผสมกับ สารละลาย 2 ปริมาณ 2.65 มิลลิลิตร
ปริมาตรรวม 50 มิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

กระดาศสีมาตรฐาน

กระดาศสีมาตรฐาน (The NBS/IBCC Color system, Mundie 1995)

Centroid	Munsell	RGB	Swatch
Red, Pink			
1 Vivid Pink	1r 8.0 13.0	#FF7E93	
2 Strong Pink	1.2r 6.9 8.2	#FD7B7C	
3 Deep Pink	2.1r 6.0 11.1	#F3545E	
4 Light Pink	2.6r 8.5 4.0	#FFBCAD	
5 Moderate Pink	2.8r 7.2 5.3	#EE9086	
6 Dark Pink	2.7r 5.9 6.1	#C76864	
7 Pale Pink	2.0r 8.7 2.1	#FFCBBB	
8 Grayish Pink	2.6r 7.2 2.3	#CF9B8F	
9 Pinkish White	5.8r 9.0 0.8	#F9DBC8	
10 Pinkish Gray	9.8r 7.4 1.0	#C8A696	
11 Vivid Red	5.0r 3.9 15.4	#C10020	
12 Strong Red	4.0r 4.4 12.1	#BF2233	
13 Deep Red	5.1r 2.8 10.1	#7B001C	
14 Very Deep Red	6.5r 1.7 8.4	#4F0014	
15 Moderate Red	3.8r 4.4 9.1	#AB343A	
16 Dark Red	4.0r 2.8 6.8	#681C23	
17 Very Dark Red	2.0r 1.2 4.8	#320A18	
18 Light Grayish Red	5.3r 5.9 3.5	#B17267	
19 Grayish Red	4.0r 4.4 4.8	#8C4743	
20 Dark Grayish Red	2.9r 2.7 2.1	#482A2A	
21 Blackish Red	3.9r 0.8 1.7	#1F0E11	
22 Reddish Gray	7.0r 5.4 1.3	#8B6C62	
23 Dark Reddish Gray	6.0r 3.4 1.0	#523C36	
24 Reddish Black	2.0r 0.9 0.9	#1E1112	
Yellowish Pink			
25 Vivid Yellowish Pink	8.0r 8.0 13.0	#FF845C	
26 Strong Yellowish Pink	8.4r 7.0 9.5	#FF7A5C	

เอกสารนี้ 27 Deep Yellowish Pink กับการใช้งานเพื่อการสี 5.5r 5.8 12.1 ไม่อนุญ #F64A46 ไปใช้ประโยชน์ด้านกรค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28 Light Yellowish Pink	1.9yr 8.2 4.6	#FFB28B
29 Moderate Yellowish Pink	0.7yr 7.2 4.9	#EE9374
30 Dark Yellowish Pink	7.0r 6.0 6.1	#CC6C5C
31 Pale Yellowish Pink	4.2yr 8.6 2.2	#FFC8A8
32 Grayish Yellowish Pink	1.3yr 7.2 2.4	#D39B85



Reddish Orange, Reddish Brown

33 Brownish Pink	7.0yr 7.1 2.3	#CD9A7B
34 Vivid Reddish Orange	9.8r 5.4 14.5	#F13A13
35 Strong Reddish Orange	9.3r 5.4 12.2	#FFB961
36 Deep Reddish Orange	9.2r 3.9 12.1	#A91D11
37 Moderate Reddish Orange	9.3r 5.5 9.2	#D35339
38 Dark Reddish Orange	9.3r 4.0 9.1	#9B2F1F
39 Grayish Reddish Orange	0.4yr 5.4 6.2	#B85D43
40 Strong Reddish Brown	0.3yr 3.1 9.9	#7F180D
41 Deep Reddish Brown	1.6yr 1.5 8.3	#490005
42 Light Reddish Brown	0.5yr 5.5 4.1	#AA6651
43 Moderate Reddish Brown	9.0r 3.4 5.2	#712F26
44 Dark Reddish Brown	9.6r 1.3 3.6	#321011
45 Light Grayish Reddish Brown	2.9yr 5.4 2.3	#966A57
46 Grayish Reddish Brown	9.0r 3.4 2.4	#5E3830
47 Dark Grayish Reddish Brown	9.0r 2.0 2.0	#371F1C



Orange Brown

48 Vivid Orange	4.1yr 6.5 15.0	#FF6800
49 Brilliant Orange	4.0yr 9.0 12.0	#FFB841
50 Strong Orange	4.3yr 6.5 12.2	#FF6F1A
51 Deep Orange	4.1yr 5.1 11.3	#C34D0A
52 Light Orange	4.8yr 7.8 7.2	#FFA161
53 Moderate Orange	4.6yr 6.5 8.2	#E8793E
54 Brownish Orange	4.1yr 5.0 8.0	#B15124
55 Strong Brown	4.6yr 3.5 7.6	#753313
56 Deep Brown	5.6yr 2.4 5.2	#4D220E
57 Light Brown	5.4yr 5.4 4.8	#A86540
58 Moderate Brown	5.6yr 3.5 3.9	#673923
59 Dark Brown	5.3yr 1.6 3.4	#35170C



60 Light Grayish Brown 6.4yr 5.4 2.2 #946B54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่นอกรอบนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

61 Grayish Brown	5.5yr 3.5 1.8	#5A3D30
62 Dark Grayish Brown	5.5yr 2.0 1.5	#32221A
63 Light Brownish Gray	7.0yr 5.4 1.2	#8B6D5C
64 Brownish Gray	5.65r 3.4 0.9	#503D33
65 Brownish Black	7.8yr 0.6 0.9	#140F0B



Orange Yellow, Yellowish Brown

66 Vivid Orange Yellow	8.6yr 7.3 15.2	#FF8E00
67 Brilliant Orange Yellow	0.1y 8.1 10.5	#FFB02E
68 Strong Orange Yellow	9.1yr 7.1 11.6	#FF8E0D
69 Deep Orange Yellow	8.6yr 6.0 12.1	#D76E00
70 Light Orange Yellow	9.4yr 8.3 6.8	#FFB961
71 Moderate Orange Yellow	8.7yr 7.2 8.3	#F7943C
72 Dark Orange Yellow	9.3yr 6.0 7.9	#C37629
73 Pale Orange Yellow	9.2yr 8.7 4.4	#FFCA86
74 Strong Yellowish Brown	8.8yr 4.6 8.5	#95500C
75 Deep Yellowish Brown	8.8yr 3.1 5.0	#593315
76 Light Yellowish Brown	8.7yr 6.5 5.0	#BB8B54
77 Moderate Yellowish Brown	9.5yr 4.4 3.9	#7D512D
78 Dark Yellowish Brown	9.4yr 2.3 3.3	#3F2512
79 Light Grayish Yellowish Brown	9.7yr 6.4 2.5	#B48764
80 Grayish Yellowish Brown	9.5yr 4.6 2.1	#785840
81 Dark Grayish Yellowish Brown	8.8yr 2.5 1.6	#3D2B1F



Yellow, Olive Brown

82 Vivid Yellow	3.3y 8.0 14.3	#FFB300
83 Brilliant Yellow	4.4y 8.7 8.9	#FFCF40
84 Strong Yellow	3.7y 7.2 9.3	#E59E1F
85 Deep Yellow	3.7y 5.9 9.1	#B57900
86 Light Yellow	4.3y 8.8 6.8	#FFD35F
87 Moderate Yellow	3.8y 7.1 6.5	#D79D41
88 Dark Yellow	3.9y 6.0 6.4	#B07D2B
89 Pale Yellow	4.7y 9.0 3.8	#FFDB8B
90 Grayish Yellow	4.4y 7.2 3.8	#CEA262
91 Dark Grayish Yellow	3.8y 5.9 4.0	#A47C45
92 Yellowish White	4.5y 9.2 1.2	#FFE2B7
93 Yellowish Gray	3.8y 7.4 1.4	#CAA885



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

94 Light Olive Brown	2.1y 4.9 7.9	#945D0B
95 Moderate Olive Brown	2.7y 3.6 5.5	#64400F
96 Dark Olive Brown	2.0y 1.9 2.2	#302112



Greenish Yellow, Olive

97 Vivid Greenish Yellow	9.1y 8.2 12.0	#F4C800
98 Brilliant Greenish Yellow	9.8y 8.8 9.5	#FFDC33
99 Strong Greenish Yellow	9.2y 7.2 9.2	#CCA817
100 Deep Greenish Yellow	9.2y 5.9 9.2	#9F8200
101 Light Greenish Yellow	9.8y 8.9 7.0	#FFDE5A
102 Moderate Greenish Yellow	9.5y 7.1 6.5	#C4A43D
103 Dark Greenish Yellow	9.4y 5.9 6.3	#9B8127
104 Pale Greenish Yellow	9.5y 9.0 4.2	#FFDF84
105 Grayish Greenish Yellow	9.0y 7.2 3.9	#C4A55F
106 Light Olive	8.2y 5.1 5.6	#846A20
107 Moderate Olive	7.6y 3.8 5.4	#5E490F
108 Dark Olive	8.9y 2.4 3.1	#362C12
109 Light Grayish Olive	7.85y 5.5 2.5	#8B734B
110 Grayish Olive	8.0y 3.6 2.0	#52442C
111 Dark Grayish Olive	9.7y 2.0 1.8	#2B2517
112 Light Olive Gray	6.9y 5.5 1.3	#887359
113 Olive Gray	8.1y 3.5 0.9	#4D4234
114 Olive Black	9.0y 1.1 0.9	#121910



Yellow Green, Olive Green










115 Vivid Yellowish Green	5.4gy 6.8 11.2	#93AA00
116 Brilliant Yellow Green	4.9gy 8.2 9.1	#CED23A
117 Strong Yellow Green	5.4gy 6.0 8.7	#7F8F18
118 Deep Yellow Green	7.4gy 4.2 7.1	#425E17
119 Light Yellow Green	5.0gy 8.4 5.6	#DCD36A
120 Moderate Yellow Green	4.8gy 6.0 5.0	#8B8940
121 Pale Yellowish Green	3.4gy 8.7 2.4	#F0D698
122 Grayish Yellowish Green	4.4gy 6.0 2.3	#90845B
123 Strong Olive Green	4.0gy 3.0 11.0	#0A4500
124 Deep Olive Green	4.0gy 1.5 11.0	#142300
125 Moderate Olive Green	5.7gy 3.6 4.8	#434B1B
126 Dark Olive Green	8.0gy 2.2 3.6	#232C16




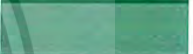



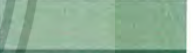




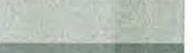


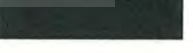

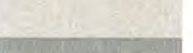

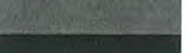

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญวตให้ไปใช้หรือเผยแพร่
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาใช้

127 Grayish Olive Green	4.6gy 3.5 2.0	#48442D	
128 Dark Grayish Olive Green	5.4gy 2.0 1.8	#27261A	
129 Vivid Yellowish Green	1.1g 5.9 11.2	#379931	

Yellowish Green

130 Brilliant Yellowish Green	0.3g 7.7 8.6	#8CCB5E	
131 Strong Yellowish Green	0.4g 5.4 8.7	#478430	
132 Deep Yellowish Green	0.9g 3.5 9.0	#00541F	
133 Very Deep Yellowish Green	10.0gy 1.5 11.0	#002800	
134 Very Light Yellowish Green	0.2g 8.6 4.6	#C6DF90	
135 Light Yellowish Green	0.7g 7.4 5.2	#007BA7	
136 Moderate Yellowish Green	0.5g 5.5 4.8	#657F4B	
137 Dark Yellowish Green	0.6g 3.5 5.0	#304B26	
138 Very Dark Yellowish Green	0.3g 1.8 4.3	#132712	

Green

139 Vivid Green	3.2g 4.9 11.1	#007D34	
140 Brilliant Green	6.2g 6.5 8.3	#47A76A	
141 Strong Green	5.8g 4.4 8.7	#006B3C	
142 Deep Green	5.1g 3.0 8.1	#004524	
143 Very Light Green	6.5g 7.8 4.9	#98C793	
144 Light Green	6.0g 6.4 5.1	#719B6E	
145 Moderate Green	6.3g 4.5 5.1	#386646	
146 Dark Green	6.6g 2.8 4.6	#203A27	
147 Very Dark Green	8.0g 1.8 3.0	#16251C	
148 Very Pale Green	7.3g 8.8 1.9	#D8DEBA	
149 Pale Green	7.6g 6.4 1.7	#8D917A	
150 Grayish Green	8.8g 4.5 1.8	#575E4E	
151 Dark Greenish Yellowish Green	1.0bg 2.9 1.8	#313830	
152 Blackish Green	10.0g 1.0 1.4	#141613	
153 Greenish White	10.0g 9.2 0.8	#F5E6CB	
154 Light Greenish Gray	3.0g 7.5 0.9	#BAAF96	
155 Greenish Gray	7.5g 5.5 1.0	#7A7666	
156 Dark Greenish Gray	1.5bg 3.5 0.9	#45433B	
157 Greenish Black	8.7g 1.0 0.7	#181513	

Bluish Green

158 Vivid Bluish Green	5.0bg 5.0 13.0	#00836E	
------------------------	----------------	---------	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบใช้

159 Brilliant Bluish Green	2.9bg 6.0 9.6	#009B76
160 Strong Bluish Green	4.6bg 4.5 8.5	#006D5B
161 Deep Bluish Green	2.8bg 2.4 8.3	#00382B
162 Very Light Bluish Green	4.4bg 8.3 4.6	#A0D6B4
163 Light Bluish Green	4.6bg 6.5 4.9	#669E85
164 Moderate Bluish Green	4.6bg 4.5 5.0	#2F6556
165 Dark Bluish Green	4.9bg 2.7 5.0	#013A33
166 Very Dark Bluish Green	3.6bg 1.2 4.0	#001D18
167 Vivid Greenish Blue	5.0b 5.0 13.0	#007BA7



Greenish Blue

168 Brilliant Greenish Blue	4.6b 5.9 7.7	#2A8D9C
169 Strong Greenish Blue	4.9b 4.5 8.4	#00677E
170 Deep Greenish Blue	5.0b 5.0 13.0	#007BA7
171 Very Light Greenish Blue	4.0b 8.0 4.0	#A3C6C0
172 Light Greenish Blue	4.5b 6.5 5.4	#649A9E
173 Moderate Greenish Blue	4.7b 4.5 5.2	#30626B
174 Dark Greenish Blue	3.7b 2.7 5.0	#003841
175 Very Dark Greenish Blue	5.0b 1.5 3.6	#022027



Blue

176 Vivid Blue	5.0b 5.0 14.0	#007CAD
177 Brilliant Blue	1.6pb 5.9 9.4	#4285B4
178 Strong Blue	2.9pb 4.1 10.4	#00538A
179 Deep Blue	2.8pb 2.5 7.9	#002F55
180 Very Light Blue	2.7pb 7.9 6.0	#A6BDD7
181 Light Blue	1.6pb 6.4 6.9	#6C92AF
182 Moderate Blue	3.0pb 4.3 6.8	#395778
183 Dark Blue	2.2pb 1.7 5.5	#002137
184 Very Pale Blue	1.5pb 8.3 3.3	#C1CACA
185 Pale Blue	0.6pb 6.5 2.6	#919192
186 Grayish Blue	0.2pb 4.2 3.0	#4A545C
187 Dark Grayish Blue	9.2b 2.7 2.0	#2C3337
188 Blackish Blue	9.8b 1.3 1.5	#161A1E
189 Bluish White	9.2b 9.1 1.2	#F9DFCF
190 Light Bluish Gray	8.2b 7.5 1.0	#BEADA1
191 Bluish Gray	8.9b 5.5 0.9	#7D746D



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไมออนุญาตให้ไปประโยชน์ตนกันการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

192 Dark Bluish Gray	0.3pb 3.6 1.1	#464544
193 Bluish Black	9.6b 1.1 0.8	#151719



Purplish Blue

194 Very Purplish Blue	7.8pb 2.0 12.5	#20155E
195 Brilliant Purplish Blue	7.3pb 5.1 9.0	#62639B
196 Strong Purplish Blue	8.0pb 4.0 10.9	#474389
197 Deep Purplish Blue	7.8pb 1.5 8.0	#1A153F
198 Very Light Purplish Blue	7.4pb 7.6 5.2	#BAACC7
199 Light Purplish Blue	7.3pb 6.0 6.5	#837DA2
200 Moderate Purplish Blue	7.9pb 3.5 6.5	#423C63
201 Dark Purplish Blue	8.0pb 1.3 4.3	#1A162A
202 Very Pale Purplish Blue	7.0pb 8.0 3.7	#CBBAC5
203 Pale Purplish Blue	7.0pb 6.0 3.9	#8A7F8E
204 Grayish Purplish Blue	6.9pb 3.4 3.8	#413D51



Violet

205 Vivid Violet	2.0p 5.0 14.0	#884BAE
206 Brilliant Violet	9.9pb 5.1 9.4	#755D9A
207 Strong Violet	0.2p 3.7 10.1	#53377A
208 Deep Violet	1.1p 1.2 8.6	#240935
209 Very Light Violet	2.0p 8.5 7.0	#EEBEF1
210 Light Violet	0.5p 5.6 7.1	#876C99
211 Moderate Violet	1.4p 3.6 7.0	#543964
212 Dark Violet	1.4p 1.3 4.9	#22132B
213 Very Pale Violet	9.7pb 7.9 3.7	#D8B1BF
214 Pale Violet	1.3p 6.0 4.0	#957B8D
215 Grayish Violet	1.2p 3.3 3.9	#46394B



Purple

216 Vivid Purple	6.0p 4.5 14.0	#943391
217 Brilliant Purple	6.0p 7.0 11.0	#DD80CC
218 Strong Purple	6.5p 4.3 9.2	#803E75
219 Deep Purple	6.3p 2.7 9.1	#531A50
220 Very Deep Purple	5.0p 1.5 8.0	#320B35
221 Very Light Purple	6.5p 7.8 5.1	#E3A9BE
222 Light Purple	6.2p 6.5 6.5	#BA7FA2
223 Moderate Purple	6.6p 4.5 7.1	#7F4870



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่นอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

224 Dark Purple	6.3p 2.8 4.9	#472A3F
225 Very Dark Purple	6.9p 1.0 4.5	#230D21
226 Very Pale Purple	5.5p 8.2 3.2	#E6BBC1
227 Pale Purple	7.9p 6.4 3.1	#AE848B
228 Grayish Purple	8.1p 4.5 2.7	#72525C
229 Dark Grayish Purple	0.5rp 2.8 2.0	#452D35
230 Blackish Purple	0.8rp 0.9 1.6	#1D1018
231 Purplish White	2.5rp 9.0 0.8	#FADBC8
232 Light Purplish Gray	0.3rp 7.5 1.1	#C8A99E
233 Purplish Gray	1.0rp 5.5 0.9	#88706B
234 Dark Purplish Gray	1.0rp 3.6 1.0	#564042
235 Purplish Black	9.54p 0.9 0.6	#1B1116



Reddish Purple

236 Vivid Reddish Purple	1.0rp 3.0 14.0	#7E0059
237 Strong Reddish Purple	1.3rp 4.4 10.2	#9A366B
238 Deep Reddish Purple	1.0rp 2.8 9.5	#641349
239 Very Deep Reddish Purple	0.9rp 1.9 8.9	#470736
240 Light Reddish Purple	0.7rp 6.0 6.9	#BB6C8A
241 Moderate Reddish Purple	0.8rp 4.5 7.0	#8C4566
242 Dark Reddish Purple	1.3rp 2.8 4.8	#4F273A
243 Very Dark Reddish Purple	1.5rp 1.0 4.8	#270A1F
244 Pale Reddish Purple	1.3rp 6.0 4.2	#AC7580
245 Grayish Reddish Purple	1.0rp 4.5 4.2	#7D4D5D



Purplish Pink, Purplish Red

246 Brilliant Purplish Pink	6.0rp 8.5 11.0	#FF97BB
247 Strong Purplish Pink	5.6rp 6.8 9.0	#F6768E
248 Deep Purplish Pink	4.4rp 6.0 12.2	#EB5284
249 Light Purplish Pink	4.6rp 8.0 5.5	#FFA8AF
250 Moderate Purplish Pink	4.6rp 6.8 6.7	#E28090
251 Dark Purplish Pink	6.4rp 5.9 7.0	#C76574
252 Pale Purplish Pink	3.7rp 8.4 3.3	#FDBDBA
253 Grayish Purplish Pink	3.7rp 7.0 3.5	#CC9293
254 Vivid Purplish Red	7.6rp 4.9 13.6	#D5265B



เอกสารนี้ 255. Strong Purplish Red 7.3rp 4.4 11.4 ม่อนฤณ #B32851 ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

256 Deep Purplish Red	7.3rp 2.6 10.1	#6F0035
257 Very Deep Purplish Red	6.8rp 1.7 8.0	#470027
258 Moderate Purplish Red	7.1rp 4.5 9.0	#A73853
259 Dark Purplish Red	7.1rp 2.7 6.0	#5B1E31
260 Very Dark Purplish Red	6.6rp 0.9 4.8	#28071A
261 Light Grayish Purplish Red	7.8rp 5.9 4.2	#B27070
262 Grayish Purplish Red	7.0rp 4.5 5.1	#8C4852
263 White	2.5pb 9.5 0.2	#FFC9D7
264 Light Gray	6.7y 7.4 0.2	#C2A894
265 Medium Gray	3.3gy 5.4 0.1	#817066
266 Dark Gray	2.5pb 3.5 0.0	#49423D
267 Black	2.5pb 0.8 0.0	#131313



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของแอกติโนมัยสีทที่เลือกทำการศึกษา

ลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนของ 16S rRNA gene ของเชื้อไอโซเลต VCCH18

TCACCTCCTTAGCTGAGTTTGAATCTGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAACACATGC
 AAGTCGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGTAACACGTGGGCAA
 TCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACTGATCCGCTTGG
 GCATCCAAGTGGTTCGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCC GCGCCTATCAGCTTGTTGG
 TGAGGTAATGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAGCCGGCCTGAGAGGGGCGACCGGCCACACTG
 GGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGA
 AAGCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAG
 GGAAGAAGCGAGAGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGC
 GGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATFATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGGCTTG
 TCACGTCGGTTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACGGCAGGCTAGA
 GTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACA
 CCGGTGGCGAAGGCGGATCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGA
 ACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGGTGGGCACTAGGTGTGGGCAACATTCC
 ACGTTGTCCGTGCCGACGCTAACGCATTAAGTGCCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
 AAActCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAA
 CGCGAAGAACCCTTACCAAGGCTTGACATACCCGAAACGTCCAGAGATGGGCGCCCCCTTGTG
 GTCGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCC
 CAACGAGCGCAACCCCTGTCCCGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGCTGGGGACTCACGGGA
 GACCGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTT
 GGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGTACAATGAGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATC
 TCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCGGAGTCGCTA
 GTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCCGTAC
 GTCACGAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนของ 16S rRNA gene ของเชื้อไอโซเลต VCCH19

CCTGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTC
 GGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGTAACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAA
 GCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACGACCTGCCGAGGCATCTCGGTGGGTGGAAAGCT
 CCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGGGCCTATCAGCTTGTTGGTGAGGTAACGGCTCACCAAGGC
 GACGACGGGTAGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACT
 CCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGC
 GTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGTGACGGT
 ACCTGCAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGCGCAAGC
 GTTGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGGCTTGTCACGTCGGGTGTGAAAGCCC
 GGGGCTTAACCCCGGGTCTGCATCCGATACGGGCAGGCTAGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAA
 TTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGATCTC
 TGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTA
 GTCCACGCCGTAAACGTTGGGAACTAGGTGTTGGCGACATTCCACGTCGTCGGTGCCGCAGCTA
 ACGCATTAAAGTTCCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGACGGG
 GGCCCGCACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGC
 TTGACATATACCGGAAAGCATTAGAGATAGTGCSCCCTTGTTGGTTCGGTATACAGGTGGTGCAT
 GGCTGTCGTCAGCTCGTGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTC
 TGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGGACTCACAGGAGACCGCCGGGGTCAACTCGG
 AGGAAGGTGGGGACGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCTGGGCTGCACACGTGCTACAA
 TGGCCGGTACAAAGAGCTGCGATGCCGTGAGGCGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTT
 CGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTG
 CTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTTACACACCGCCCGTCACGTCACGAAAGTCGGTAACAC
 CCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTTGGGAGGGAGCTGTCGAA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนของ 16S rRNA gene ของเชื้อไอโซเลต VCUB04

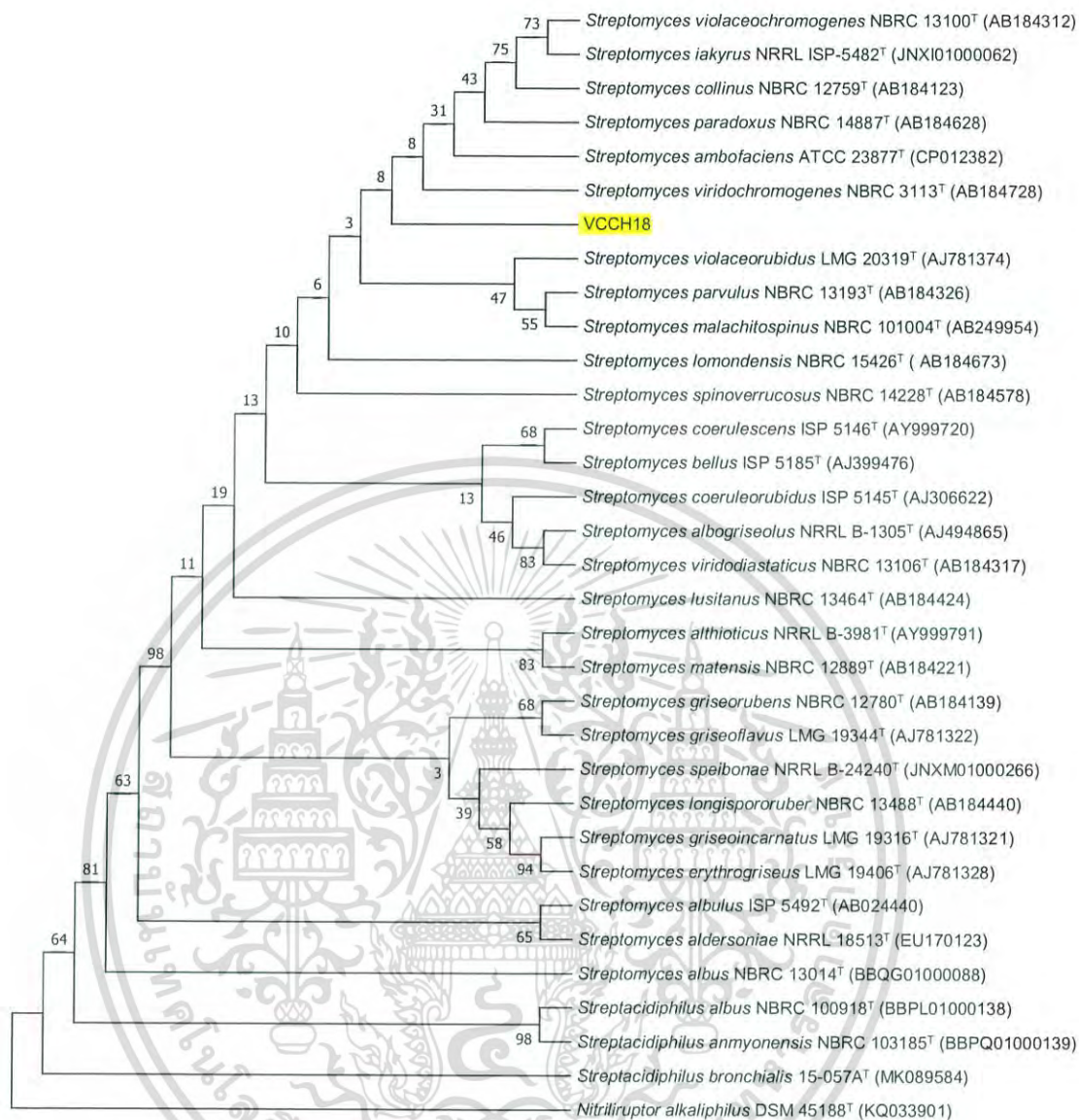
CTCCTTAGCTGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATGAACGCTGGCGGCGTGCTTAACACATGCAAGT
 CGAACGATGAAGCCCAGCTTGCTGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGTAACACGTGAGTAA
 CCTGCCCTTAACTCTGGGATAAGCCTGGGAACTGGGTCTAATACCGGATAGGAGCGTCTACCG
 CATGGTGGGTGTTGGAAAGATTTATCGGTTTTGGATGGACTCGCGCCTATCAGCTTGTTGGTG
 AGGTAATGGCTCACCAAGGCGACGACGGGTAGCCGGCCTGAGAGGGTGACCGGCCACACTGGG
 ACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAA
 GCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGTAGG
 GAAGAAGCGAAAGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCG
 GTAATACGTAGGGTGCAGCGTTATCCGGAATTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTTTGT
 CGCGTCTGTCGTGAAAGTCCGGGGCTTAACCCCGGATCTGCGGTGGGTACGGGCAGACTAGAG
 TGCAGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGGAATGCGCAGATATCAGGAGGAACAC
 CGATGGCGAAGGCAGGTCTCTGGGCTGTAACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCATGGGGAGCGAA
 CAGGATTAGATACCTGGTAGTCCATGCCGTAACGTTGGGCACTAGGTGTGGGGACCATTTCCA
 CGGTTTTCCGCGCCGAGCTAACGCATTAAGTGCCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAA
 AACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGACAAGCGGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAAC
 GCGAAGAACCTTACCAAGGCTTGACATGTCTCGATCGCCGTGGAGATACGGTTTTCCCTTTGG
 GGCGGGTTCACAGGTGGTGCATGGTTGTCGTCAGCTCGTGTCTGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCC
 GCAACGAGCGCAACCCTCGTTCCATGTTGCCAGCACGTAATGGTGGGGACTCATGGGAGACTGC
 CGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGAGGACGACGTCAAATCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTT
 CACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGGTTGCGATACTGTGAGGTGGAGCTAATCCCAAAAA
 GCCGGTCTCAGTTCGATTGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCGGAGTCGCTAGTAATCG
 CAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTCAAGTCACGA
 AAGTTGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCTAACCTTGTGGGGG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนของ 16S rRNA gene ของเชื้อไอโซเลต VCUB11

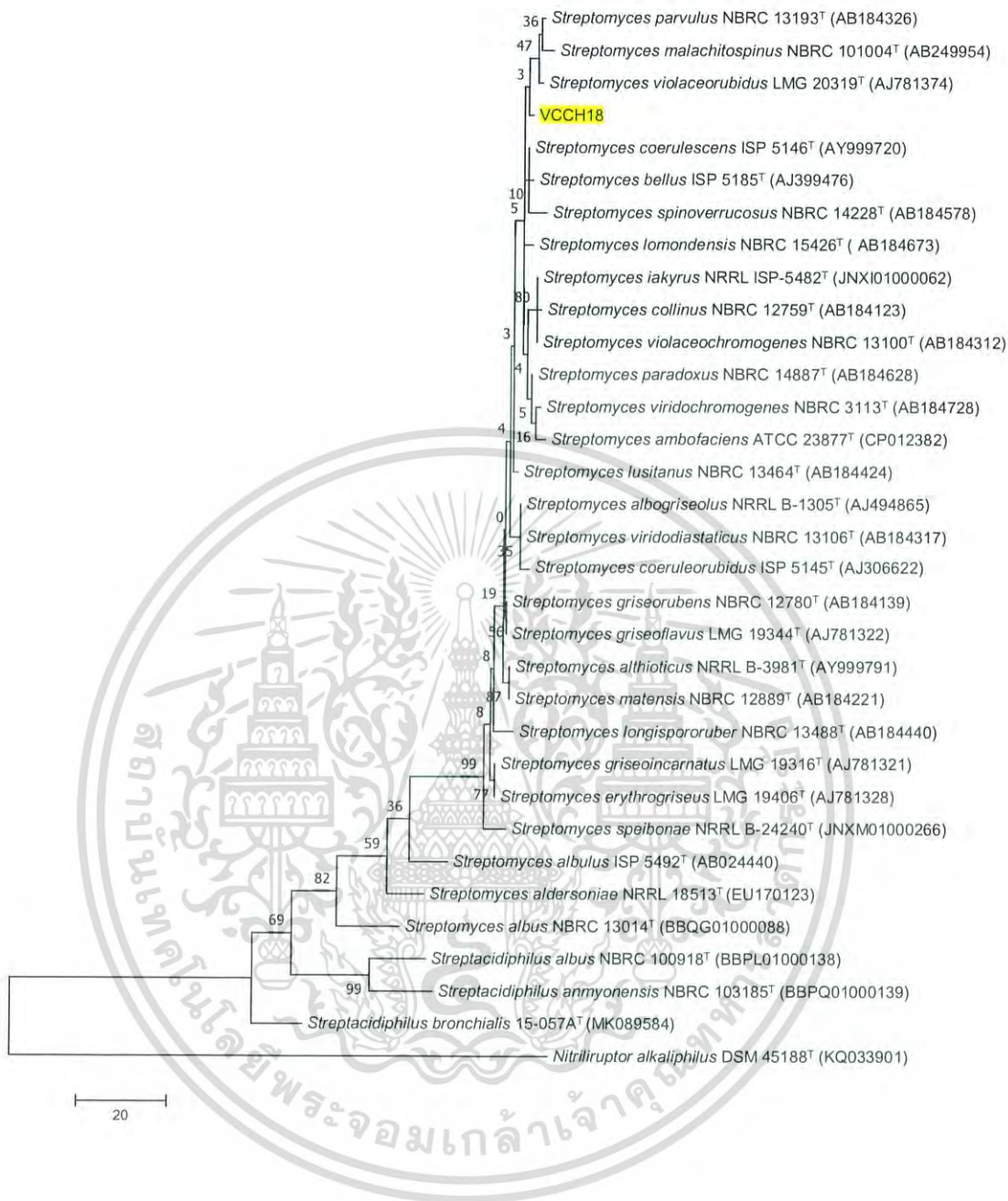
AGTTTGATTCTGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGCTGA
 ACCGGTTTTCGGCCGGGGATGAGTGGCGAACGGGTGAGTAACACGTGGGTAATCTGCCCTGTAC
 TCTGGGATAAGCCTGGGAAACTGGGTCTAATACCGGATACGACCGTTACAGGCATCTGTGGTGG
 TGGAAAGTTCCGGCGGTATGGGATGAACCCGCGCCTATCAGCTTGTTGGTGGGGTAATGGCCT
 ACCAAGGCGACGACGGGTAGCCGGCCTGAGAGGGTGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGG
 CCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGC
 GACGCCGCGTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCGCCAGGGACGAAGCGCAA
 GTGACGGTACCTGGATAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGG
 GTGCGAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTTGTGCGTCCGGCTGT
 GAAATCTGGAGGCTTAACCTTCAGCGTGCAGTCGATACGGGCAGACTTGAGTTCGGCAGGGGA
 GACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGG
 CGGGTCTCTGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATA
 CCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGGCGCTAGGTGTGGGCGACATTCCACGTTGTCCGTGC
 CGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAA
 TTGACGGGGGCCCGACAAGCGGCGGAGCATGTGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTT
 ACCTGGGCTTGACATGCGCCAGACATCCCCAGAGATGGGGCTTCCCTTGTGGTTGGTGTACAGG
 TGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAAC
 CCTTATCCTACGTTGCCAGCGCGTCATGGCGGGGACTCGTGGGAGACTGCCGGGGTCAACTCG
 GAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCAGGGCTTCACACATGCTACA
 ATGGCTGGTACAGAGGGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCCCTTAAAGCCGGTCTCAGT
 TCGGATCGCAGTCTGCAACTCGACTGCGTGAAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAAC
 GCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCCGTACGTCATGAAAGTCGGTAACA
 CCCGAAGCCCATGGCCCAACCCGCAAGGGAGGGAGTGGTCTGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGA
 CGAAGTCGTAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGCGGCTG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



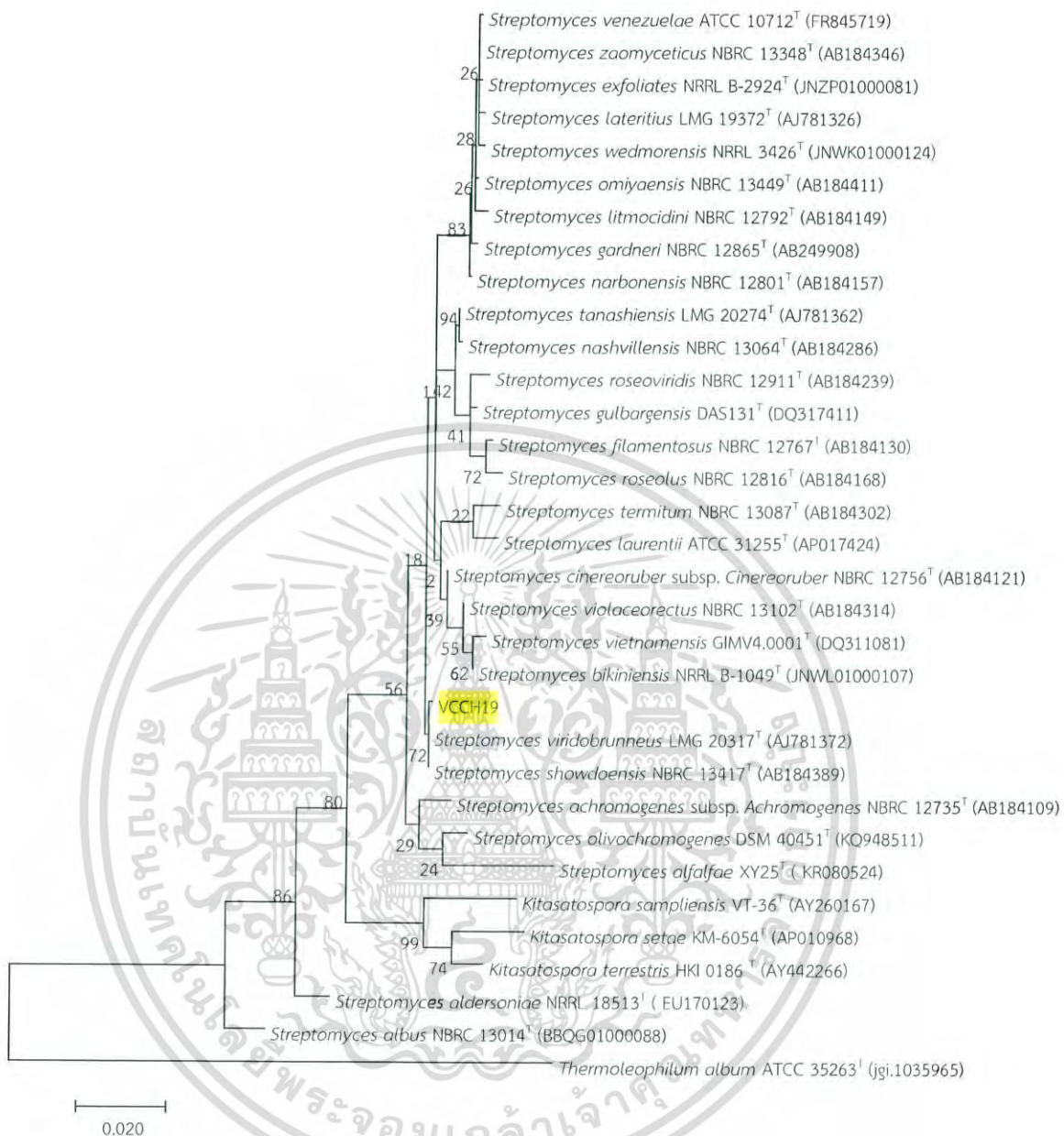
แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCCH18 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum likelihood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



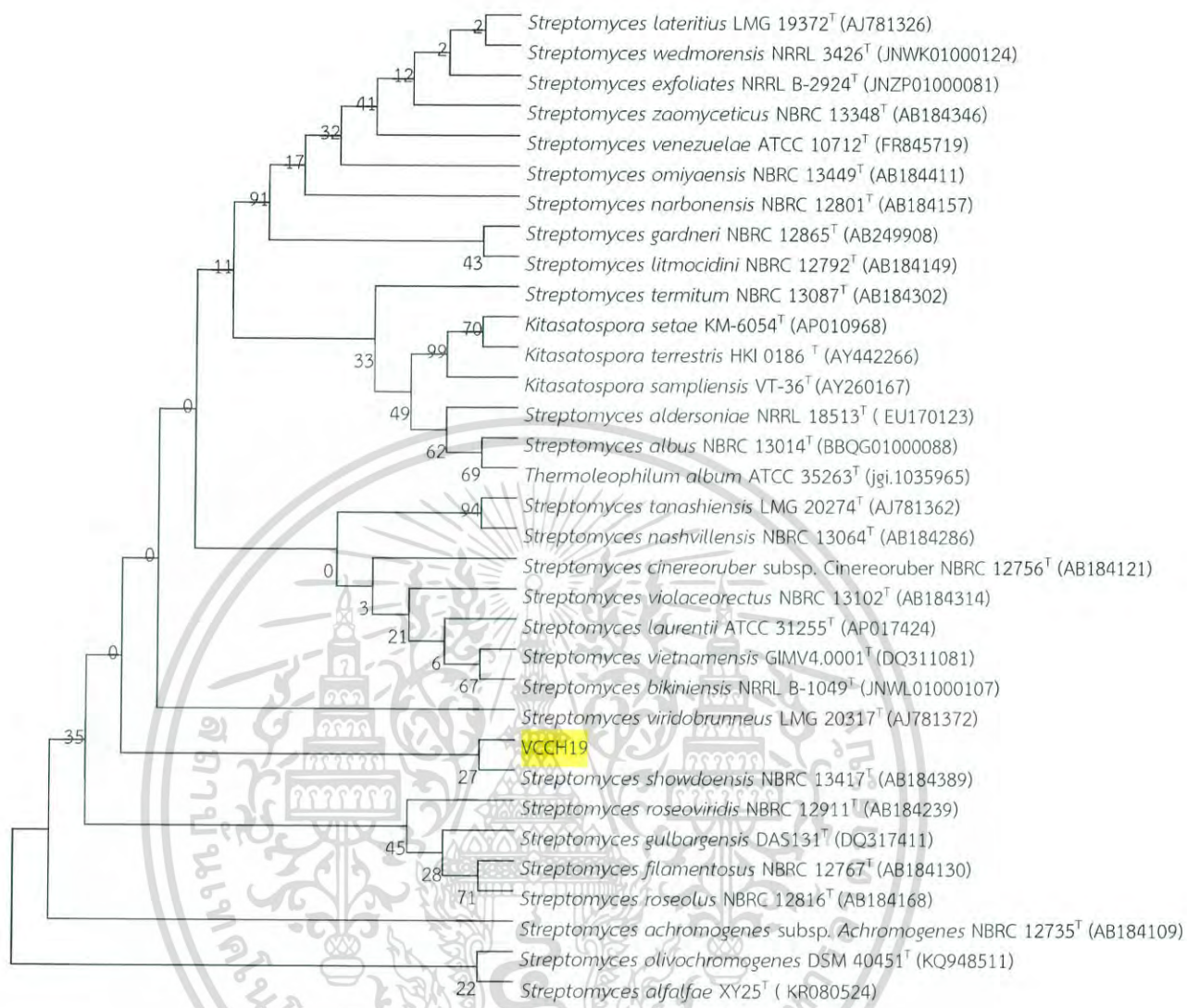
แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCCH18 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum parsimony

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



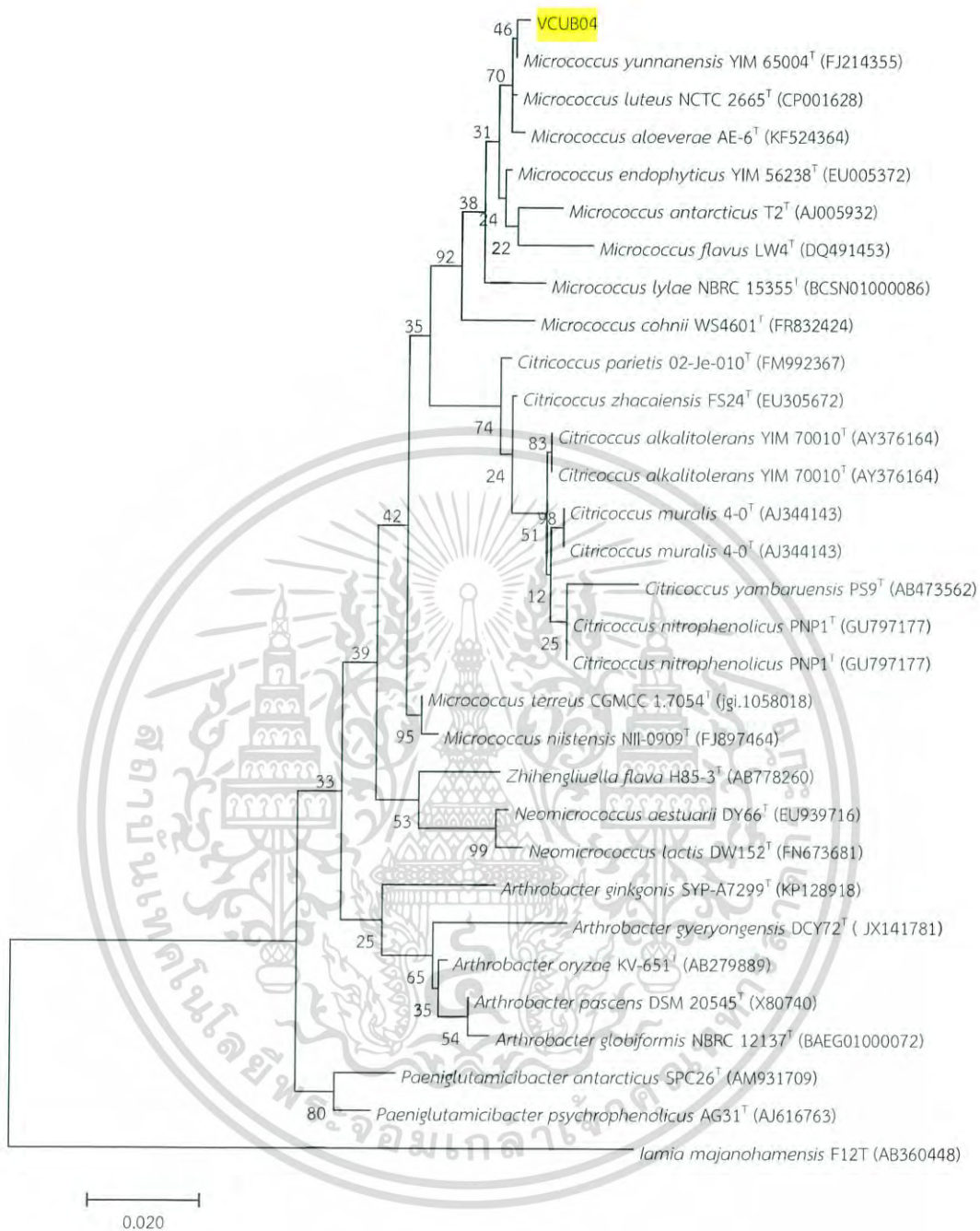
แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCCH19 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum likelihood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCCH19 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum parsimony

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



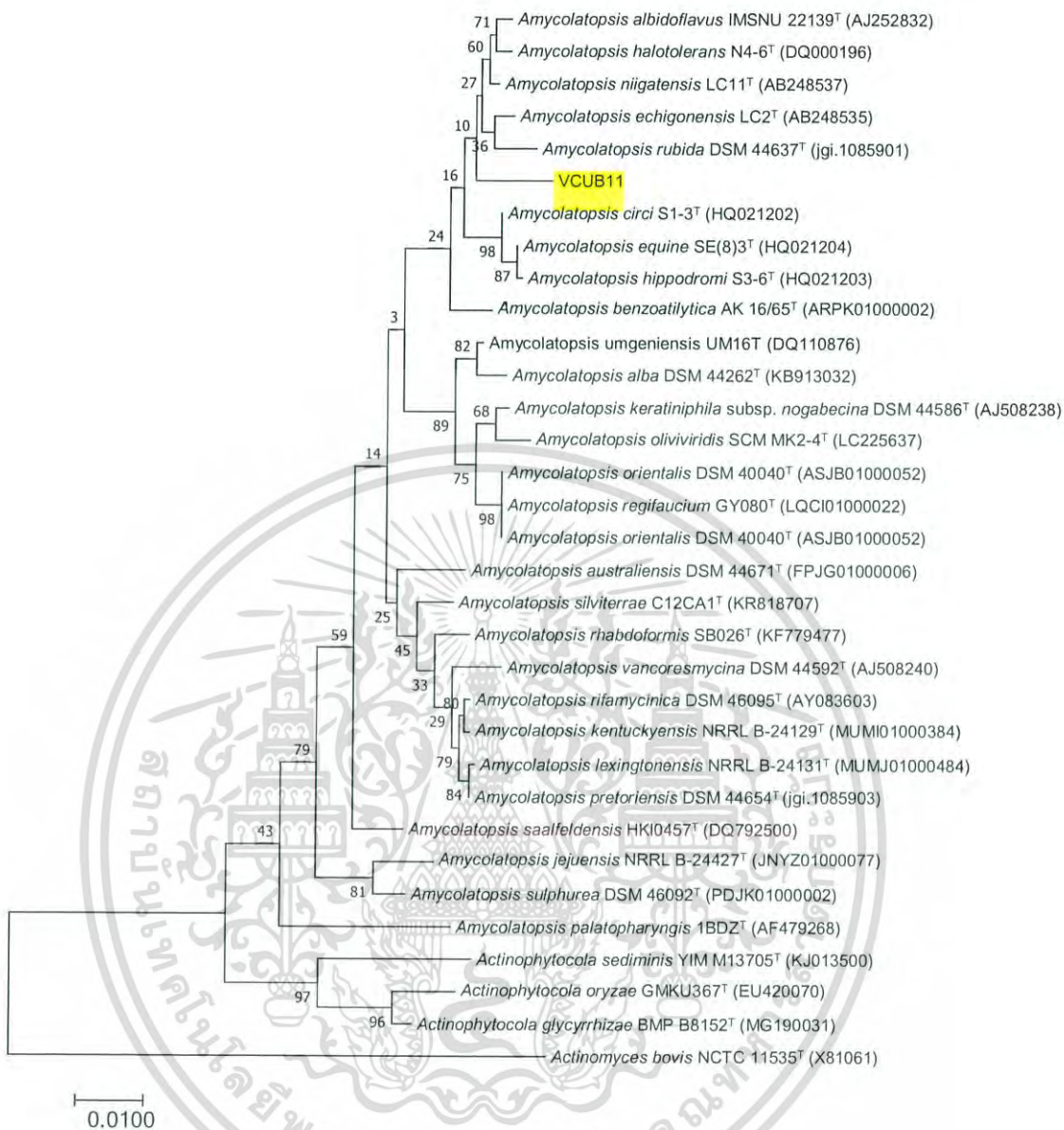
แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB04 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum likelihood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



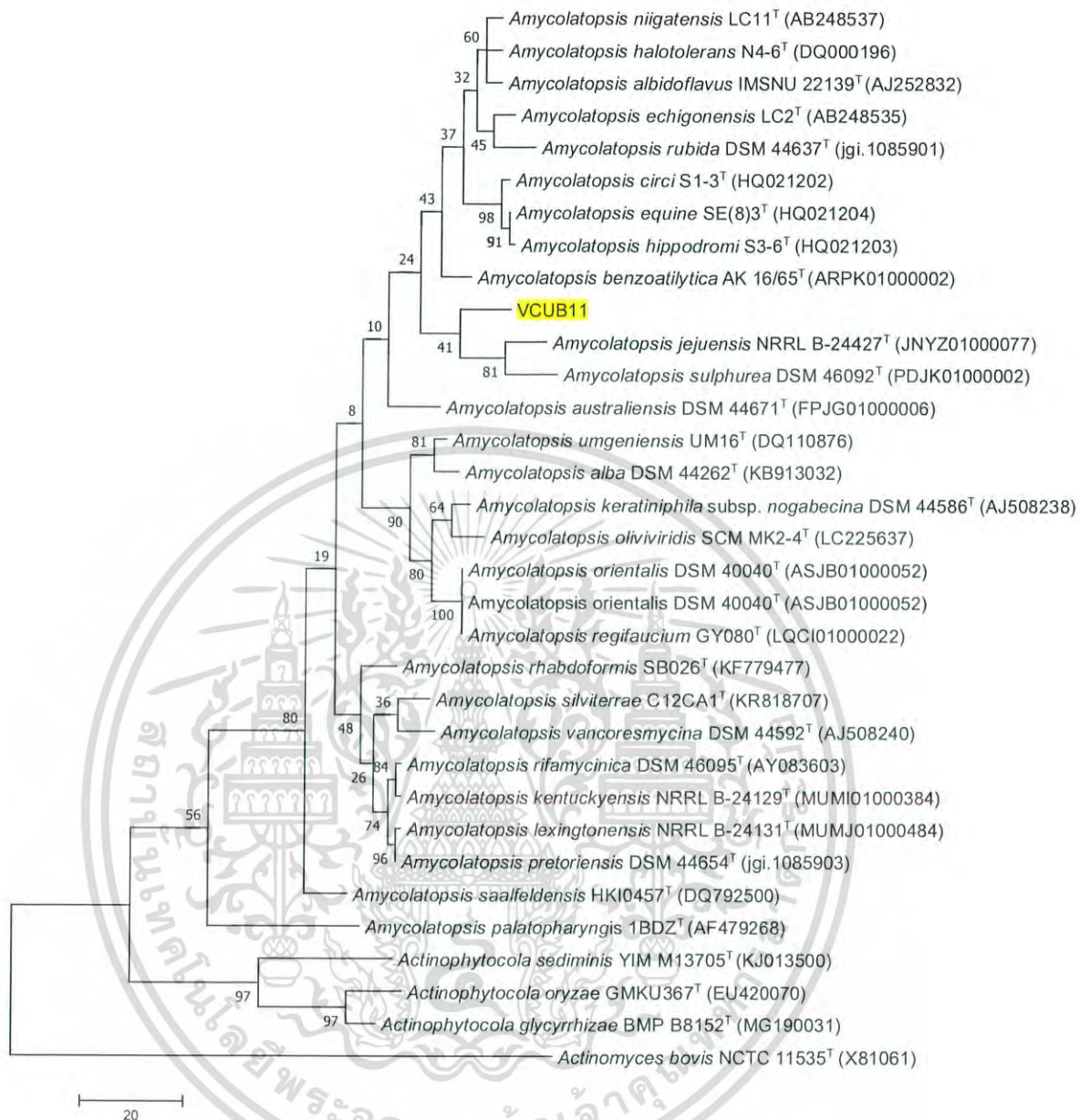
แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB04 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum parsimony

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB11 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum likelihood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



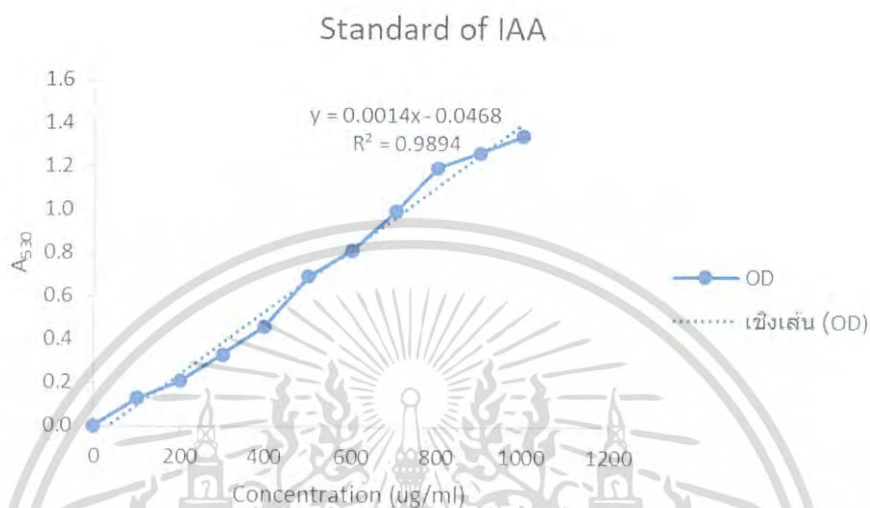
แสดงตำแหน่งของไอโซเลต VCUB11 บน Phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum parsimony

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

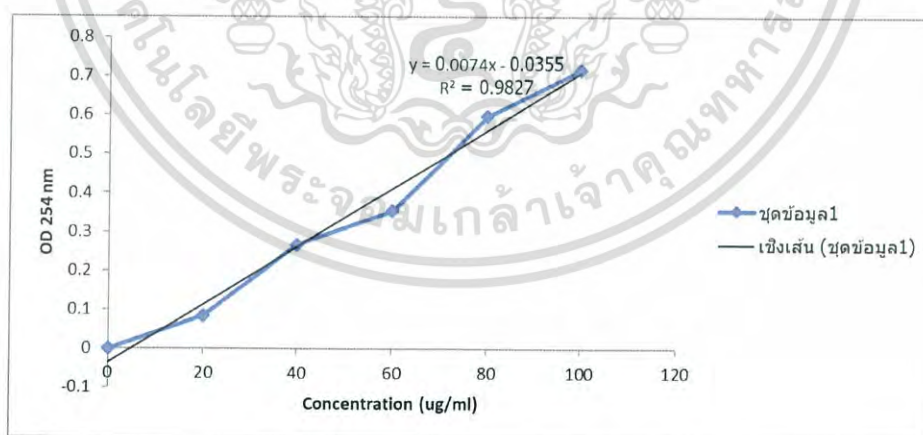
ภาคผนวก จ

กราฟมาตรฐานและตารางแสดงผลการทดสอบ

กราฟมาตรฐานของกรดอินโดล-3-อะซีติก (IAA)



กราฟมาตรฐานของจิบเบอเรลลิน (GA)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิติค (IAA) ที่เลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 ที่มี
2mg/ml L-tryptophan

isolated	A530 New	A530 Blank	OD - blank	AVEREGE	conc. (ug/ml)	ave.conc. (ug/ml)
VCCH05	0.563	0.352	0.211	0.213333333	184.1428571	185.8095238
	0.567	0.355	0.212		184.8571429	
	0.561	0.344	0.217		188.4285714	
VCCH10	0.787	0.223	0.564	0.562666667	436.2857143	435.3333333
	0.756	0.246	0.51		397.7142857	
	0.838	0.224	0.614		472	
VCCH15	0.607	0.259	0.348	0.341333333	282	277.2380952
	0.588	0.255	0.333		271.2857143	
	0.604	0.261	0.343		278.4285714	
VCCH16	0.415	0.159	0.256	0.254	216.2857143	214.8571429
	0.409	0.155	0.254		214.8571429	
	0.412	0.16	0.252		213.4285714	
VCCH18	0.275	0.139	0.136	0.137333333	130.5714286	131.5238095
	0.27	0.14	0.13		126.2857143	
	0.281	0.135	0.146		137.7142857	
VCCH19	1.221	0.313	0.908	0.969666667	682	726.047619
	1.414	0.305	1.109		825.5714286	
	1.198	0.306	0.892		670.5714286	
VCCH20	0.406	0.186	0.22	0.220333333	190.5714286	190.8095238
	0.403	0.188	0.215		187	
	0.409	0.183	0.226		194.8571429	
VCCB02	1.068	0.254	0.814	0.808	614.8571429	610.5714286
	1.059	0.255	0.804		607.7142857	
	1.065	0.259	0.806		609.1428571	
VCCB03	0.323	0.154	0.169	0.167333333	154.1428571	152.952381
	0.32	0.155	0.165		151.2857143	
	0.327	0.159	0.168		153.4285714	
VCCB04	0.834	0.272	0.562	0.559666667	434.8571429	433.1904762
	0.829	0.277	0.552		427.7142857	
	0.84	0.275	0.565		437	
VCNB02	0.317	0.098	0.219	0.22	189.8571429	190.5714286
	0.315	0.099	0.216		187.7142857	
	0.32	0.095	0.225		194.1428571	
VCNB03	0.733	0.387	0.346	0.346333333	280.5714286	280.8095238
	0.735	0.388	0.347		281.2857143	
	0.738	0.392	0.346		280.5714286	
VCNB04	0.469	0.288	0.181	0.182	162.7142857	163.4285714
	0.47	0.287	0.183		164.1428571	
	0.465	0.283	0.182		163.4285714	
VCNB05	0.624	0.149	0.475	0.327	372.7142857	267
	0.539	0.437	0.102		106.2857143	
	0.545	0.141	0.404		322	
VCNB06	0.455	0.173	0.282	0.276	234.8571429	230.5714286
	0.453	0.177	0.276		230.5714286	
	0.449	0.179	0.27		226.2857143	
VCNP01	1.029	0.375	0.654	0.65	500.5714286	497.7142857
	1.03	0.377	0.653		499.8571429	
	1.024	0.381	0.643		492.7142857	
VCNP02	0.464	0.188	0.276	0.285	230.5714286	237
	0.531	0.21	0.321		262.7142857	
	0.471	0.213	0.258		217.7142857	
VCNP03	0.21	0.148	0.062	0.066333333	77.71428571	80.80952381
	0.215	0.152	0.063		78.42857143	
	0.218	0.144	0.074		86.28571429	
VCNP05	0.214	0.199	0.015	0.0135	44.14285714	46.28571429
	0.215	0.189	0.026		52	
	0.217	0.204	0.013		42.71428571	
VCNP07	0.338	0.159	0.179	0.201333333	161.2857143	177.2380952
	0.368	0.16	0.208		182	
	0.369	0.152	0.217		188.4285714	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกกฎหมายแพ่งและอาญาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิดิก (IAA) ที่เลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 ที่มี 2mg/ml L-tryptophan (ต่อ)

isolated	A530 New	A530 Blank	OD - blank	AVEREGE	conc. (ug/ml)	ave.conc. (ug/ml)
VCNPO8	0.303	0.162	0.141	0.138333333	134.1428571	132.2380952
	0.309	0.165	0.144		136.2857143	
	0.299	0.169	0.13		126.2857143	
VCUB03	0.338	0.157	0.181	0.175666667	162.7142857	158.9047619
	0.333	0.152	0.181		162.7142857	
	0.329	0.164	0.165		151.2857143	
VCUB04	0.442	0.2	0.242	0.238333333	206.2857143	203.6666667
	0.444	0.211	0.233		199.8571429	
	0.449	0.209	0.24		204.8571429	
VCUB07	0.313	0.154	0.159	0.191666667	147	170.3333333
	0.314	0.113	0.201		177	
	0.315	0.1	0.215		187	
VCUB10	0.88	0.193	0.687	0.687666667	524.1428571	524.6190476
	0.885	0.199	0.686		523.4285714	
	0.877	0.187	0.69		526.2857143	
VCUB11	1.325	0.75	0.575	0.869333333	444.1428571	654.3809524
	1.776	0.725	1.051		784.1428571	
	1.73	0.748	0.982		734.8571429	
VCUB14	1.009	0.737	0.272	0.271333333	227.7142857	227.2380952
	1.003	0.733	0.27		226.2857143	
	1.013	0.741	0.272		227.7142857	
BFNB01	0.408	0.202	0.206	0.243	180.5714286	207
	0.438	0.191	0.247		209.8571429	
	0.478	0.202	0.276		230.5714286	
BFNPO1	0.392	0.303	0.089	0.087666667	97	96.04761905
	0.388	0.304	0.084		93.42857143	
	0.396	0.306	0.09		97.71428571	
BFNPO2	0.194	0.146	0.048	0.047	67.71428571	67
	0.194	0.143	0.051		69.85714286	
	0.194	0.152	0.042		63.42857143	
BFNPO3	0.793	0.185	0.608	0.425	467.7142857	337
	0.561	0.198	0.363		292.7142857	
	0.515	0.211	0.304		250.5714286	
BFNPO4	0.359	0.098	0.261	0.263666667	219.8571429	221.7619048
	0.359	0.099	0.26		219.1428571	
	0.359	0.089	0.27		226.2857143	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดสอบการสร้างกรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA) ที่เลี้ยงในอาหารเหลว 20% Soil extract ที่มี 2mg/ml L-tryptophan

isolated	A530 New	A530 Blank	OD - blank	AVEREGE	conc. (ug/ml)	ave.conc. (ug/ml)
VCCH05	0.547	0.203	0.344	0.362666667	279.1428571	292.4761905
	0.603	0.209	0.394		314.8571429	
	0.557	0.207	0.35		283.4285714	
VCCH10	0.395	0.151	0.244	0.240333333	207.7142857	205.0952381
	0.382	0.146	0.236		202	
	0.389	0.148	0.241		205.5714286	
VCCH15	0.235	0.178	0.057	0.089	74.14285714	97
	0.267	0.167	0.1		104.8571429	
	0.309	0.199	0.11		112	
VCCH16	0.82	0.224	0.596	0.609666667	459.1428571	468.9047619
	0.842	0.223	0.619		475.5714286	
	0.835	0.221	0.614		472	
VCCH18	0.615	0.215	0.4	0.431333333	319.1428571	341.5238095
	0.696	0.23	0.466		366.2857143	
	0.653	0.225	0.428		339.1428571	
VCCH19	0.632	0.217	0.415	0.419666667	329.8571429	333.1904762
	0.664	0.239	0.425		337	
	0.653	0.234	0.419		332.7142857	
VCCH20	0.323	0.135	0.188	0.185666667	167.7142857	166.047619
	0.321	0.138	0.183		164.1428571	
	0.319	0.133	0.186		166.2857143	
VCCB02	0.418	0.133	0.285	0.256	237	216.2857143
	0.379	0.147	0.232		199.1428571	
	0.396	0.145	0.251		212.7142857	
VCCB03	0.336	0.173	0.163	0.177333333	149.8571429	160.0952381
	0.349	0.168	0.181		162.7142857	
	0.345	0.157	0.188		167.7142857	
VCCB04	0.495	0.149	0.346	0.376333333	280.5714286	302.2380952
	0.545	0.142	0.403		321.2857143	
	0.527	0.147	0.38		304.8571429	
VCNB02	0.429	0.133	0.296	0.285333333	244.8571429	237.2380952
	0.427	0.149	0.278		232	
	0.425	0.143	0.282		234.8571429	
VCNB03	0.526	0.152	0.374	0.353333333	300.5714286	285.8095238
	0.455	0.145	0.31		254.8571429	
	0.518	0.142	0.376		302	
VCNB04	0.536	0.254	0.282	0.257333333	284.8571429	217.2380952
	0.606	0.334	0.272		227.7142857	
	0.527	0.309	0.218		189.1428571	
VCNB05	0.437	0.199	0.238	0.221333333	203.4285714	191.5238095
	0.396	0.198	0.198		174.8571429	
	0.425	0.197	0.228		196.2857143	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดสอบการสร้างจิบเบอเรลลิน (GA) ที่เลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 ที่มี 2mg/ml L-tryptophan

isolated	OD 254 SAM	conc. (ug/ml)
VCCH05	2.372	37.90540541
	0.245	
	-0.009	
VCCH10	2.159	28.58108108
	0.176	
	-0.089	
VCCH15	2.757	44.12162162
	0.291	
	0.013	
VCCH16	1.571	48.17567568
	0.321	
	0.228	
VCCH18	2.615	32.09459459
	0.202	
	-0.097	
VCCH19	3.451	48.98648649
	0.327	
	0.056	
VCCH20	0.981	18.31081081
	0.1	
	-0.116	
VCCB02	3.688	89.25675676
	0.625	
	0.039	
VCCB03	2	13.44594595
	0.064	
	-0.102	
VCCB04	2.89	41.68918919
	0.273	
	-0.067	
VCNB02	0.928	6.418918919
	0.012	
	-0.104	
VCNB03	3.267	50.33783784
	0.337	
	0.028	
VCNB04	2.057	35.33783784
	0.226	
	0.037	
VCNB05	3.776	76.14864865
	0.528	
	0.044	
VCNB06	3.451	58.85135135
	0.4	
	0.032	
VCNP01	3.584	60.06756757
	0.409	
	0.031	
VCNP02	0.539	77.63513514
	-0.19	
	-0.083	
VCNP03	3.554	56.01351351
	0.379	
	0.03	
VCNP05	1.637	88.85135135
	0.622	
	0.357	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดสอบการสร้างจิบเบอเรลลิน (GA) ที่เลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 ที่มี 2mg/ml L-tryptophan (ต่อ)

isolated	OD 254 SAM	conc. (ug/ml)
VCNP07	2.275	44.12162162
	0.291	
	0.025	
VCNP08	2.585	36.82432432
	0.237	
	0.005	
VCUB03	3.525	59.12162162
	0.402	
	0.06	
VCUB04	2.467	33.04054054
	0.209	
	0.029	
VCUB07	3.496	60.47297297
	0.412	
	0.064	
VCUB04	2.467	33.04054054
	0.209	
	0.029	
VCUB07	3.496	60.47297297
	0.412	
	0.064	
VCUB10	1.647	29.52702703
	0.183	
	0.027	
VCUB11	2.199	36.14864865
	0.232	
	0.004	
VCUB14	2.714	38.71621622
	0.251	
	0.035	
BFNB01	4	79.7972973
	0.555	
	0.047	
BFNP01	3.617	60.06756757
	0.409	
	0.03	
BFNP02	1.883	29.25675676
	0.181	
	0.012	
BFNP03	2.38	46.41891892
	0.308	
	0.024	
BFNP04	1.909	34.39189189
	0.219	
	0.017	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

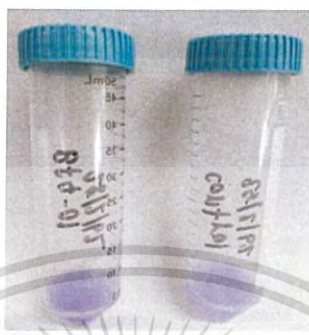
ภาคผนวก ฉ

รูปแสดงผลการทดสอบการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

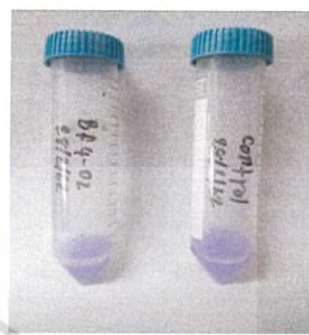
การละลายฟอสเฟต (Phosphate solubilizing) (ที่การเจริญ 14 วัน)



BFN01



BFN01



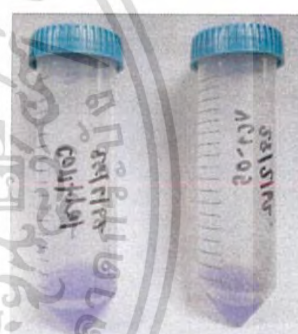
BFN02



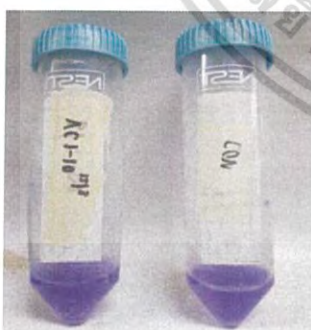
BFN03



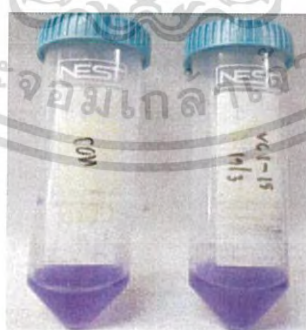
BFN04



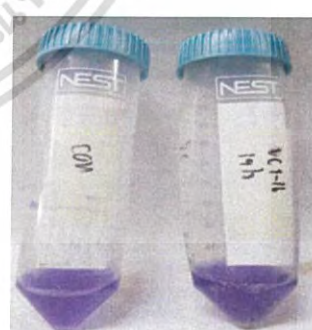
VCCH05



VCCH10



VCCH15

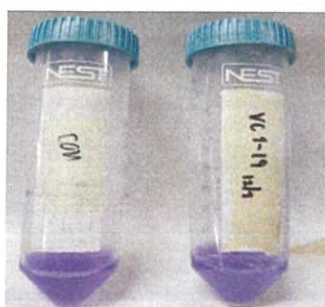


VCCH16

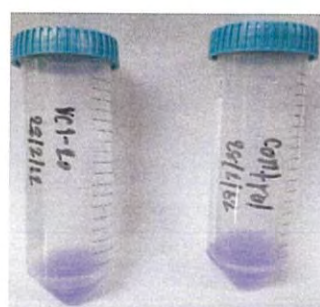
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



VCCH18



VCCH19



VCCH20



VCCB02



VCCB03



VCCB04



VCNB02

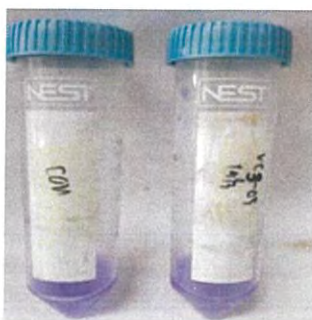


VCNB03



VCNB04

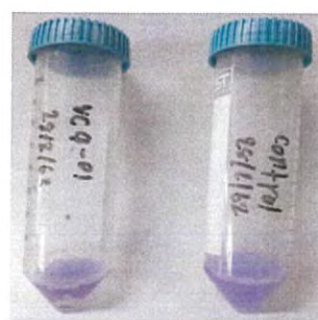
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



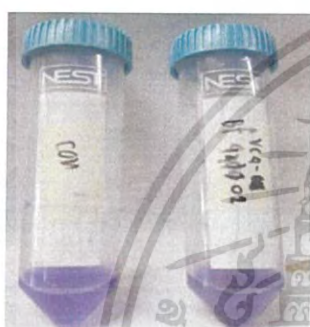
VCNB05



VCNB06



VCNP01



VCNP02



VCNP03



VCNP05



VCNP07

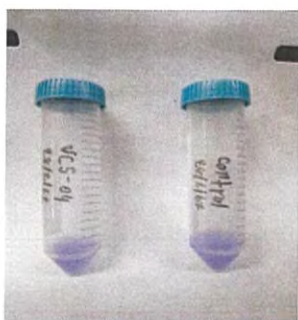


VCNP08



VCUB03

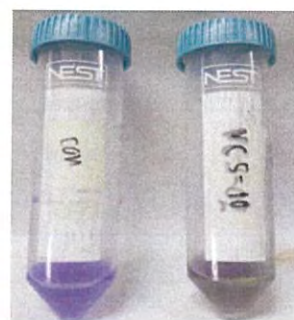
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



VCUB04



VCUB07



VCUB10



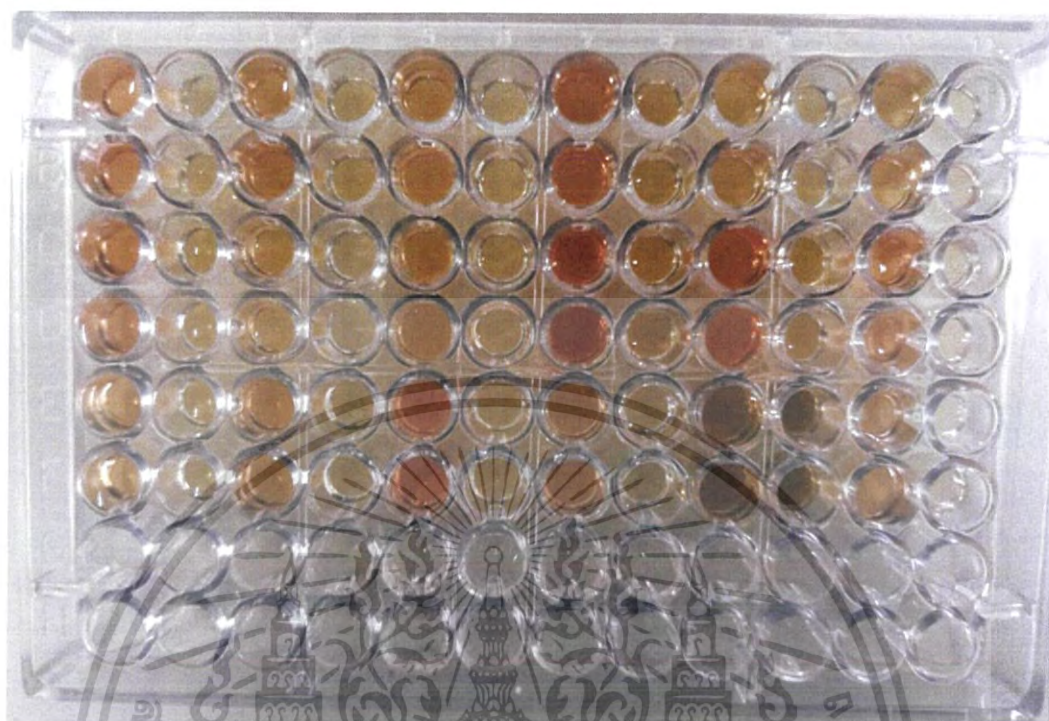
VCUB11



VCUB14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบกรดอินโดล-3-อะซิติก



เมื่อหยด Sakowski' reagent เป็นเวลา 15 นาที

ผลการทดสอบไซเดอโรฟอร์



เมื่อเท Chrome azurol S ทับเป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเปลี่ยนรหัสไอโซเลต

รหัสเดิม

VC1-05

BF3-01

VC = Vermicompost คือ ไอโซเลตที่คัดแยกได้จากปุ๋ยมูลไส้เดือน

BF = Biofertilizer คือ ไอโซเลตที่คัดแยกได้จากน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน

1 = สถานที่เก็บตัวอย่างจากดินดีฟาร์มไส้เดือน จังหวัดชลบุรี

2 = สถานที่เก็บตัวอย่างจากมณีจันทร์การเกษตร จังหวัดจันทบุรี

3 = สถานที่เก็บตัวอย่างจากฟาร์มไส้เดือนสิรินนท์ จังหวัดนนทบุรี

4 = สถานที่เก็บตัวอย่างจากฟาร์มไส้เดือนรักซ์โลก จังหวัดนครปฐม

5 = สถานที่เก็บตัวอย่างจากทีทีฟาร์ม จังหวัดอุบลราชธานี

01 = ไอโซเลตที่ 1

03 = ไอโซเลตที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสใหม่

VCCH05 BFN01

- VC = Vermicompost คือ ไส้เดือนที่คัดแยกได้จากปุ๋ยมูลไส้เดือน
- BF = Biofertilizer คือ ไส้เดือนที่คัดแยกได้จากน้ำหมักปุ๋ยมูลไส้เดือน
- CH = สถานที่เก็บตัวอย่างจากดินดีฟาร์มไส้เดือน จังหวัดชลบุรี (Chonburi)
- CB = สถานที่เก็บตัวอย่างจากมณีจันทร์การเกษตร จังหวัดจันทบุรี (Chanthaburi)
- NB = สถานที่เก็บตัวอย่างจากฟาร์มไส้เดือนสิรินนที จังหวัดนนทบุรี (Nonthaburi)
- NP = สถานที่เก็บตัวอย่างจากฟาร์มไส้เดือนรักษ์โลก จังหวัดนครปฐม (Nakornpathom)
- UB = สถานที่เก็บตัวอย่างจากฟาร์ม จังหวัดอุบลราชธานี (Ubonrachathani)
- 01 = ไส้เดือนที่ 1
- 03 = ไส้เดือนที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้