

อนุกรมวิธาน ฤทธิ์ทางชีวภาพ และความหลากหลายของยีน
ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบโพลีคีโตนชนิดที่ 1
ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยซีทที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงของไทย

TAXONOMY, BIOLOGICAL ACTIVITIES AND DIVERSITY OF TYPE I
POLYKETIDE SYNTHASE GENES OF ENDOPHYTIC ACTINOMYCETES
ISOLATED FROM THAI ZINGIBERACEOUS PLANTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-SC-D-020-021

อนุกรมวิธาน ฤทธิ์ทางชีวภาพ และความหลากหลายของยีน
ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบโพลีคีไทด์ชนิดที่ 1
ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงของไทย

TAXONOMY, BIOLOGICAL ACTIVITIES AND DIVERSITY OF TYPE I
POLYKETIDE SYNTHASE GENES OF ENDOPHYTIC ACTINOMYCETES
ISOLATED FROM THAI ZINGIBERACEOUS PLANTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KMITL-2018-SC-D-020-021
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAXONOMY, BIOLOGICAL ACTIVITIES AND DIVERSITY OF TYPE I
POLYKETIDE SYNTHASE GENES OF ENDOPHYTIC ACTINOMYCETES
ISOLATED FROM THAI ZINGIBERACEOUS PLANTS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY IN BIOTECHNOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KMITL-2018-SC-D-020-021
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

“อนุกรมวิธาน ฤทธิ์ทางชีวภาพ และความหลากหลายของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบโพลีคีไทด์ชนิดที่ 1 ของเอนโดไฟติกแอคตินอมัยซีที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงของไทย”
(TAXONOMY, BIOLOGICAL ACTIVITIES AND DIVERSITY OF TYPE I POLYKETIDE SYNTHASE GENES OF ENDOPHYTIC ACTINOMYCETES ISOLATED FROM THAI ZINGIBERACEOUS PLANTS)

นักศึกษา

นางสาวนันทวัน เนียมหอม

รหัสประจำตัว

55650402

ปริญญา

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชา

เทคโนโลยีชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.ชนิกุล ชูตระกูล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ศ.ดร.สมบุญ ธนาศุภวัฒน์ ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการ	
ผศ.ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ กรรมการ	
ผศ.ดร.โชคชัย กิตติวงศ์วัฒนา กรรมการ	
ดร.ชนิกุล ชูตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	
รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	

วัน/ เดือน/ ปี ที่สอบ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2561 เวลา 13.00-16.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง 439 อาคารจุฬารามวลัยลักษณ์ 1

คณะวิทยาศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล แจ่มชัด)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
วันที่ 9 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561



หัวข้อวิทยานิพนธ์

อนุกรมวิธาน ฤทธิ์ทางชีวภาพ และความหลากหลายของยีน
ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบโพลีคีโตนชนิดที่ 1 ของ
เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงของไทย

ชื่อนักศึกษา

นางสาวนันทวัน เนียมหอม

รหัสประจำตัว

55650402

ปริญญา

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชา

ชีววิทยา

พ.ศ.

2561

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติ ท่าไผ่

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.ชนิกุล ชูตระกูล

บทคัดย่อ

การพิสูจน์เอกลักษณ์ของแอกติโนมัยสียที่เกี่ยวข้องกับพืชมีเพิ่มมากขึ้นรวมถึงบทบาทของ
แอกติโนมัยสียเหล่านี้ที่มีผลกระทบต่อในทางการแพทย์ หนึ่งในสารเมแทบอไลต์ที่สำคัญที่สร้างจาก
เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีย คือ สารประกอบโพลีคีโตนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเป็นยาปฏิชีวนะ
สารประกอบโพลีคีโตนเหล่านี้มีชีวสังเคราะห์มาจากเอนไซม์โพลีคีโตนซินเทสชนิดที่ 1 ซึ่งถอดรหัสมา
จากยีนโพลีคีโตนซินเทสชนิดที่ 1 ดังนั้นการศึกษานี้มุ่งเน้นการคัดกรองเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่มี
ศักยภาพในการผลิตสารโพลีคีโตนที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพด้วยการคัดกรองยีนโพลีคีโตนซินเทสชนิดที่ 1
(PKS I) การศึกษาในครั้งนี้สามารถแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียจำนวน 109 ไอโซเลตได้จากใบ
ลำต้น เหง้า และราก ของพืชวงศ์ขิงที่ผ่านการฆ่าเชื้อซึ่งเก็บได้จากหลายพื้นที่ในประเทศไทย
จากการศึกษาลักษณะทางพีโนไทป์และการวิเคราะห์ 16S rRNA gene sequence พบว่าจัดอยู่ใน
สกุล *Streptomyces* (53 ไอโซเลต) *Microbispora* (17 ไอโซเลต) *Micromonospora* (12 ไอโซ
เลต) *Jishengella* (7 ไอโซเลต) *Nonomuraea* (5 ไอโซเลต) *Actinomadura* (3 ไอโซเลต)
Jiangella (2 ไอโซเลต) *Sphaerisporangium* (2 ไอโซเลต) *Streptosporangium* (2 ไอโซเลต)
Asanoa (1 ไอโซเลต) *Dactylosporangium* (1 ไอโซเลต) *Kutzneria* (1 ไอโซเลต)
Phytohabitans (1 ไอโซเลต) *Planotetraspora* (1 ไอโซเลต) และ *Saccharopolyspora* (1 ไอโซ
เลต) จากการศึกษาอนุกรมวิธานแบบพอลิฟาสิก (polyphasic taxonomy) พบว่าไอโซเลต BR3-1
KK1-3 และ SC1-1 เป็นแอกติโนมัยสียสายพันธุ์ใหม่และให้ชื่อว่า *Asanoa endophytica*
Phytohabitans kaempferiae และ *Nonomuraea atahianthi* ตามลำดับ จากการทดสอบฤทธิ์
ต้านเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบในชั้นเอทิลอะซิเตทที่สกัดได้จากเชื้อหูกไอโซเลต พบว่าจำนวน
ร้อยละ 25 (27 ไอโซเลต) มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ทดสอบอย่างน้อยหนึ่งชนิด ผลการเพิ่มจำนวนยีนจาก
จีโนมิกส์ดีเอ็นเอของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่แยกได้ทั้งหมด มีมากกว่าครึ่งหนึ่ง (จำนวน 61
ไอโซเลต หรือร้อยละ 56) ที่พบว่ามียีนโพลีคีโตนซินเทสชนิดที่ 1 ผลการคัดกรองด้วยยีนแสดงให้เห็น
ว่าเชื้อจำนวนมากมีโอกาที่จะสร้างสารโพลีคีโตนได้ ผลการศึกษาความหลากหลายของยีนโพลีคีโตน
ซินเทสชนิดที่ 1 ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียในสกุล *Streptomyces* ที่แยกได้จาก *Alpinia*

เอกสารนี้ *galanga* พบว่ามียีนที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับยีนสร้างสารปฏิชีวนะที่ปรากฏในฐานข้อมูลซึ่งคาด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าผลิตสารโพลีคีไทด์ ซึ่งได้แก่ meridamycin nigericin rapamycin azalomycin herbimycin และ geldanamycin อย่างไรก็ตามจำนวนยีนมากกว่าครึ่งที่ได้จาก *Escherichia coli* 27 โคลน เป็นยีนที่พบว่าไม่มีความใกล้เคียงกับยีนใดในฐานข้อมูล ดังนั้นจากผลการศึกษาสรุปได้ว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงของไทยมีความหลากหลายสูงและมีศักยภาพในการผลิตสารในกลุ่มโพลีคีไทด์ชนิดใหม่ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ

คำสำคัญ : พืชวงศ์ขิง ยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 ฤทธิ์ทางชีวภาพ อนุกรมวิธาน เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Taxonomy, biological activities and diversity of type I polyketide synthase genes of endophytic actinomycetes isolated from Thai zingiberaceous plants
Student Name	Miss Nantawan Niemhom
Student ID	55650402
Degree	Doctor of Philosophy (Biotechnology)
Department	Biology
Year	2018
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Chitti Thawai
Thesis Co-advisor	Dr. Chanikul Chutrakul

Abstract

Identification of plant associated actinomycetes has been substantially increased and their impacts on medical applications have been addressed. One of significant metabolites produced from endophytic actinomycetes is polyketides. Many of active polyketides are recognized as antibiotics which are bio-synthesized by type I polyketide synthase (PKS I). The enzyme is encoded by PKS I gene. Therefore, this study emphasised on screening of endophytic actinomycetes which were potential to produce active polyketides through the existence of PKS I genes. One hundred and nine strains of endophytic actinomycetes were isolated from sterilized healthy leaf, stem, rhizome and root of plants in the family *Zingiberaceae* collected from several areas in Thailand. Based on phenotypic characteristics and 16S rRNA gene sequence analysis, these strains were identified as *Streptomyces* (53 isolates), *Microbispora* (17 isolates), *Micromonospora* (12 isolates), *Jishengella* (7 isolates), *Nonomuraea* (5 isolates), *Actinomadura* (3 isolates), *Jiangella* (2 isolates), *Sphaerisporangium* (2 isolates), *Streptosporangium* (2 isolates), *Asanoa* (1 isolate), *Dactylosporangium* (1 isolate), *Kutzneria* (1 isolate), *Phytohabitans* (1 isolate), *Planotetraspora* (1 isolate) and *Saccharopolyspora* (1 isolate). On the basis of polyphasic approach, strains BR3-1 KK1-3 and SC1-1 were proposed as novel species and named as *Asanoa endophytica*, *Phytohabitans kaempferiae* and *Nonomuraea stahlianthi*, respectively. Crude ethyl acetate extracts obtained from all strains were evaluated for antimicrobial activities. Of these, 25% (27 strains) were active against at least one of the test microorganisms. More than twice of bacterial isolates (61 strains, 56%) were found PKS I gene positive when using their genomic DNAs as templates. Genetic result indicated that many strains could be polyketide producers. Diversity of

PKS I genes of *Streptomyces* spp. isolated from *Alpinia galanga* was shown. Some of

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the genes were highly similar to polyketide antibiotic genes in database involved in nigericin, rapamycin, azalomycin, herbimycin and geldanamycin production. However, more than half of the *PKS I* genes obtained from 27 *Escherichia coli* clones were unknown. Our results concluded that endophytic actinomycetes isolated from Thai zingiberaceous plants are diverse and many of them have potential to produce novel bioactive polyketide substances.

Keywords : zingiberaceous plants, type I polyketide synthase (*PKS I*) gene, biological activities, taxonomy, endophytic actinomycetes



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.จิตติ ท่าไฉ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำปรึกษา มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ ดร.ชนิกุล ชูตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำปรึกษา โดยเฉพาะเรื่องสารประกอบโพลีคีโตนและยีนที่เกี่ยวข้อง ขอขอบพระคุณ ดร.ชาญวิทย์ สุริยฉัตรกุล ที่ให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านเทคนิคการทำวิจัย โดยเฉพาะทางด้านอนุกรมวิธาน ขอขอบพระคุณอาจารย์พรพิศ ศรีโบราณ ที่ช่วยเก็บตัวอย่างพืชและให้คำแนะนำเกี่ยวกับพืชวงศ์ขิง ขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการตรวจสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และห้องปฏิบัติการเก็บรวบรวมสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ รวมทั้งอาจารย์ และนักวิทยาศาสตร์ในภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ในคณะวิทยาศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำปรึกษา และให้การช่วยเหลืออย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้การเลี้ยงดู อบรม สั่งสอน และให้การศึกษา รวมทั้งคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณ ครู อาจารย์ ทุกๆ ท่าน ที่คอยอบรม สั่งสอน ให้ความรู้ จนทำให้ผู้เขียนมีความรู้ความสามารถจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (TGIST) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สัญญารับทุนเลขที่ TG-22-22-55-004D

นันทวัน เนียมหอม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะทั่วไปของแอกติโนมัยสีท	4
2.2 การกระจายของแอกติโนมัยสีท	5
2.3 การจัดจำแนกแอกติโนมัยสีท	7
2.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท	8
2.5 สารทุติยภูมิและการสังเคราะห์สารทุติยภูมิจากแอกติโนมัยสีท	14
2.6 พีชวงศ์ขิง	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	45
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	124
บรรณานุกรม	127
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก	138
ภาคผนวก ข	145
ภาคผนวก ค	152
ภาคผนวก ง	175
ภาคผนวก จ	199
ภาคผนวก ฉ	228
ภาคผนวก ช	236
ประวัติผู้เขียน	240

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	องค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์แอกติโนมัยสีท 9
2.2	รูปแบบชนิดของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ของแอกติโนมัยสีทซึ่งผนังเซลล์ประกอบด้วยกรดไคโอมิโนพิมิลิกแบบ <i>meso</i> 10
2.3	ชนิดของฟอสโฟลิปิดที่พบในแอกติโนมัยสีท 11
3.1	ตัวอย่างพืชวงศ์ขิงที่เก็บได้จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย 23
3.2	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ 41
4.1	เอนโดไฟติกแอกติโนมัยที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงชนิดต่างๆ..... 47
4.2	ค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ (%similarity)ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้กับสายพันธุ์อ้างอิง 50
4.3	ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้..... 84
4.4	ลักษณะความแตกต่างของสายพันธุ์ BR3-1 ^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Asanoa</i> 96
4.5	องค์ประกอบของกรดไขมันภายในเซลล์ของสายพันธุ์ BR3-1 ^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Asanoa</i> 97
4.6	ผลของ DNA-DNA hybridization ระหว่างสายพันธุ์ BR3-1 ^T และสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Asanoa</i> 98
4.7	ลักษณะความแตกต่างของสายพันธุ์ KK1-3 ^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Phytohabitans</i> 102
4.8	ผลของ DNA-DNA hybridization ระหว่างสายพันธุ์ KK1-3 ^T และสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Phytohabitans</i> 103
4.9	ลักษณะความแตกต่างของสายพันธุ์ SC1-1 ^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Nonomureae</i> 107
4.10	ผลของ DNA-DNA hybridization ระหว่างสายพันธุ์ SC1-1 ^T และสายพันธุ์อ้างอิงสกุล <i>Nonomureae</i> 108
4.11	แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี agar disc diffusion ความเป็นพิษต่อเซลล์ และผลการตรวจหายีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1..... 113
4.12	แสดงค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนบริเวณ KS domain กับกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ของลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene ของเชื้อในอันดับ <i>Actinomycetales</i>	7
2.2 โครงสร้างของกรดมัยคอลลิก.....	12
2.3 โครงสร้างของมีนาควิโนน.....	12
2.4 โครงสร้างของสารกลุ่มอะโรมาติกโพลีคีไทด์ที่สร้างจากแอกติโนมัยซีท.....	15
2.5 โครงสร้างของสารกลุ่มแมคโครไลด์ที่สร้างจากแอกติโนมัยซีท	15
2.6 โครงสร้างของสารกลุ่มแมคโครไซคลิกโพลีอินที่สร้างจากแอกติโนมัยซีท	16
2.7 โครงสร้างของสารกลุ่มแอนซามัยซินที่สร้างจากแอกติโนมัยซีท	16
2.8 โครงสร้างของสารกลุ่มกลุ่มโพลีเอเทอร์ที่สร้างจากแอกติโนมัยซีท	17
2.9 โครงสร้างของสารกลุ่ม enediynes ที่สร้างจากแอกติโนมัยซีท	17
2.10 การสังเคราะห์ erythromycin และการเรียงตัวของเอนไซม์ DEBS	19
2.11 การสังเคราะห์ lovastatin และการเรียงตัวของเอนไซม์	20
2.12 การสังเคราะห์ doxorubicin และการเรียงตัวของเอนไซม์.....	20
2.13 การสังเคราะห์ naringenin chalcone และการเรียงตัวของเอนไซม์	21
3.1 ตำแหน่งไอโซเมอร์ของกรดโคอะมีโนพิเมลิกบนแผ่น HPTLC	28
3.2 ตำแหน่งและสีของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์บนแผ่น HPTLC	29
3.3 ตำแหน่งของไขมันชนิดมีข้าวบนแผ่น TLC ที่ตีเวลลอปแบบ 2 มิติ	31
4.1 ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยซีทที่แยกได้ทั้งหมด บน phylogenetic tree.....	49
4.2 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต KE2-3 และ ZM2-6 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	54
4.3 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KE2-3 และ ZM2-6 บน phylogenetic tree	55
4.4 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	56
4.5 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต BR3-1 บน phylogenetic tree	56
4.6 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต KE1-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	57
4.7 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KE1-1 บน phylogenetic tree	58
4.8 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AN1-5 AN1-14 AP1-2 AX1-4 CL2-1 CL2-5 และ CP1-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	59
4.9 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-5 AN1-14 AP1-2 AX1-4 CL2-1 CL2-5 และ CP1-1 บน phylogenetic tree.....	60
4.10 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AN1-19 AN1-32 AN1-37 AN2-6 AN3-10 และ AP1-5 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	61
4.11 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต CZ1-1 (KG1-3 KK1-2 SC1-2 ZM2-2 และ ZO1-2 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-19 AN1-32 AN1-37 AN2-6 AN3-10 AP1-5 CZ1-1 KG1-3 KK1-2 SC1-2 ZM2-2 และ ZO1-2 บน phylogenetic tree	63
4.13 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต KK1-3 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	64
4.14 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KK1-3 บน phylogenetic tree.....	65
4.15 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-4 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	66
4.16 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต BR3-4 บน phylogenetic tree.....	66
4.17 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AK1-2 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	67
4.18 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AK1-2 บน phylogenetic tree.....	68
4.19 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-3 KK1-10 ZZ1-4 และ ZZ2-2 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	69
4.20 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN2-5 AN2-7 BR3-3 CL1-1 CL2-2 KE1-2 KE1-3 KE2-2 KE2-4 KE2-5 KK1-10 KK1-11 KM1-1 KM1-2 ZO1-7 ZZ1-4 และ ZZ2-2 บน phylogenetic tree.....	70
4.21 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AN1-36 AN3-11 HC1-7 และ SC1-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	71
4.22 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-27 AN1-36 AN3-11 HC1-7 และ SC1-1บน phylogenetic tree.....	72
4.23 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	73
4.24 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต BR3-5 บน phylogenetic tree.....	74
4.25 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของเชื้อไอโซเลต AN1-28 และ KM1-3 ภายใต้กล้อง จุลทรรศน์.....	75
4.26 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KM1-3 และ KM1-28 บน phylogenetic tree.....	76
4.27 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของเชื้อไอโซเลต AN1-26 และ AN3-5 ภายใต้กล้อง จุลทรรศน์.....	77
4.28 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-26 และ AN3-5 บน phylogenetic tree.....	78
4.29 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของเชื้อไอโซเลต AN2-10 และ KG1-2 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	79
4.30 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN2-10 CL3-1 และ KG1-2 บน phylogenetic tree.....	80
4.31 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต CZ1-3 HC1-4 AG2-4 ZM2-12 AG2-1 และ AG2-2 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	82
4.32 แสดงตำแหน่งของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 53 ไอโซเลต บน phylogenetic tree.....	83
4.33 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์ BR3-1 ^T	94
4.34 แสดงความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ BR3-1 ^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Asanoa</i> บน phylogenetic tree.....	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.35 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์ KK1-3 ^T	100
4.36 แสดงความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ KK1-3 ^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Phytohabitans</i> บน phylogenetic tree	101
4.37 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์ SC1-1 ^T	105
4.38 แสดงความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ SC1-1 ^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล <i>Nonomurea</i> บน phylogenetic tree	106
4.39 การวิเคราะห์ผลผลิตภัณฑ์พีซีอาร์โดยวิธีเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส	111
4.40 แสดงความสัมพันธ์ของผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์กับผลการตรวจสอบยีน โพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1	112
4.41 แสดงความสัมพันธ์ของลำดับกรดอะมิโนบริเวณ KS domain ที่เป็นส่วนประกอบของ โพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 บน phylogenetic tree ที่ได้จาก <i>Streptomyces</i> spp. ที่แยกได้จากข่า (<i>Alpinia galangal</i>)	123



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จุลินทรีย์เป็นหนึ่งในทรัพยากรชีวภาพที่มีศักยภาพมากที่สุดในการผลิตสารปฏิชีวนะ ท่ามกลางกลุ่มจุลินทรีย์เหล่านี้ แอคติโนมัยสีท (actinomycetes) มีศักยภาพในการผลิตสารปฏิชีวนะได้สูงสุด (45%) รองลงมาคือเชื้อรา (38%) และแบคทีเรียชนิดอื่น (17%) (Bérdy, 2005) ดังนั้นการศึกษาและสำรวจแหล่งของยาปฏิชีวนะจากแอคติโนมัยสีทจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและจำเป็นเร่งด่วน

แอคติโนมัยสีทเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีปริมาณเบสกวานีนและไซโตซีน (G+C content) ในดีเอ็นเอสูง สามารถสร้างเส้นใย (branching hyphae) และสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual spore) ทั้งแบบที่ไม่มีสิ่งห่อหุ้มสปอร์ เรียกว่า โคนิดิโอสปอร์ (conidiospore) และแบบที่มีถุงหุ้มสปอร์ เรียกว่า สปอแรนจิโอสปอร์ (sporangiospore) สปอร์เหล่านี้ทนต่อความร้อนได้ไม่มาก (ขึ้นอยู่กับเชื้อแต่ละสกุล) แต่สามารถทนต่อความแห้งได้ดีจึงสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมเป็นเวลานาน แอคติโนมัยสีทกลุ่มที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้มากที่สุด คือ สกุล *Streptomyces* ซึ่งผลิตสารปฏิชีวนะได้ร้อยละ 70 ของสารปฏิชีวนะที่สร้างจากแอคติโนมัยสีททั้งหมด รองลงมาคือสกุล *Micromonospora* ผลิตได้ร้อยละ 5 นอกเหนือจากนี้ผลิตได้จากสกุลอื่น เช่น *Microbispora* *Saccharopolyspora* *Streptosporangium* เป็นต้น (Bérdy, 2005) จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าอัตราการค้นพบสารปฏิชีวนะที่ได้จากสกุล *Streptomyces* มีสัดส่วนที่สูงมาก ซึ่งให้เห็นว่าเชื้อสกุลนี้มีความสามารถในการผลิตสารปฏิชีวนะ แต่ในทางตรงกันข้ามการค้นหายาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเชื้อแอคติโนมัยสีทหายาก (rare actinomycetes) นั้นไม่ใช่เรื่องง่าย เนื่องจากขาดเทคนิคการแยกเชื้อที่มีประสิทธิภาพและขาดความชำนาญในการศึกษาอนุกรมวิธานของเชื้อ รวมถึงวิธีการเลี้ยงเพื่อผลิตสาร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นค้นหาแอคติโนมัยสีทหายากรวมทั้ง *Streptomyces* จากแหล่งใหม่ๆ เพื่อใช้เป็นแหล่งผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

เอนโดไฟติกแอคติโนมัยสีท (endophytic actinomycetes) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับใช้เป็นแหล่งทรัพยากรในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ Zhao *et al.* (2011) ได้ตั้งสมมติฐานว่าอาจเป็นไปได้ที่เอนโดไฟติกแอคติโนมัยสีทที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืชสามารถมีส่วนร่วมในวิถีเมตาบอลิซึม (metabolic pathway) ของพืชสมุนไพร และสามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่คล้ายกับพืชสมุนไพรหรือสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดใหม่ได้ ทั้งนี้มีรายงานการค้นพบเอนโดไฟติกแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ใหม่และค้นพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดใหม่จำนวนมากในพืชหลายชนิด (Bieber *et al.*, 1998 ; Castillo *et al.*, 2002 ; Gu *et al.*, 2006 ; Duangmal *et al.*, 2008 ; Igarashi *et al.*, 2007) โดยหนึ่งในพืชท้องถิ่นที่น่าสนใจของประเทศไทยคือ พืชในวงศ์ขิง (*Zingiberaceae*) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยาที่หลากหลาย เช่น มีฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง ต้านเชื้อวัณโรค ต้านเชื้อก่อโรคมาลาเรีย ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ต้านอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันยังมีรายงานการแยกเอนโดไฟติกแอคติโนมัยสีทจากพืชวงศ์ขิงอยู่น้อยมาก (Taechowisan and Lumyong, 2003) ดังนั้นพืชวงศ์ขิงจึงเป็นแหล่งที่น่าสนใจสำหรับค้นหาเอนโดไฟติกแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ใหม่และสายพันธุ์ที่สร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีทส่วนใหญ่เป็นสารประกอบในกลุ่มโพลีคีไทด์ (polyketide) (Staunton and Weissman, 2001) เช่น อิริโทรมัยซิน (erythromycin) ไนสแตติน (nystatin) อะเวอร์เมคติน (avermectins) และราปามัยซิน (rapamycin) เป็นต้น เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบโพลีคีไทด์ คือ โพลีคีไทด์ซินเทส (polyketide synthase หรือ PKS) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด (type) ได้แก่ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 มีรายงานว่าสารประกอบโพลีคีไทด์ที่มาจากเอนไซม์โพลีคีไทด์ซินเทส ชนิดที่ 1 (type 1) พบเป็นส่วนใหญ่ในแอคติโนมัยซีท (Parrot *et al.*, 2015) ซึ่งเอนไซม์นี้มีขนาดใหญ่และมีหลายหน้าที่ (multifunctional enzyme) ในหนึ่งโมดูลประกอบไปด้วยโดเมนหลักจำนวน 3 โดเมน คือ คีโทซินเทส (ketosynthase, KS) เอซิลทรานส์เฟอเรส (acyltransferase, AT) และเอซิลแคริเออร์โปรตีน (acyl carrier protein, ACP) เอนไซม์ดังกล่าวถูกสังเคราะห์โดยยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 (type I PKS gene) ส่วนการสังเคราะห์สารประกอบโพลีคีไทด์เกิดโดยการควบแน่น (condensation) อนุพันธ์ของโคเอนไซม์เอ (coenzyme A, CoA) เช่น อะซิติลโคเอ (acetyl-CoA) มาโลนิลโคเอ (malonyl-CoA) และเมทิลมาโลนิลโคเอ (methylmalonyl-CoA) ต่อกันเป็นสายคาร์บอนแล้วเชื่อมต่อกันเป็นวง (Hopwood and Sherman, 1990 ; Simpson, 1995 ; Caffrey, 2003)

การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อแยกและพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากพืชวงศ์ขิงของไทย ศึกษาลักษณะของเชื้อสายพันธุ์ใหม่ที่ถูกคัดเลือกโดยวิธีอนุกรมวิธานแบบพอลิฟาสิก (polyphasic taxonomy) ตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพและตรวจสอบยีนโพลีคีไทด์ชนิดที่ 1 โดยวิธี PCR จากเชื้อที่แยกได้ทั้งหมด นอกจากนี้ยังศึกษาความหลากหลายของยีนดังกล่าวจากเชื้อที่คัดเลือกมาโดยมีฤทธิ์ทางชีวภาพและพบยีนดังกล่าว ทั้งนี้ได้ทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมาลาเรียและฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งเพิ่มเติมด้วย การสำรวจแหล่งของเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากพืชวงศ์ขิงของไทยนี้ช่วยเพิ่มโอกาสการค้นพบสารออกฤทธิ์ในกลุ่มโพลีคีไทด์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ทางด้านสุขภาพต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อแยกและพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากพืชวงศ์ขิงของไทย
- 2) เพื่อศึกษาลักษณะของเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ใหม่ที่ถูกคัดเลือกโดยวิธีอนุกรมวิธานแบบพอลิฟาสิก
- 3) เพื่อประเมินฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์และทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท
- 4) เพื่อตรวจสอบยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 ในเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท โดยวิธี PCR
- 5) เพื่อศึกษาความหลากหลายของยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 รวมทั้งศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมาลาเรียและเซลล์มะเร็งจากเชื้อที่ถูกคัดเลือก

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

- 1) แยกและพิสูจน์เอกลักษณ์เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากพืชวงศ์ขิงที่เก็บจาก 8 จังหวัดในประเทศไทย ได้แก่ อุดรธานี นนทบุรี ปทุมธานี สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี อุบลราชธานี และอุดรธานี
- 2) ศึกษาอนุกรมวิธานของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสายพันธุ์ที่ถูกคัดเลือก
- 3) คัดกรองเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมลบ (*Escherichia coli* ATCC 25922 และ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) แบคทีเรียแกรมบวก (*Bacillus subtilis* ATCC 6633 *Kocuria rhizophila* ATCC 9341 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) แบคทีเรียดื้อยา (methicillin resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA) DMST 20654 และ vancomycin-resistance *Enterococcus fecium* (VRE) ATCC 51559) และยีสต์ (*Candida albicans* ATCC 10231) รวมทั้งทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ (african green monkey kidney fibroblasts) นอกจากนี้เชื้อสกุล *Streptomyces* ที่แยกได้จากข่า (*Alpinia galanga*) ยังถูกทดสอบฤทธิ์ฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมาลาเรีย (*Plasmodium falciparum*, K1 strain) ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งช่องปาก (KB-oral cavity cancer) และเซลล์มะเร็งปอด (NCI-H187-Small cell lung cancer)
- 4) ตรวจสอบยีนโพลีคีโตซินเทสชนิดที่ 1 จากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทโดยการเพิ่มปริมาณยีนบริเวณคีโตซินเทสโดเมน (ketosynthase domain หรือ KS domain) ด้วยวิธี PCR
- 5) ศึกษาความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ (phylogenetic) ของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณคีโตซินเทสโดเมนจากเชื้อสกุล *Streptomyces* ที่แยกได้จากข่า โดยทำการเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณคีโตซินเทสโดเมนของเชื้อที่มีอยู่กับฐานข้อมูลสาธารณะ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพและมีศักยภาพในการผลิตสารออกฤทธิ์ในกลุ่มโพลีคีโต
- 2) ค้นพบเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสายพันธุ์ใหม่ซึ่งใช้เป็นสายพันธุ์อ้างอิง
- 3) มีวิธีคัดกรองยีนโพลีคีโตซินเทสชนิดที่ 1 จากแอกติโนมัยสีทที่หลากหลายได้อย่างรวดเร็ว
- 4) มีห้องสมุดของยีนโพลีคีโตซินเทสชนิดที่ 1 ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการสร้างสารประกอบในกลุ่มโพลีคีโตจาก *Streptomyces* ที่แยกได้จากข่า

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของแอกติโนมัยสีท

แอกติโนมัยสีท (Actinomycetes) เป็นกลุ่มของแบคทีเรียแกรมบวกที่มีปริมาณเบสกวานีนและไฮโดซีน (G+C content) ในดีเอ็นเอสูงมากกว่าร้อยละ 55 (Williams *et al.*, 1989) มีรูปร่างหลากหลาย เช่น รูปกลม รูปท่อน และเส้นใย แอกติโนมัยสีทส่วนใหญ่สืบพันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์ ซึ่งสปอร์ที่สร้างอาจอยู่บนเส้นใยอากาศ (aerial mycelium) หรือเส้นใยอาหาร (substrate mycelium) สปอร์เหล่านี้สามารถทนความร้อนได้เล็กน้อย (ขึ้นอยู่กับสกุล) แต่สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดี จึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้เป็นเวลานาน

แอกติโนมัยสีทพบกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ เช่น ดิน (พบมากที่สุด) แหล่งน้ำ ทะเลทราย สัตว์ และพืช ส่วนมากดำรงชีวิตแบบแซโพรไฟต์ (saprophyte) เจริญเติบโตโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ (organic matters) แต่มีบางชนิดพบดำรงชีวิตแบบปรสิต (parasitism) หรือแบบพึ่งพาอาศัย (mutualism) กับพืชหรือสัตว์ (Goodfellow and Williams, 1983) บางชนิดก่อโรคในมนุษย์ เช่น *Mycobacterium leprae* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเรื้อน และ *Mycobacterium tuberculosis* ซึ่งเป็นสาเหตุของวัณโรค บางชนิดก่อโรคในพืช เช่น *Streptomyces scabies* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหูดมันฝรั่ง (potato scab) และบางชนิดก่อโรคในสัตว์ อย่างไรก็ตามแอกติโนมัยสีทที่พบในดินส่วนมากมักไม่ก่อโรค แอกติโนมัยสีทบางชนิด เช่น สกุล *Frankia* สามารถอาศัยอยู่กับรากพืชเพื่อช่วยตรึงไนโตรเจนได้ (Coyne, 1999) อัตราการพบแอกติโนมัยสีทขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น สภาพภูมิศาสตร์ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารอินทรีย์ ปริมาณอากาศ และความชื้น (Goodfellow and Williams, 1983) แอกติโนมัยสีทจะเจริญได้ไม่ดีในดินเปียก เนื่องจากต้องการออกซิเจนในการเจริญ สามารถเจริญในสภาวะที่เป็นด่างได้ดี โดยแอกติโนมัยสีทร้อยละ 95 พบในดินที่มีสภาวะเป็นด่างและในขณะเดียวกันแอกติโนมัยสีทไม่สามารถเจริญในสภาวะที่มีความเป็นกรดได้ โดยเมื่อค่าความเป็นกรดต่างน้อยกว่า 5 จำนวนแอกติโนมัยสีทที่พบจะลดลง (Coyne, 1999) ในธรรมชาติสามารถพบประชากรของแอกติโนมัยสีทในสกุล *Streptomyces* ได้มากเมื่อเทียบกับสกุลอื่นๆ (Hayakawa, 2008) โดยเรียกแอกติโนมัยสีทในสกุลอื่นๆ นอกเหนือจาก *Streptomyces* ว่าแอกติโนมัยสีทหายาก (rare actinomycetes)

เป็นที่ทราบกันดีว่าแอกติโนมัยสีทเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการสร้างสารทุติยภูมิได้ดี เช่น ยาปฏิชีวนะ สารที่ใช้ในทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และการเกษตร โดยในหมู่ของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ได้จากจุลินทรีย์ (ประมาณ 22,500 ชนิด) พบว่าร้อยละ 45 ผลิตโดยแอกติโนมัยสีท (Berdy, 2005)

2.2 การกระจายของแอกติโนมัยสีท

แอกติโนมัยสีทกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ บางชนิดเป็นเชื้อก่อโรค ทั้งนี้แอกติโนมัยสีทสามารถอยู่อาศัยในธรรมชาติและบางชนิดอาศัยอยู่ในพืช

2.2.1 การกระจายของแอกติโนมัยสีทในธรรมชาติ

ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินที่มีสารอินทรีย์หรือกรดฮิวมิคจะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยทางธรรมชาติที่สำคัญที่สุดของแอกติโนมัยสีท แอกติโนมัยสีทเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยเฉพาะพวกที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น ลิกนิน และไคติน (Alexander, 1977) นอกจากนี้ในดินแล้วยังสามารถพบแอกติโนมัยสีทกระจายได้ทั่วไปในปุ๋ยหมัก ตะกอน น้ำ โคลน และดินรอบรากพืช จำนวนของแอกติโนมัยสีทในตัวอย่างดินขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ลักษณะทางกายภาพ เช่น ความเป็นกรดด่าง และปริมาณสารอินทรีย์ ในพื้นที่การเกษตรที่มีปริมาณฮิวมัสสูง จำนวนของแอกติโนมัยสีทที่พบจะสูงกว่าในพื้นที่ที่มีฮิวมัสปริมาณน้อย (Hayakawa *et al.*, 1988) แอกติโนมัยสีทที่พบบ่อยในธรรมชาติ คือ สกุล *Streptomyces* ซึ่งพบกระจายตัวกว้างที่สุดและมีความหนาแน่นของประชากรสูงที่สุด (ประมาณร้อยละ 70-98 ของจำนวนประชากร) ส่วนสกุลอื่นๆ ที่พบรองลงมาคือ *Nocardia Actinomadura* และ *Micromonospora* โดยพบอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์และสามารถพบได้ในดินทุกชนิด (Alexander, 1977)

แอกติโนมัยสีทสามารถพบได้ในแหล่งน้ำจืด โดย Waksman (1959) ได้อธิบายว่าในทะเลสาบน้ำจืดนั้นมีแอกติโนมัยสีทอยู่มากมาย ซึ่ง Cross (1981) ได้รายงานการแยกแอกติโนมัยสีทในสกุล *Actinoplanes* *Micromonospora* *Rhodococcus* *Thermoactinomyces* และ *Streptomyces* จากแหล่งน้ำจืด ซึ่งแอกติโนมัยสีทเหล่านี้อาจจะถูกชะล้างออกจากดินแล้วไปสะสมอยู่ในแหล่งน้ำจืด (Goodfellow and Haynes, 1984) ส่วนแอกติโนมัยสีทสกุล *Actinoplanes* จะสร้างสปอร์ซึ่งอยู่ภายในถุงหุ้ม ซึ่งสามารถทนต่อสภาวะแห้งแล้งได้เป็นเวลานาน และจะปลดปล่อยสปอร์เคลื่อนที่ออกมาเมื่ออยู่ในแหล่งน้ำ จึงเป็นเหตุผลที่สามารถพบแอกติโนมัยสีทสกุล *Actinoplanes* ได้ทั่วไปในดินจากแม่น้ำและทะเลสาบ (Makkar and Cross, 1982)

สิ่งแวดล้อมทางทะเล เช่น ตะกอน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตในทะเล ไม่ว่าจะเป็น ฟองน้ำ สาหร่าย และเพรียงหัวหอม เป็นอีกแหล่งที่อยู่อาศัยของแอกติโนมัยสีทที่มีความหลากหลาย (Bull *et al.*, 2005) แอกติโนมัยสีททางทะเลสามารถพบได้ทั่วไป แต่จะพบได้มากที่สุดที่ตะกอน โดยเฉพาะตะกอนจากป่าชายเลน เนื่องจากมีสารอินทรีย์สูง โดยตะกอนสามารถพบสกุล *Micromonospora* ได้มาก (Bredholt, 2008) นอกจากนี้ยังสามารถพบแอกติโนมัยสีทสกุลใหม่จากสิ่งแวดล้อมทางทะเล ได้แก่ สกุล *Salinispora* และแอกติโนมัยสีทสปีชีส์ใหม่ เช่น *Verrucospora lutea* (Liao *et al.*, 2009) *Verrucospora sediminicola* (Dai *et al.*, 2010) *Asanoa iriomotensis* (Tamara and Sakane, 2005) และ *Nonomuraea maheshkhaliensis* (Ara *et al.*, 2007)

นอกจากการกระจายของแอกติโนมัยสีทในธรรมชาติแล้ว ยังพบว่าแอกติโนมัยสีทบางชนิดกระจายตัวบริเวณรอบรากพืช ซึ่งดินบริเวณรอบรากเป็นบริเวณที่มีอิทธิพลกับรากพืชและเป็นบริเวณที่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์สูง โดยรากพืชจะหลั่งสารกระตุ้นการเจริญของแอกติโนมัยสีทที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราก่อโรค ในขณะที่แอกติโนมัยสีทจะใช้สารที่หลั่งจากรากในการเจริญและสังเคราะห์สารต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Crawford *et al.*, 1993) สามารถพบแอกติโนมัยสีทสปีชีส์ใหม่จากดินรอบรากพืชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น *Pseudonocardia rhizophila* (Li et al., 2010) *Sphaerisporangium siamense* (Duangmal et al., 2011) และ *Nonomuraea rhizophila* (Zhao et al., 2011)

2.2.2 การกระจายของแอกติโนมัยสีทในพืช (endophytic actinomycetes)

แอกติโนมัยสีทที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพืช และสามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช โดยไม่เป็นอันตราย เนื่องจากรากพืชสัมผัสกับดิน แอกติโนมัยสีทกลุ่มนี้เรียกว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท (endophytic actinomycetes) (Hasegawa et al., 2006) การคัดแยกสามารถทำได้โดยการฆ่าเชื้อบริเวณผิวของเนื้อเยื่อพืชหรือสกัดจากเนื้อเยื่อพืชด้านใน (Hallmann et al., 1997)

Frankia เป็นเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุลแรกที่มีรายงานการค้นพบในปมรากของ *Comptonia peregrina* (Callaham, 1978) มีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนในกลุ่มพืชที่ไม่ใช่ตระกูลถั่ว (non-leguminous plants) ส่วนเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุลอื่นๆ ที่พบ เช่น *Nocardia Micromonospora Microbispora Actinoplanes Streptosporangium Streptoverticillium* และ *Saccharomonospora* เป็นต้น (Petrolini et al., 1991 ; Tian et al., 2004 ; Cao et al., 2005) ทั้งนี้สกุลที่พบได้มากที่สุดจากเนื้อเยื่อพืช คือ สกุล *Streptomyces* โดย Sardi et al. (1992) ได้แยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท จากพืชได้ จำนวน 49 ไอโซเลต พบว่า ร้อยละ 96 เป็นสกุล *Streptomyces* ส่วนที่เหลือเป็นสกุล *Nocardia Micromonospora* และ *Streptosporangium* Taechowisan et al. (2003) ได้ทำการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท จำนวน 330 ไอโซเลต จากพืชสมุนไพรของไทย 26 ชนิด พบว่าส่วนใหญ่เป็นสกุล *Streptomyces* และส่วนที่เหลือเป็นสกุล *Microbispora Nocardia* และ *Micromonospora* Petrolini et al. (1991) ได้รายงานการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 1755 ไอโซเลต จากรากพืชจำนวน 205 ตัวอย่าง 156 ชนิด พบว่าร้อยละ 80 เป็นสกุล *Streptomyces* และที่เหลือพบเป็นสกุลอื่นๆ เช่น *Micromonospora Actinoplanes Streptosporangium Streptoverticillium* และ *Saccharomonospora* จากการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากรากข้าวสาลีของ Coombs and Franco (2003) พบว่าเชื้อที่แยกได้จัดอยู่ในสกุล *Streptomyces Microbispora Micromonospora* and *Nocardiodes* นอกจากนี้ Cao et al. (2004) และ Tian et al. (2004) ยังพบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* พบมากในกล้วย (*Musa acuminata*) และข้าว

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ สามารถสร้างสารปฏิชีวนะและสารทุติยภูมิอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ได้ โดย Vercesi et al. (1992) ได้คัดแยก *Streptomyces* spp. จากส่วนต่างๆ ของ grapevine berries ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งยีสต์และราที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน Taechowisan et al. (2003) ได้ทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราจากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ จำนวน 330 ไอโซเลต ดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า พบว่าร้อยละ 0.6-13.2 มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum musae* และ *Fusarium oxysporum* นอกจากนี้ยังพบเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* สามารถสร้างสาร fistupyrone ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา และสารกลุ่ม munumbicins A B C และ D ที่มีฤทธิ์แบบกว้าง (broad spectrum) ต่อเชื้อแบคทีเรีย (Igarashi et al., 2000 ; Castillo et al., 2002)

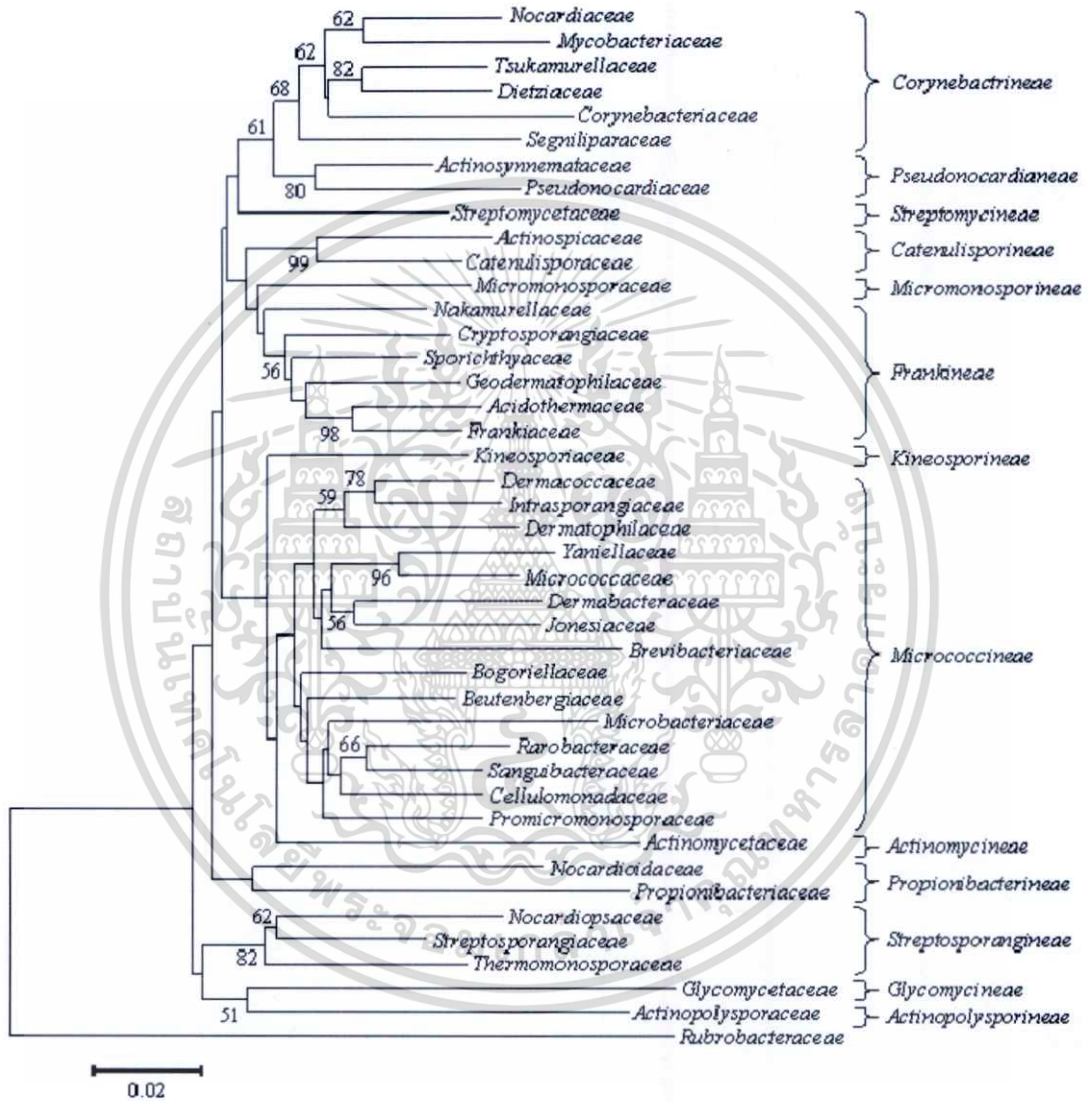
ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทพบได้ในพืชหลายชนิด ในการศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสนใจกับพืชสมุนไพรไทยคือพืชวงศ์ขิงซึ่งร้อยละเอ็ดของพืชในวงศ์นี้อยู่ในหัวข้อ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การจัดจำแนกแอกติโนมัยสีท

แอกติโนมัยสีทเป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ใน class *Actinobacteria* sub-class *Actinobacteridae* order *Actinomycetales* โดย Zhi et al. (2009) ได้จัดหมวดหมู่แบคทีเรียใน class *Actinobacteria* โดยใช้ 16S rRNA gene sequence เปรียบเทียบกันซึ่งสมาชิกของแอกติโนมัยสีท ถูกแบ่งออกเป็น 13 suborder และ 42 families ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene ของเชื้อในอันดับ *Actinomycetales*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท

การพิสูจน์เอกลักษณ์ (identification) ทำโดยใช้วิธีการศึกษาอนุกรมวิธานแบบพอลิฟาสิก (polyphasic taxonomy) ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ (phenotypic characteristics) การศึกษาลักษณะทางเคโมไทป์ (chemotaxonomic characteristics) และการศึกษาลักษณะทางจีโนไทป์ (genotypic characteristics) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดหมวดหมู่ (classification) ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทได้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.4.1 การศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์

ลักษณะทางฟีโนไทป์ คือ ลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็น เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphological characteristic) ลักษณะการเจริญ (cultural characteristic) ลักษณะทางชีวเคมี และสรีรวิทยา (biochemical and physiological characteristic) โดยการศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ของแอกติโนมัยสีท มีดังต่อไปนี้

2.4.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

แอกติโนมัยสีทเป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันมากที่สุดในกลุ่มแบคทีเรียชนิดอื่น โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่นำมาศึกษา เช่น สีของเส้นใยทั้งเส้นใยอากาศและเส้นใยอาหาร สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ (soluble pigment) การแตกกิ่งก้านของเส้นใย การสร้างเส้นใยอากาศ การแบ่งตัวของเส้นใย และการสร้างสปอร์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน (เช่น ชนิดของสปอร์ ตำแหน่งของสปอร์ และการเรียงตัวของสปอร์) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันนี้สามารถนำมาใช้จัดหมวดหมู่แอกติโนมัยสีทในระดับสกุลได้ (Shirling and Gottlieb, 1966) โดยสามารถตรวจสอบลักษณะของเส้นใยและสปอร์ได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance objective lens) กำลังขยาย 40 เท่า และกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (scanning electron microscope) ตรวจสอบสีของเส้นใยและสีของรงควัตถุที่ละลายน้ำได้โดยเลี้ยงแอกติโนมัยสีทบนอาหารต่างๆ ที่ระบุใน *International Streptomyces Project (ISP)* (Shirling and Gottlieb, 1966) แล้วเทียบกับ the *NBS-ISCC Colour System* (Kelly, 1958)

2.4.1.2 ลักษณะทางชีวเคมีและสรีรวิทยา

การทดสอบลักษณะทางชีวเคมีและสรีรวิทยา เช่น การทดสอบความสามารถในการใช้หรือย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ การรีดิวซ์ไนเตรต การทดสอบความสามารถในการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ ความสามารถในการเจริญในสภาวะความเป็นกรดต่างระดับต่างๆ และการเจริญในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ สามารถนำมาใช้พิสูจน์เอกลักษณ์ของแอกติโนมัยสีทได้ (Shirling and Gottlieb, 1966 ; Arai, 1975)

2.4.2 การศึกษาลักษณะทางเคมีไทย

การวิเคราะห์องค์ประกอบของเซลล์ซึ่งเป็นพื้นฐานของอนุกรมวิธานเคมี (chemotaxonomy) สามารถนำมาใช้พิสูจน์เอกลักษณ์และจัดจำแนกแอกติโนมัยซีทได้ (Komakata and Suzuki, 1987) โดยศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในเซลล์ เช่น กรดอะมิโน (amino acid) น้ำตาล (sugar) ไขมันชนิดมีขั้ว (polar lipid) กรดไขมัน (fatty acid) กรดมัยคอลลิก (mycolic acid) มีนาควิโนน (menaquinone) และองค์ประกอบของเบสไนติเอ็นเอ (DNA base)

(1) องค์ประกอบของผนังเซลล์

แอกติโนมัยซีทมีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยเปปติโดไกลแคน (peptidoglycan) โครงสร้างพื้นฐานของเปปติโดไกลแคนประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 2 ชนิด ได้แก่ *N*-acetylmuramic acid และ *N*-acetylglucosamine และมีกรดอะมิโนเชื่อมอยู่กับ *N*-acetylmuramic acid โดยจำนวนและชนิดของกรดอะมิโนที่พบจะแตกต่างกันในแอกติโนมัยซีทแต่ละชนิด ซึ่งในการจัดหมวดหมู่แอกติโนมัยซีทจะใช้ลักษณะไอโซเมอร์ของกรดไดอะมิโนพิเมลิก (diaminopimelic acid) และชนิดของเอซิล (*N*-acyl types) ของกรดมิวรามิก (muramic acid) ที่พบบริเวณผนังเซลล์มาใช้ในการจัดหมวดหมู่ โดยชนิดของกรดอะมิโนต่างๆ ที่พบแสดงในตารางที่ 2.1 (Lechevalier and Lechevalier, 1970) ชนิดของกรดอะมิโนที่พบในเปปติโดไกลแคนนี้เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในการจัดหมวดหมู่ของแอกติโนมัยซีท โดยกรด 2, 6-ไดอะมิโนพิเมลิก (2, 6-diaminopimelic acid ; DAP) เป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ในเปปติโดไกลแคน มีไอโซเมอร์ 2 แบบ คือ แบบ *LL* และแบบ *meso* โดยในผนังเซลล์ของแอกติโนมัยซีทจะมีกรดไดอะมิโนพิเมลิกที่มีไอโซเมอร์ได้เพียง 1 ชนิดเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแอกติโนมัยซีท สามารถตรวจสอบกรดไดอะมิโนพิเมลิกได้โดยการวิเคราะห์จากทั้งเซลล์ ซึ่งไอโซเมอร์ของกรด ไดอะมิโนพิเมลิกจะถูกแยกโดยใช้แผ่นโครมาโตกราฟีแบบกระดาษ (paper chromatography) หรือใช้แผ่นโครมาโตกราฟีแบบเซลลูโลส (cellulose thin-layer chromatography) (Komagata and Suzuki, 1987)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์แอกติโนมัยซีท

Cell wall type	DAB	lysine	ornithine	aspartic acid	glycine	<i>meso</i> -DAP	<i>LL</i> -DAP	arabinose	galactose
I	-	-	-	-	+	-	+	-	-
II	-	-	-	-	+	***	-	-	-
III	-	-	-	-	-	+	-	-	-
IV	-	-	-	-	-	+	-	+	+
V	-	+	+	-	*	-	-	-	-
VI	-	+	-	+	*	-	-	-	-
VII	+	+	-	+	*	-	-	-	-
VIII	-	-	-	+	*	-	-	-	-

หมายเหตุ : + คือ แสดงการตรวจพบ, * คือ อาจตรวจพบหรือไม่พบ glycine,

** คือ อาจตรวจพบ hydroxy DAP, DAB คือ 2,4-diaminobutyric acid,

DAP คือ 2,6-diaminopimelic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์ ขอสงวนสิทธิ์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ (Whole-cell sugars)

ชนิดของน้ำตาลที่พบในเซลล์เป็นข้อมูลที่มีถูกนำไปใช้ในการจำแนกและพิสูจน์เอกลักษณ์ของแอคติโนมัยซีท สามารถตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ได้โดยการวิเคราะห์จากทั้งเซลล์ ซึ่งน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์จะถูกแยกโดยใช้แผ่นโครมาโตกราฟีแบบกระดาษ (paper chromatography) หรือใช้แผ่นโครมาโตกราฟีแบบเซลลูโลส (cellulose thin-layer chromatography) (Komagata and Suzuki, 1987) ในการวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมดที่พบในเซลล์ รูปแบบชนิดของน้ำตาลที่พบสามารถช่วยในจำแนกลักษณะทางเคมีของผนังเซลล์ (Lechevalier and Lechevalier, 1970) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รูปแบบชนิดของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ของแอคติโนมัยซีทซึ่งผนังเซลล์ประกอบด้วยกรดไดอะมีโนพีมิลิกแบบ *meso*

Type	Diagnostic sugar			
	arabinose	galactose	madurose	xylose
A	+	+	-	-
B	-	-	+	-
C	No diagnostic sugar			
D	+	-	-	+

(3) ไขมันชนิดมีขั้ว (Phospholipids)

ฟอสโฟลิปิด (phospholipids) เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ มีความสัมพันธ์ต่อการควบคุมการเข้าออกของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ฟอสโฟลิปิดมีลักษณะเป็นแอมฟิพาติก (amphipatic) เนื่องจากโมเลกุลมีทั้งส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) และส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ซึ่งประกอบด้วยกรดฟอสฟอริก (phospholic acid) การวิเคราะห์ฟอสโฟลิปิดนิยมทำโดยใช้โครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (TLC) ดีเวลอปแบบ 2 มิติ (two-dimension) ซึ่งจุด (spot) ของฟอสโฟลิปิดแต่ละชนิดที่ตรวจพบจะจำเพาะกับรีเอเจนต์ (reagent) ชนิดต่างๆ โดยชนิดของฟอสโฟลิปิดที่ตรวจพบสามารถใช้ในการจัดหมวดหมู่ของแอคติโนมัยซีทได้ (Komagata and Suzuki, 1987) โดยรูปแบบของฟอสโฟลิปิดในเยื่อหุ้มเซลล์ (Lechevalier *et al.*, 1977) แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ชนิดของฟอสโฟลิปิดที่พบในแอคติโนมัยสีท

Phospholipids type	PIM	PI	PC	PG	PE	PME	GluNu	APG	DPG
I	+	+	-	V	-	-	-	V	V
II	+	+	-	V	+	-	-	V	+
III	V	+	+	V	V	+	-	V	V
IV	V	+	-	-	V	V	+	-	+
V	V	+	-	-	V	-	+	V	+

หมายเหตุ : PIMs, phosphatidyl inositol mannosides; PI, phosphatidyl inositol; PC, phosphatidyl choline; PE, phosphatidyl ethanolamine; PME, phosphatidyl methyl ethanolamine; GluNu, glucosamine containing unknown phospholipids; APG, acyl phosphatidyl glycerol; DPG, diphosphatidyl glycerol; V, variable; -, absent; +, present

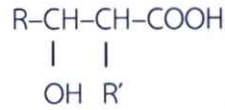
(4) กรดไขมันในเซลล์ (cellular fatty acid)

กรดไขมัน (fatty acid) เป็นองค์ประกอบของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ โดยไขมันที่เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเป็นแอมฟิพาติก (amphipathic) คือ ปลายข้างหนึ่งประกอบด้วยกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ (hydrophilic head) และปลายอีกข้างหนึ่งประกอบด้วยกรดไขมัน 2 ตัว ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ (hydrophobic tail) กรดไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) แอคติโนมัยสีทแต่ละสายพันธุ์จะมีเยื่อหุ้มเซลล์ที่ประกอบด้วยกรดไขมันต่างชนิดกัน โดยรูปแบบของกรดไขมันที่พบสามารถใช้ในการจัดหมวดหมู่ของแอคติโนมัยสีทได้ (Komagata and Suzuki, 1987) สามารถแยกกรดไขมันที่พบในเซลล์ได้โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (gas chromatography, GC) และวิเคราะห์ชนิดของกรดไขมันเทียบกับฐานข้อมูลของ Microbial Identification System (MIDI)

(5) กรดมัคคอลลิก (mycolic acid)

กรดมัคคอลลิก คือ กรดไขมันที่มีหมู่แอลคิลเกาะอยู่กับคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 และมีหมู่ไฮดรอกซิลเกาะอยู่กับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 (2-alkyl-3-hydroxy fatty acids) (รูปที่ 2.2) ประกอบด้วยคาร์บอน 24-90 อะตอม มักพบในสกุล *Mycobacterium* *Nocardia* *Rhodococcus* และ *Corynebacterium* กรดมัคคอลลิกจะพบอยู่ในแบคทีเรียที่มีผนังเซลล์ชนิดที่ IV (มีไอโซเมอร์ของกรดไดอะมิโนพิมลิกเป็นแบบ meso ที่ผนังเซลล์ และมีน้ำตาลอะราบินอส และกาแลกโตสภายในเซลล์) กรดมัคคอลลิกสามารถใช้ในการจำแนกเชื้อในระดับสกุลได้ กรดมัคคอลลิกที่พบในผนังเซลล์ของแบคทีเรียมีหลายชนิด เช่น ไกลโคลิปิด (glycolipids) ฟีนอลิกไกลโคลิปิด (phenolic glycolipids) หรือไกลโคเปปติโดลิปิด (glycopeptidolipids) (Komagata and Suzuki, 1987)

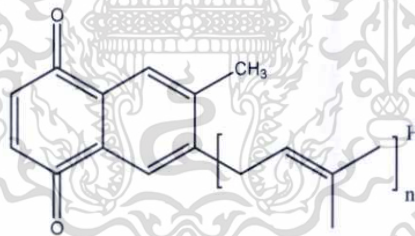
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของกรดมัยคอลลิก

(6) ไอโซพรีนอยด์ควิโนน (isoprenoid quinone)

ไอโซพรีนอยด์ควิโนน มีความสำคัญต่อระบบขนส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจ ควิโนน (quinones) หลายชนิดพบในเซลล์แบคทีเรีย ไอโซพรีนอยด์ควิโนนชนิดที่พบได้มากที่สุด คือ มีนาควิโนน (menaquinones) (รูปที่ 2.3) และยูบิควิโนน (ubiquinones) ชนิดของควิโนนและจำนวนหน่วยของไอโซพรีน (isoprene units) ในสายโซ่ และระดับของการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน (hydrogenation) ของพันธะคู่ในหน่วยไอโซพรีน ถูกนำมาใช้ในการจัดจำแนกและพิสูจน์เอกลักษณ์ของแอคติโนมัยซีท การตรวจวิเคราะห์ชนิดของควิโนนและปริมาณหน่วยของไอโซพรีนทำได้โดยใช้เครื่องแมสสเปกโทรเมทรี (Mass spectrometry, MS) และพบว่าการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (high-performance liquid chromatography, HPLC) ร่วมกับการใช้โครมาโทกราฟีแบบแผ่นบางชนิดกลับเฟส (reverse-phase thin-layer chromatography) สามารถวิเคราะห์ควิโนนได้อย่างรวดเร็ว และเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงยังใช้แยก และตรวจสอบองค์ประกอบที่มีปริมาณน้อย รวมทั้งยังใช้สำหรับการวิเคราะห์ควิโนนในเชิงปริมาณได้ (Komagata and Suzuki, 1987 ; Collins *et al.*, 1977)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของมีนาควิโนน

(7) องค์ประกอบของเบสในดีเอ็นเอ (DNA base composition)

ดีเอ็นเอประกอบด้วยเบส 4 ชนิด คือ อะดีนีน (A) กวานีน (G) ไซโตซีน (C) และไทมีน (T) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจำแนกและระบุชนิดของแอคติโนมัยซีทในระดับสกุล และอาจจะระบุได้ถึงระดับสปีชีส์ โดยทั่วไปองค์ประกอบพื้นฐานของจีโนมแบคทีเรียมีปริมาณเบส G+C ตั้งแต่ร้อยละ 25-80 ซึ่งแอคติโนมัยซีทมีปริมาณเบส G+C ในจีโนมสูง จึงสามารถแยกแอคติโนมัยซีทออกจากแบคทีเรียอื่นๆ ได้ นอกจากนี้องค์ประกอบของเบสในดีเอ็นเอของสายพันธุ์เดียวกันยังมีค่าอยู่ในช่วงแคบ (1 -3 mol% G+C) ดังนั้นความแตกต่างขององค์ประกอบของเบสในดีเอ็นเอจึงสามารถบอกความแตกต่างกันของจีโนม และสามารถบอกความแตกต่างในระดับสปีชีส์ได้ (Tamaoka, 1994)

2.4.3 การศึกษาลักษณะทางจีโนม

ข้อมูลในสารพันธุกรรม (DNA) ของเชื้อแบคทีเรีย มีความสำคัญต่อการศึกษาการจัดหมวดหมู่ (systemetic) ของแบคทีเรียเป็นอย่างมาก การจัดหมวดหมู่ของแบคทีเรียมักนิยมศึกษาข้อมูลของ 16S rRNA gene บนสายดีเอ็นเอ เพื่อสืบหาสายวิวัฒนาการของเชื้อโดยการวิเคราะห์จากต้นไม้แห่งสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree)

(1) ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสายดีเอ็นเอของ 16S rRNA gene

สิ่งมีชีวิตสองชนิดอาจไม่ใกล้ชิดกันมากพอที่จะมีดีเอ็นเอที่คล้ายกันมาก แต่ก็ยังมีไรโบโซมที่คล้ายกัน ไรโบโซมเป็นโครงสร้างเล็กๆ ภายในเซลล์ ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีน ไรโบโซมประกอบด้วยโปรตีนและไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอ (rRNA) ไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอ สร้างโดยอาศัยคำสั่งจากดีเอ็นเอส่วนไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอซิสตรอน (rRNA cistron) ในแบคทีเรียทุกชนิด ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ rRNA gene พบว่ามีความคงตัวสูงมาก แม้จะมีวิวัฒนาการมานานแต่ลำดับนิวคลีโอไทด์จะเปลี่ยนไปน้อยมาก ซึ่งหมายความว่าแม้สิ่งมีชีวิตสองตัวจะมีความใกล้ชิดกันน้อยและไม่มีดีเอ็นเอที่คล้ายกัน แต่ก็ยังมีลำดับนิวคลีโอไทด์ในไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอซิสตรอนคล้ายกัน ความคล้ายคลึงกันนี้สามารถใช้เป็นเครื่องวัดความใกล้ชิดระหว่างสิ่งมีชีวิตได้ในระดับสกุล (genus) วงศ์ (family) และอันดับ (order)

(2) DNA-DNA hybridization

DNA-DNA hybridization เป็นวิธีทางอ้อมในการเปรียบเทียบจีโนมของเชื้อ 2 สายพันธุ์ ซึ่งปัจจุบันค่า DNA-DNA relatedness ที่สูงกว่าร้อยละ 70 ถูกใช้เป็นเกณฑ์ที่ยอมรับสำหรับการกำหนดสายพันธุ์ให้เป็นสายพันธุ์เดียวกัน (Wayne *et al.*, 1987)

2.5 สารทุติยภูมิและการสังเคราะห์สารทุติยภูมิจากแอกติโนมัยสีท

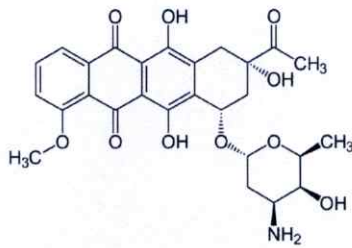
เป็นที่ทราบกันดีว่าแอกติโนมัยสีทสามารถผลิตสารทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย โดยในกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มาจากจุลินทรีย์ประมาณ 22,500 ชนิดนั้น พบว่ามาจากแอกติโนมัยสีทประมาณ 10,100 ชนิด (Berdy, 2005 ; Dharmaraj, 2010) ซึ่งสารที่ได้จากแอกติโนมัยสีทนั้นส่วนใหญ่ได้มาจากสกุล *Streptomyces* ซึ่งเป็นสกุลที่พบการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม รวมถึงมีจำนวนสปีชีส์มากที่สุดในบรรดาแอกติโนมัยสีททั้งหมด (Dharmaraj, 2010) โดยสารกลุ่มหลักที่แอกติโนมัยสีทสร้างขึ้นนั้น คือ สารในกลุ่มโพลีคีไทด์ (ร้อยละ 40 ของทั้งหมด) (Hranueli *et al.*, 2001) โดยโพลีคีไทด์เป็นสารทุติยภูมิที่มีโครงสร้างหลากหลายทั้งแบบวงแหวนอะโรมาติก (aromatic) ไปจนถึงวงแหวนแลคโตนที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่ (macrocyclic lactones) ซึ่งสารเหล่านี้เกิดขึ้นจากการควบแน่น (condensation) หน่วยของอะซิเตต (acetate) มาโลเนต (malonate) และโพรไพโอเนต (propionate) ซึ่งอาศัยการทำงานของเอนไซม์ ที่เรียกว่า โพลีคีไทด์ซินเทส (polyketide synthases, PKSs) ซึ่งเอนไซม์โพลีคีไทด์ซินเทสนี้เป็นตัวกำหนดการสังเคราะห์สารตั้งแต่การเลือกหน่วยเริ่มต้น (starter unit) และหน่วยต่อเติม (extender unit) ความยาวของสายคาร์บอน การสร้างวงแหวนในโครงสร้างสาร ระดับของกระบวนการรีดักชัน และการสิ้นสุดการสังเคราะห์ เมื่อการทำงานของเอนไซม์โพลีคีไทด์ซินเทสสิ้นสุดลงจะเกิดกระบวนการต่อเติมโครงสร้างโดยเอนไซม์อื่นๆ ขึ้นภายหลัง เช่น การเติมหมู่น้ำตาล (glycosylation) การเติมหมู่เอซิล (acylation) การเติมหมู่แอลคิล (alkylation) และกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) ทำให้สารโพลีคีไทด์มีโครงสร้างที่หลากหลาย (Ridley and Khosla, 2009)

2.5.1 สารทุติยภูมิกลุ่มโพลีคีไทด์

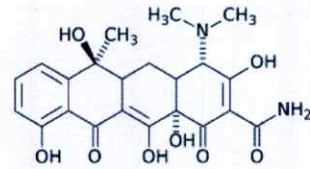
ตัวอย่างของสารโพลีคีไทด์ที่ใช้เป็นยาที่มีประสิทธิภาพในทางคลินิก ได้แก่ ยาปฏิชีวนะ (erythromycin A, rifamycin S) ยาคุมกำเนิด (rapamycin) ยาต้านเชื้อรา (amphotericin B) ยาต้านปรสิต (ivermectin) และยาต้านมะเร็ง (doxorubicin) โดยกลุ่มของสารโพลีคีไทด์ที่สร้างจากแอกติโนมัยสีท มีดังนี้

1) กลุ่มอะโรมาติกโพลีคีไทด์ (aromatic polyketides)

สารกลุ่มนี้มีโครงสร้างเป็นวงแหวนอะโรมาติก โดยส่วนใหญ่ถูกสังเคราะห์โดยเอนไซม์โพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 2 จาก *Streptomyces* (Rohr and Hertwec, 2010) ตัวอย่างสารอะโรมาติกโพลีคีไทด์จากแอกติโนมัยสีท เช่น daunorubicin (รูปที่ 2.4) จาก *Streptomyces peuetius* ซึ่งใช้เป็นยาต้านเซลล์มะเร็ง (Weiss, 1992) สารกลุ่ม tetracyclines (รูปที่ 2.4) จาก *Streptomyces* เป็นยาปฏิชีวนะที่ออกฤทธิ์กว้าง (broad-spectrum) ออกฤทธิ์แบบยับยั้งการเจริญของเชื้อ (bacteriostatic) โดยไปยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน (Finlay *et al.*, 1950 ; Sneader, 2005) และสารกลุ่ม pradimicins จาก *Actinomadura spinosa* และ *Actinomadura hibisa* มีฤทธิ์กว้างในการยับยั้งเชื้อราและไวรัส (Walsh and Giri, 1977)



Daunorubicin

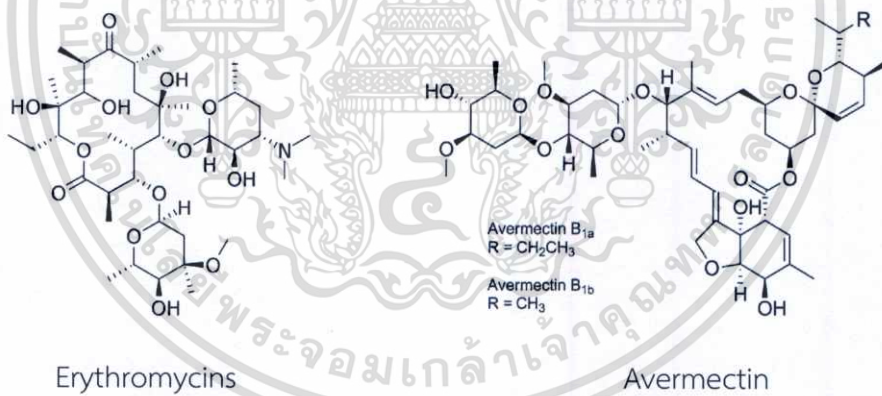


Tetracyclines

รูปที่ 2.4 โครงสร้างของสารกลุ่มอะโรมาติกโพลีคีไทด์ที่สร้างจากแอคติโนมัยซีท

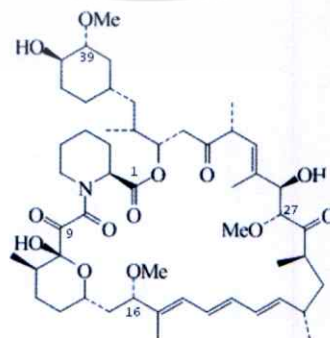
2) กลุ่มแมโครไลด์ (macrolides)

สารกลุ่มนี้มีโครงสร้างเป็นวงแหวนแลคโตนขนาดใหญ่ โครงสร้างมักมีโมเลกุลของน้ำตาลมาเชื่อมต่อกับตัวอย่างของสารกลุ่มแมโครไลด์ที่สร้างจากแอคติโนมัยซีท เช่น erythromycins (รูปที่ 2.5) จาก *Saccharopolyspora erythraea* ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก โดยออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน (El-Enshasy *et al.*, 2008) avermectin (รูปที่ 2.5) ซึ่งได้จาก *Streptomyces avermectinius* มีศักยภาพในการฆ่าพยาธิและเป็นสารฆ่าแมลง (Takahashi *et al.*, 2002) และ rapamycin (รูปที่ 2.5) มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง ซึ่งแยกได้ครั้งแรกจาก *Streptomyces hygroscopicus* (Vezina *et al.*, 1975)



Erythromycins

Avermectin



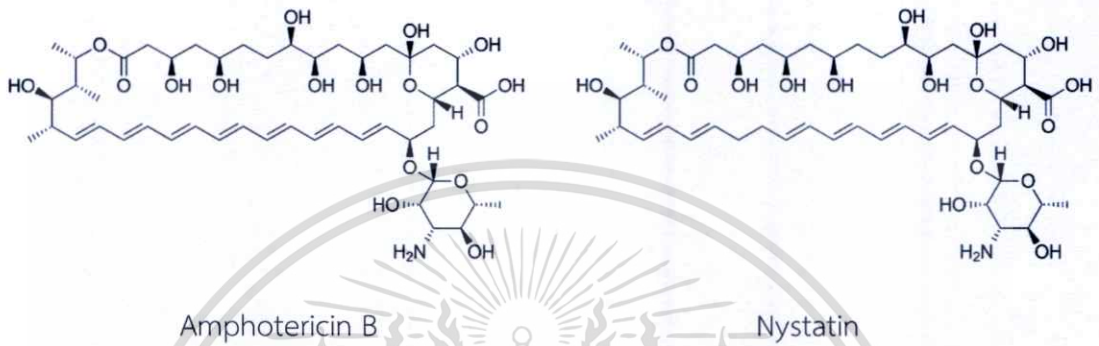
Rapamycin

รูปที่ 2.5 โครงสร้างของสารกลุ่มแมโครไลด์ที่สร้างจากแอคติโนมัยซีท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แมคโครไซคลิกโพลีอิน (macrocyclic polyenes)

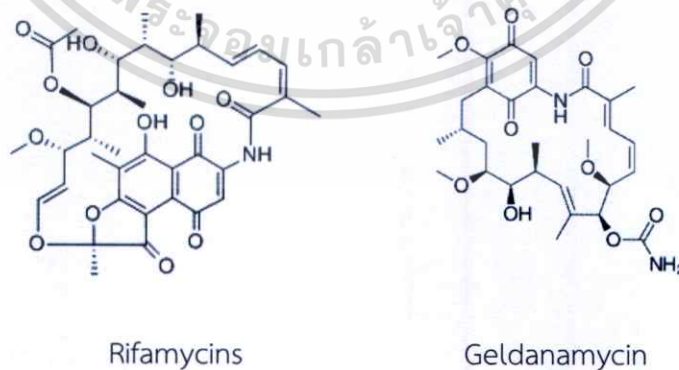
แมคโครไซคลิกโพลีอิน เป็นสารกลุ่มแมคโครไลด์ที่โครงสร้างมีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยวหลายจุด (conjugated double bonds) ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้ เช่น amphotericin และ nystatin (รูปที่ 2.6) จาก *Streptomyces nodosus* และ *Streptomyces noursei* ตามลำดับ ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อรา โดยออกฤทธิ์ทำลายผนังเซลล์ (Hazen and Brown, 1950 ; Ab-Satah, 1996)



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของสารกลุ่มแมคโครไซคลิกโพลีอินที่สร้างจากแอคติโนมัยซีท

4) กลุ่มแอนซามัยซิน (ansamycins)

โครงสร้างของสารกลุ่มแอนซามัยซินประกอบด้วยอะโรมาติกโมอีตี (aromatic moiety) เชื่อมต่อกันด้วยสายอะลิฟาติก (aliphatic chain) โดยสารตัวแรกในกลุ่มนี้ที่ถูกค้นพบ คือ rifamycins (รูปที่ 2.7) จาก *Streptomyces mediterranei* ซึ่งมีศักยภาพในการต้านเชื้อวัณโรค (Margalith and Beretta, 1960) นอกจากนี้ยังมี geldanamycin (รูปที่ 2.7) จาก *Streptomyces hygroscopicus* ที่มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง (Vega and Maio, 2003) โดยสารกลุ่มนี้ถูกสังเคราะห์มาจากเอนไซม์โพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 (He *et al.*, 2006)

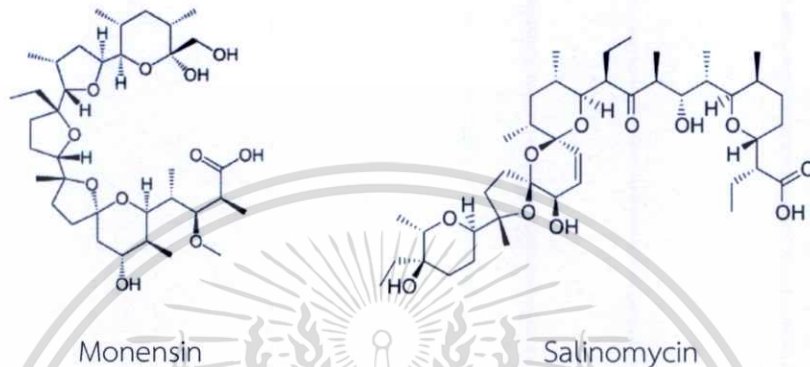


รูปที่ 2.7 โครงสร้างของสารกลุ่มแอนซามัยซินที่สร้างจากแอคติโนมัยซีท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) กลุ่มโพลีเอเทอร์ (polyethers)

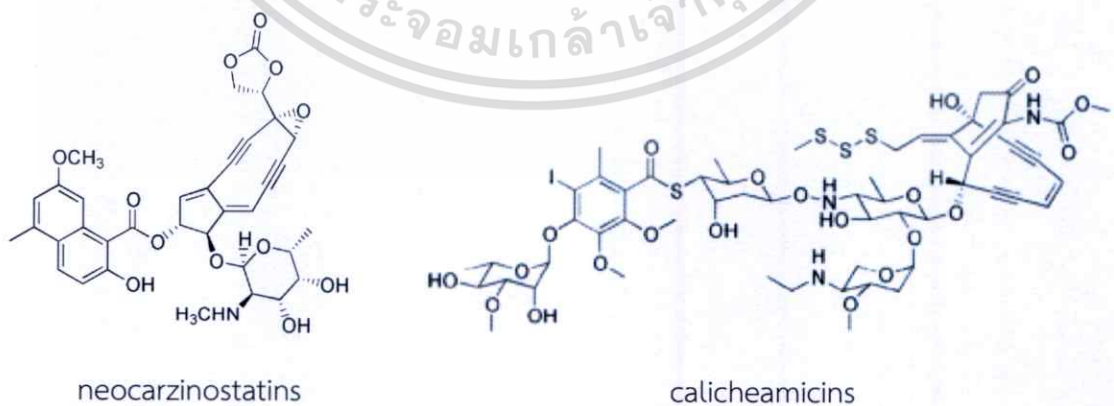
โครงสร้างของสารในกลุ่มโพลีเอเทอร์ประกอบด้วยอีเทอร์ (ether group) มากกว่าหนึ่ง พบว่าสร้างเฉพาะในแอคติโนมัยซีท โดยมีฤทธิ์แบบกว้าง และมีศักยภาพที่โดดเด่นในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียดื้อยา ปรสิต และมะเร็ง ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ เช่น monensin (รูปที่ 2.8) จาก *Streptomyces cinnamonensis* และ salinomycin (รูปที่ 2.8) จาก *Streptomyces albus* และยังมี maduramycin จาก *Actinomadura rubra* (Droumev, 1983)



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของสารกลุ่มโพลีเอเทอร์ที่สร้างจากแอคติโนมัยซีท

6) กลุ่ม enediynes

enediynes เป็นกลุ่มสารจากธรรมชาติที่มีศักยภาพในการต้านเซลล์มะเร็งและจุลินทรีย์ เช่น neocarzinostatin calicheamicins esperamicins dynemicins lidamycin และ kedarcidin เป็นต้น ตัวอย่างโครงสร้างของสารในกลุ่มนี้แสดงในรูปที่ 2.9 โดยสารกลุ่มนี้ถูกสังเคราะห์มาจากเอนไซม์โพลีคีโตนเทสชนิดที่ 1 แบบ iterative แอคติโนมัยซีทสกุลที่สร้างกลุ่มนี้ได้แก่ *Streptomyces Micromonospora* และ *Actinomadura* (Van-Lanen and Shen, 2008 ; Horsman et al., 2009)



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของสารกลุ่ม enediynes ที่สร้างจากแอคติโนมัยซีท

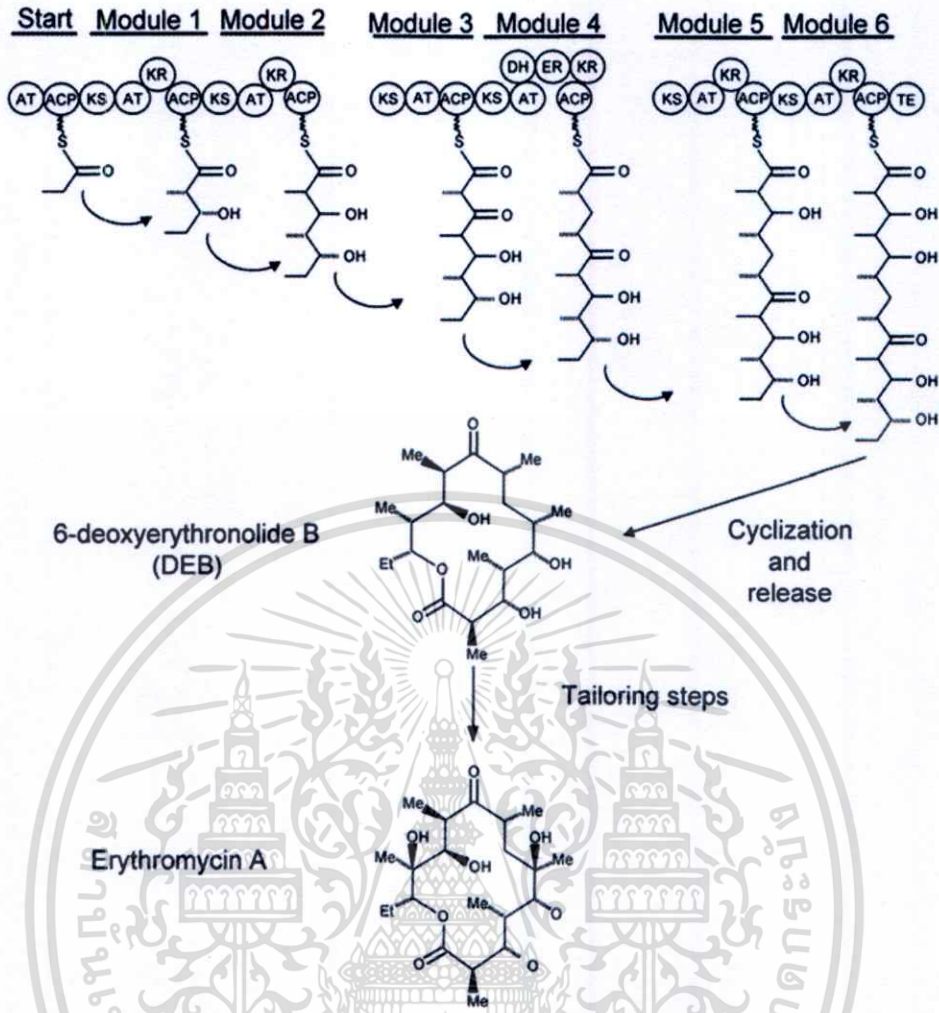
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 เอนไซม์และยีนโพลีคีไทด์ซินเทส

เอนไซม์โพลีคีไทด์ซินเทส สามารถแบ่งกลุ่มได้ตามลักษณะโครงสร้างของเอนไซม์ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เอนไซม์เหล่านี้ถูกสังเคราะห์มาจากยีนโพลีคีไทด์ซินเทส โดยเอนไซม์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด (Hill and Staunton, 2010 ; Hertweck, 2009) ดังนี้

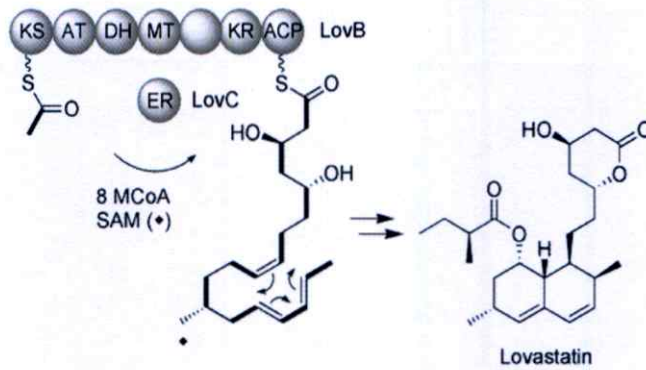
2.5.2.1 เอนไซม์โพลีคีไทด์ซินเทส ชนิดที่ 1 (type I PKSs) เอนไซม์ในกลุ่มนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) modular type I PKSs เอนไซม์นี้มีขนาดใหญ่และมีหลายหน้าที่ (multifunctional enzyme) ประกอบด้วยหลายโมดูล (module) แต่ละโมดูลประกอบด้วยโดเมน (domain) หลักอย่างน้อย 3 โดเมน ได้แก่ คีโตซินเทส (KS) เอซิลทรานสเฟอเรส (AT) และเอซิลแคเรียอร์โปรตีน (ACP) แต่ละโมดูลอาจจะประกอบด้วยโดเมนที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดรีดักชันของหมู่คีโต ได้แก่ คีโตรีดักเทส (KR) ดีไฮดราเทส (DH) และอีโนอิลรีดักเทส (ER) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนหมู่คีโตเป็นไฮดรอกซิล (hydroxyl) อีโนอิล (enoyl) และอัลคิล (alkyl) ตามลำดับ โดยอาจมีหรือไม่มีโดเมนเหล่านี้ก็ได้ สารโพลีคีไทด์ที่สังเคราะห์ได้จากเอนไซม์นี้จะมีโครงสร้างเป็นวงแหวนแลคโตน ตัวอย่างของเอนไซม์นี้ คือ การสังเคราะห์ erythromycin (รูปที่ 2.10) โดยเอนไซม์ 6-deoxyerythronolide B synthase (DEBS) เริ่มจากการสร้างสายโพลีคีไทด์จากหน่วยเริ่มต้น 1 โมเลกุล คือ propionyl-CoA และหน่วยต่อเติม 6 โมเลกุล คือ methylmalonyl-CoA เรียงตามลำดับการทำงานของแต่ละโมดูลอย่างต่อเนื่องจนถึงโมดูลสุดท้าย โดยเอนไซม์นี้มี 6 โมดูล แต่ละโมดูลมีโดเมนหลัก คือ KS AT และ ACP นอกจากโดเมนหลักนี้แล้วในโมดูลที่ 1 2 5 และ 6 ยังมีโดเมน KR ซึ่งทำหน้าที่รีดิวส์หมู่คีโตไปเป็นหมู่ไฮดรอกซิล ขณะที่โมดูลที่ 4 มีทั้งโดเมน DH ER และ KR ทำหน้าที่รีดิวส์หมู่คีโตไปเป็นพันธะเดี่ยว แต่สำหรับโมดูลที่ 3 ไม่มีโดเมน KR ทำให้มีหมู่คีโตคงอยู่ ส่วนหน้าของโมดูลที่ 1 เป็นโดเมนเริ่มต้นประกอบด้วย AT และ ACP ทำหน้าที่ส่งหน่วยเริ่มต้นและหน่วยต่อเติมตัวแรกเข้ามาที่ DEBS ส่วนที่ปลายของโมดูลที่ 6 มีโดเมนไทโอเอสเทอเรส (TE) ทำหน้าที่ปล่อยสายโพลีคีไทด์ที่สังเคราะห์เสร็จสมบูรณ์แล้วเชื่อมกันเป็นวงแลคโตนของ 6-deoxyerythronolide B (6dEB) จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการดัดแปลงในตอนที่ (post-modification) โดยเอนไซม์อื่นที่ไม่ใช่โพลีคีไทด์ซินเทส ได้แก่ การเติมหมู่ไฮดรอกซิล และน้ำตาลให้เป็น erythromycin A ซึ่งมีสมบัติเป็นยาปฏิชีวนะต่อไป (Donadio *et al.*, 1991)



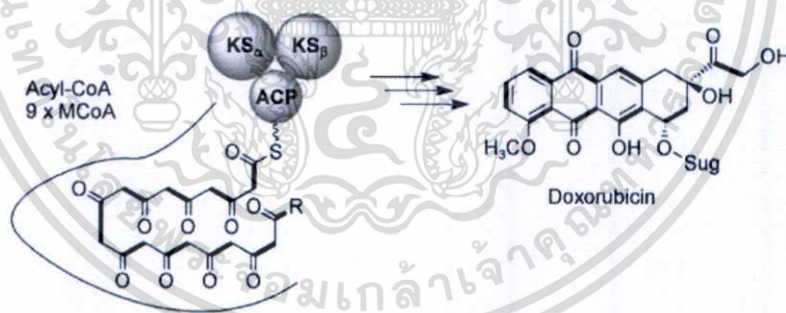
รูปที่ 2.10 การสังเคราะห์ erythromycin และการเรียงตัวของเอนไซม์ DEBS (Hopwood, 1997)

2) Iterative type I PKSs เอนไซม์ประกอบด้วยโดเมนที่เรียงต่อกัน ได้แก่ KS AT DH MT (methyl transferase) KR และ ACP โดยมีบางโดเมนทำหน้าที่สังเคราะห์สารซ้ำๆ ระดับการเกิดกระบวนการรีดักชันสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละหน่วยของการสังเคราะห์ โดยโครงสร้างสารที่สร้างเป็นวงแหวนอะโรมาติก เช่น สารกลุ่ม enediynes ตัวอย่างของเอนไซม์ในกลุ่มนี้คือ การสังเคราะห์ lovastatin ซึ่งพบในเชื้อรา (รูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.11 การสังเคราะห์ lovastatin และการเรียงตัวของเอนไซม์ (Hertweck, 2009)

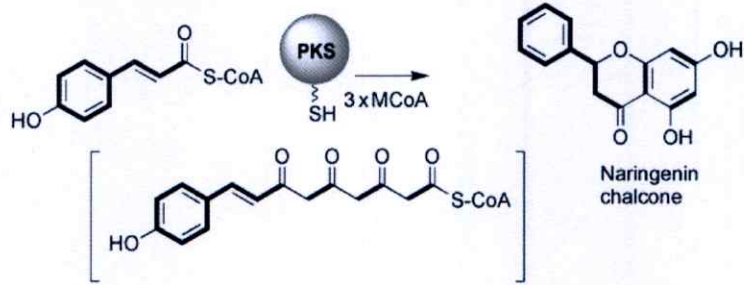
2.5.2.2 เอนไซม์โพลีคีโตนซินเทส ชนิดที่ 2 (type II PKSs) หรือ Iterative polyketide synthases ประกอบด้วยโดเมนเดี่ยวหลายชนิดที่มีหน้าที่ต่างกัน โดยแต่ละโดเมนจะทำหน้าที่แยกออกจากกัน โดยมีเอนไซม์หลักคือ KS และ ACP สำหรับ KS จะมีสองหน่วยคือ KS_{α} และ KS_{β} โดย KS_{α} ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการควบแน่น ส่วน KS_{β} ทำหน้าที่เป็น chain length determination factor นอกจากนี้ยังประกอบด้วย KR และ cyclase/aromatase เพื่อสร้างวงแหวนอะโรมาติก เอนไซม์ชนิดนี้จะสร้างสายโพลีคีโตนด์ซ้ำๆ ตามความยาวที่กำหนด สารโพลีคีโตนด์ที่สังเคราะห์ได้จากเอนไซม์นี้จะมีโครงสร้างเป็นวงแหวนอะโรมาติกหลายวงต่อกัน ตัวอย่างของเอนไซม์ในกลุ่มนี้ คือ การสังเคราะห์ doxorubicin จาก *Streptomyces peucetius* (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 การสังเคราะห์ doxorubicin และการเรียงตัวของเอนไซม์ (Hertweck, 2009)

2.5.2.3 เอนไซม์โพลีคีโตนซินเทส ชนิดที่ 3 (type III) ประกอบด้วยโดเมน KS เป็นหลัก ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการควบแน่น และไม่อาศัย ACP ในการทำงาน สามารถทำงานได้โดยตรงจากสารตั้งต้นซึ่งเป็น CoA-thioester เอนไซม์นี้คล้ายกับเอนไซม์ซาลโคนซินเทส (chalcone synthase, CHS) ซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์สารตั้งต้นของฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ในพืช สารโพลีคีโตนด์ที่สังเคราะห์ได้จากเอนไซม์นี้จะมีโครงสร้างเป็นวงแหวนอะโรมาติกขนาดเล็ก ตัวอย่างของเอนไซม์ในกลุ่มนี้ คือ การสังเคราะห์ naringenin chalcone ในพืช (รูปที่ 2.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การสังเคราะห์ naringenin chalcone และการเรียงตัวของเอนไซม์ (Hertweck, 2009)

2.6 พืชวงศ์ขิง

พืชวงศ์ขิง เป็นพืชในวงศ์ *Zingiberaceae* ที่มีสมาชิกมากที่สุดในอันดับ *Zingiberales* มีสมาชิกประมาณ 52 สกุล มากกว่า 1,300 ชนิด (Delin and Larsen, 2000) และในประเทศไทยพบว่ามีความหลากหลายประมาณ 26 สกุล 300 ชนิด (Larsen and Larsen, 2006) พืชวงศ์ขิงเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม (aromatic herb) พบเจริญในพื้นที่ชุ่มชื้นเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน ซึ่งมีความหลากหลายมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พืชวงศ์ขิงหลายชนิดมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ใช้สำหรับผลิตเป็นเครื่องเทศ น้ำหอม สีย้อม อาหาร และยา หลายชนิดใช้ปลูกเป็นไม้ประดับหรือเป็นไม้ตัดดอก ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีรายงานหลายฉบับที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิง เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และฤทธิ์กระตุ้นให้เกิดระบบภูมิคุ้มกัน (Norajit *et al.*, 2007 ; Sekiwa *et al.*, 2000 ; Nguetack *et al.*, 2004 ; Jirovetz *et al.*, 2003 ; Scartezini *et al.*, 2000 ; Negi *et al.*, 1999)

ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้จากพืชวงศ์ขิงที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น น้ำมันจากรากของข่า (*Alpinia galangal*) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (anticarcinogenic) (Zheng *et al.*, 1993) น้ำมันหอมระเหยจาก *Kaempferia galangal* มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา (Asolkar, 1992) สารที่แยกได้จากขมิ้นอ้อย (*Curcuma zedoria*) คือ Ethyl-p-methoxy cinnamate มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Trichophyton rubrum* *Aspergillus niger* *Aspergillus fumigatus* *Epidermophyton floccosum* *Penicillium purpurogenum* *Saccharomyces cerevisiae* *Trigonopsis variabilis* *Microsporum gypseum* *Sclerotium rolfsii* *Geotrichum candidae* และ *Fusarium oxysporum* (Gupta *et al.*, 1976) สารที่ได้จากขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่เรียกว่า turmerin เป็นสารต้านมะเร็ง ลดไข้ และลดอาการแพ้ (anti-allergic) และ curcumin ที่มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง และต้านการอักเสบ (Srimal and Dhawan, 1973 ; Wilken *et al.*, 2011) และนอกจากนี้เหง้าของขมิ้นชันยังมีประโยชน์ในการนำไปใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย (Velayudhan *et al.*, 1994)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การเก็บตัวอย่างพืช การแยก และการเก็บรักษาเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท

3.1.1 การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างพืชวงศ์ขิงจำนวน 20 ชนิดจากหลายพื้นที่ใน 8 จังหวัดของประเทศไทย (ตารางที่ 3.1) โดยทำการเก็บตัวอย่างพืชที่มีความสมบูรณ์ปราศจากโรคลงในถุงพลาสติกสะอาดและนำกลับสู่ห้องปฏิบัติการ จากนั้นล้างเศษดินออกจากตัวอย่างพืชด้วยน้ำประปาและเก็บตัวอย่างพืชที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งทำการแยกเชื้อ

3.1.2 การแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท

ตัดแบ่งชิ้นส่วนพืชวงศ์ขิงออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ราก เหง้า ลำต้น และใบ จากนั้นทำการตัดแต่ละชิ้นส่วนให้มีขนาด $1 \times 1 \times 1$ เซนติเมตร นำแต่ละชิ้นส่วนที่ตัดแล้วล้างด้วยสารละลาย tween 20 ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 เป็นเวลา 30 วินาที และล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อจำนวน 2 ครั้ง จากนั้นทำการฟอกฆ่าเชื้อโดยล้างด้วยเอทานอล (ethanol) ความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 10 นาที (สำหรับใบและลำต้น) หรือ 13 นาที (สำหรับเหง้าและราก) แล้วล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (sodium hypochlorite) ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (สำหรับใบและลำต้น) หรือ 13 นาที (สำหรับเหง้าและราก) จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ จำนวน 3 ครั้ง บดตัวอย่างที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วด้วยโกร่งที่ปราศจากเชื้อ เติมน้ำกลั่นปราศจากเชื้อลงไปผสมเล็กน้อย ดูดสารละลายที่ได้เกลี่ยลงบนอาหาร starch casein agar (ภาคผนวก ก) อาหารสูตรดัดแปลง humic acid-vitamin agar (ภาคผนวก ก) และอาหารสูตรดัดแปลง soil extract agar (Suriyachadkun *et al.*, 2009; ภาคผนวก ก) ที่เติมยาปฏิชีวนะกรดนาลิดิซิก (nalidixic acid) ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนสแตติน (nystatin) ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และเทอไบนาฟิน (terbinafin) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร นำน้ำที่ใช้ล้างชิ้นส่วนที่ฟอกฆ่าเชื้อในครั้งสุดท้ายมาเพาะลงบนอาหารดั่งที่กล่าวมานี้ด้วยเพื่อเป็นชุดควบคุม (control) บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

หลังจากบ่มจานอาหารเพาะเชื้อจนครบเวลา 30 วันแล้ว ตรวจสอบและคัดเลือกโคโลนีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทภายใต้กล้องจุลทรรศน์ซึ่งต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) กำลังขยาย 400 เท่า นำเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทมาเลี้ยงเพิ่มจำนวนและทำให้เชื้อบริสุทธิ์ (pure culture) โดยเลี้ยงบนอาหาร yeast extract-malt extract agar (ISP 2) (Shirling and Gottlieb, 1966; ภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างพืชวงศ์ขิงที่เก็บได้จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย

ตัวอย่างพืช	รหัส	แหล่งที่เก็บ
<i>Alpinia galangal</i> (Galangal ; ข่า)	AS1 AG2	อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดอยุธยา อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี
<i>Amomum krervanh</i> (Cardamom ; กระวาน)	AK1	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
<i>Alpinia nigra</i> (Kala ; กะลา)	AN1, AN3 AN2	เกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี สวนสมุนไพรรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
<i>Alpinia purpurata</i> (Red Ginger ; ขิงแดง)	AP1	สวนสมุนไพรรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
<i>Amomum xanthioides</i> (เร่ว)	AX1	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
<i>Boesenbergia rotunda</i> (Fingerroot ; กระชาย)	BR2 BR3	อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดอยุธยา อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี
<i>Curcuma longa</i> (Turmeric ; ขมิ้นชัน)	CL1 CL2 CL3	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี
<i>Curcuma parviflora</i> (กระเจียวขาว)	CP1	อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี
<i>Curcuma xanthorrhiza</i> (ว่านขมิ้นคุดลูก)	CX1	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
<i>Curcuma zedoaria</i> (Zedoary ; ขมิ้นอ้อย)	CZ1	อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี
<i>Etlingera elatior</i> (Torch ginger ; ดาหลา)	EE1	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
<i>Hedychium coronarium</i> (Butterfly lily ; มหาหงส์)	HC1	อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี
<i>Kaempferia elegans</i> (ว่านนกคุ้ม)	KE1 KE2	อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
<i>Kaempferia galanga</i> (Sand ginger ; เปราะหอม)	KG1	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
<i>Kaempferia larsenii</i> (เปราะราศี)	KK1	อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี
<i>Kaempferia marginata</i> (เปราะป่า)	KM1	อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี
<i>Stahlianthus campanulatus</i> (ว่านดอกดิน)	SC1	อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี
<i>Zingiber montanum</i> (Phlai ; ไพล)	ZM1 ZM2 ZM3	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก สวนสมุนไพรรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี
<i>Zingiber officinale</i> (Ginger ; ขิง)	ZO1	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
<i>Zingiber zerumbet</i> (Shampoo Ginger ; กระเทียม)	ZZ1 ZZ2	สวนสมุนไพรร อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การเก็บรักษาเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท

เก็บรักษาเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่บริสุทธิ์แล้ว โดยเลี้ยงในหลอดอาหารเอียง (slant) yeast extract-malt extract agar ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บไว้ศึกษา (working stock) และเลี้ยงบนอาหารสูตรดัดแปลง soil extract agar ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน เพื่อกระตุ้นให้เชื้อสร้างสปอร์ จากนั้นตัดชิ้นวันที่มีเชื้อเจริญเก็บลงในหลอดที่บรรจุสารละลายกลีเซอรอล (glycerol) ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน

3.2 การศึกษาอนุกรมวิธานของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท

การศึกษานุกรมวิธานของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท ประกอบด้วยการศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ (phenotypic characteristics) การศึกษาลักษณะทางเคมีไทป์ (chemotypic characteristics) และการศึกษาลักษณะทางจีโนไทป์ (genotypic characteristics) โดยเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีททั้งหมดที่แยกได้จะถูกนำมาศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์เพื่อจัดบันทึกรายละเอียดของเชื้อ (ยกเว้นการใช้แหล่งคาร์บอนจะทดสอบเฉพาะเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่ถูกคัดเลือก) และนำมาพิสูจน์เอกลักษณ์ในระดับสกุล (genus) โดยศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rRNA gene คัดเลือกเชื้อที่น่าสนใจโดยดูจากผลการพิสูจน์เอกลักษณ์ในระดับสกุลมาศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ เคมีไทป์ และจีโนไทป์ เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ในระดับสปีชีส์ (species)

3.2.1 การศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ (phenotypic characteristics)

การศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ ได้แก่ การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา (morphological characteristics) การศึกษาลักษณะการเจริญ (cultural characteristics) และ การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมี (biochemical and physiological characteristics) (Arai, 1975 ; Shirling and Gottlieb, 1966) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1.1 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา

นำเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ทั้งหมดมาเลี้ยงบนอาหารสูตรดัดแปลง soil extract agar โดยวิธี crosshatch streaks (Shirling and Gottlieb, 1966) แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน หลังจากบ่มตรวจดูลักษณะของสปอร์และเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่มีเลนส์ส่องระยะใกล้ (Leica DM750, Leica, Germany) ด้วยกำลังขยาย 400 เท่า นำเชื้อที่ถูกคัดเลือกมาตรวจดูลักษณะสัณฐานวิทยาเพิ่มเติมโดยนำโคลนของเชื้อที่เจริญบนอาหารสูตรดัดแปลง soil extract agar มาเตรียมตัวอย่างตามวิธีการของ Itoh *et al.* (1989) จากนั้นเคลือบผิวตัวอย่างด้วยอนุภาคทองคำโดยใช้เครื่อง ion coater และส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) (JSM-5410 LV, JEOL, Japan)

3.2.1.2 การศึกษาลักษณะการเจริญ

ตรวจสอบลักษณะการเจริญของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสัทที่แยกได้ทั้งหมด โดยเลี้ยงบนอาหารต่างๆ (Shirling and Gottlieb, 1966; ภาคผนวก ก) ได้แก่ อาหาร yeast extract - malt extract agar (ISP2) อาหาร oatmeal agar (ISP3) อาหาร inorganic salts - starch agar (ISP4) อาหาร glycerol-asparagine agar (ISP5) อาหาร peptone-yeast extract iron agar (ISP6) อาหาร tyrosine agar (ISP7) อาหาร glucose asparagines agar อาหาร czapek's sucrose agar และอาหาร nutrient agar ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เปรียบเทียบสีของเส้นใยอากาศ (aerial mycelium) เส้นใยอาหาร (substrate mycelium) และสีของรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ (soluble pigments) กับกระดาศสีมาตรฐาน NBS/IBCC color system (Kelly, 1964)

3.2.1.3 การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

3.2.1.3.1 ความสามารถในการย่อยแป้ง (starch hydrolysis)

เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสัทที่แยกได้ทั้งหมดบนอาหาร inorganic salts-starch agar (ISP4) (Shirling and Gottlieb, 1966; ภาคผนวก ก) ที่มีแป้งเป็นแหล่งคาร์บอน บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เทสารละลายไอโอดีนลงบนผิวอาหาร หากเชื้อสามารถย่อยแป้งได้จะเกิดโซนใสรอบโคโลนี ส่วนบริเวณที่ไม่ถูกย่อยจะเกิดสีน้ำเงิน

3.2.1.3.2 ความสามารถในการย่อยเจลาติน (gelatin liquefaction)

เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสัทที่แยกได้ทั้งหมดในอาหาร bouillon gelatin broth (Arai, 1975; ภาคผนวก ก) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน ตรวจสอบโดยนำหลอดอาหารไปวางที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หากมีการย่อยเจลาตินอาหารจะมีลักษณะเหลว หากไม่มีการย่อยเจลาตินอาหารจะมีลักษณะแข็ง

3.2.1.3.3 ความสามารถในการรีดิวซ์ไนเตรต (nitrate reduction)

เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสัทที่แยกได้ทั้งหมดในอาหาร peptone KNO_3 broth (Arai, 1975; ภาคผนวก ก) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ทดสอบการรีดิวซ์ไนเตรตโดยหยด sulfanilic acid (ภาคผนวก ข) จำนวน 2 หยด และสารละลาย *N,N*-dimethyl-1-naphthylamine (ภาคผนวก ข) จำนวน 3 หยด หากเชื้อมีการเปลี่ยนรูปไนเตรต (NO_3^-) เป็นไนไตรต์ (NO_2^-) สีของอาหารจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือสีแดง

3.2.1.3.4 ความสามารถในการย่อยโปรตีนในนม (milk peptonization)

เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสัทที่แยกได้ทั้งหมดในอาหารเหลว skim milk ความเข้มข้นร้อยละ 10 (ภาคผนวก ก) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน หากเชื้อสามารถย่อยโปรตีนในนมได้อาหารจะมีลักษณะใส

3.2.1.3.5 การใช้แหล่งคาร์บอน (carbon utilization)

เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่ถูกคัดเลือกบนอาหาร basal agar medium (ISP9) (Shirling and Gottlieb, 1966; ภาคผนวก ก) ซึ่งเติมแหล่งคาร์บอน (carbon sources) ความเข้มข้นร้อยละ 1 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน โดยแหล่งคาร์บอนที่ใช้ทดสอบ มีดังนี้

ชุดควบคุมเชิงลบ (negative control) คือ ไม่เติมแหล่งคาร์บอน

ชุดควบคุมเชิงบวก (positive control) คือ D-glucose

D-cellobiose	D-fructose	D-galactose	D-mannose
D-melibiose	D-raffinose	D-ribose	D-salicin
D-xylose	L-arabinose	L-rhamnose	Glycerol
Inositol	Lactose	Mannitol	Sucrose

เตรียมเซลล์ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่ต้องการทดสอบ โดยล้างเซลล์ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อจำนวน 2 รอบ เพื่อล้างอาหาร yeast extract-malt extract agar ที่เชื้อใช้ในการเจริญออก หลังจากนั้นละลายเชื้อในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ นำสารละลายเชื้อที่ได้ปริมาตร 10 ไมโครลิตร หยดลงบนผิวอาหารที่ต้องการทดสอบแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ตรวจสอบโดยเปรียบเทียบการเจริญของเชื้อบนอาหารที่เติมแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ กับการเจริญบนอาหารชุดควบคุมเชิงลบและชุดควบคุมเชิงบวก โดยบันทึกผลการตรวจสอบดังนี้

- 1) ผลบวก (positive utilization, +) เมื่อเจริญบนอาหารที่เติมแหล่งคาร์บอนที่ใช้ทดสอบได้เท่ากับหรือดีกว่าชุดควบคุมเชิงบวก
- 2) ผลบวกอย่างอ่อน (weakly positive utilization, w) เมื่อเจริญบนอาหารที่เติมแหล่งคาร์บอนที่ใช้ทดสอบได้ดีกว่าอาหารชุดควบคุมเชิงลบแต่เจริญได้น้อยกว่าอาหารชุดควบคุมเชิงบวก
- 3) ผลลบ (negative utilization, -) เมื่อเจริญบนอาหารที่เติมแหล่งคาร์บอนที่ใช้ทดสอบได้เท่ากับหรือน้อยกว่าชุดควบคุมเชิงลบ

3.2.1.3.6 ความสามารถในการเจริญบนอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ (NaCl tolerance)

เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่แยกได้ทั้งหมดบนอาหาร yeast extract-malt extract agar (ISP2) ที่เติม NaCl ความเข้มข้นร้อยละ 1-15 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการเจริญของเชื้อ

3.2.1.3.7 ความสามารถในการเจริญบนอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างในระดับต่างๆ (pH tolerance)

เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่แยกได้ทั้งหมดบนอาหาร yeast extract-malt extract agar (ISP2) ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 4 5 6 7 8 9 และ 10 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการเจริญของเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3.8 ความสามารถในการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ (temperature tolerance)

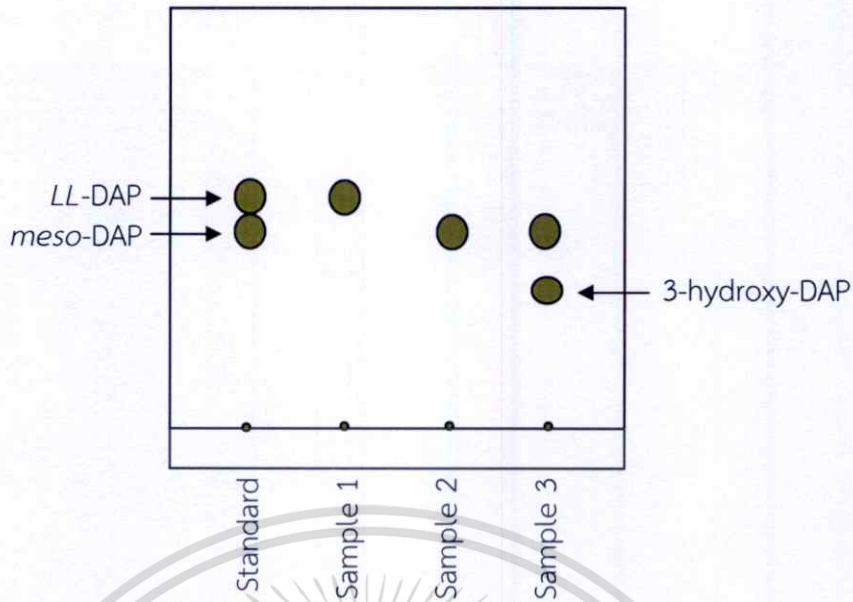
เลี้ยงเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ทั้งหมดบนอาหาร yeast extract-malt extract agar (ISP2) แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 20 25 30 37 40 45 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการเจริญของเชื้อ

3.2.2 การศึกษาลักษณะทางเคโมไทป์ (chemotypic characteristics)

นำเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่ถูกคัดเลือกมาเลี้ยงในอาหาร yeast extract-malt extract broth บนเครื่องเขย่าความเร็ว 200 รอบต่อนาที (rpm) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นเก็บเซลล์โดยการปั่นเหวี่ยง แล้วล้างเซลล์ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อจำนวน 5 ครั้ง และขั้นตอนสุดท้ายทำเซลล์ให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dryer) นำเซลล์แห้ง (freeze-dried cells) ที่ได้มาศึกษาลักษณะทางเคโมไทป์ในหัวข้อ 3.2.2.1 ถึง 3.2.2.7

3.2.2.1 การวิเคราะห์ไอโซเมอร์ของกรดไดอะมิโนพิเมลิกที่ผนังเซลล์ (diaminopimelic acid analysis)

ย่อยเซลล์แห้งน้ำหนัก 10 มิลลิกรัม ด้วย 6N HCl ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็น จากนั้นกรอง แล้วนำสารละลายที่ได้ไประเหยให้แห้งโดยเครื่อง rotary evaporator ละลายตัวอย่างที่แห้งแล้วด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำไประเหยให้แห้งอีกครั้ง สุดท้ายละลายตัวอย่างที่แห้งด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 400 ไมโครลิตร นำสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน (2, 6-Diaminopimelic acid : mixture of *LL* and *meso* isomer ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จุดลงบนแผ่น HPTLC cellulose (Merck, no. 5716) ขนาด 10×10 เซนติเมตร นำแผ่น TLC ที่ได้มาจุ่มลงในตัวทำละลายผสม methanol : water : 6N HCl : pyridine ในอัตราส่วน 80 : 26 : 4 : 10 ทิ้งไว้จนตัวทำละลายผสมเคลื่อนที่ไปจนถึงขอบเขตที่กำหนด (ห่างจากขอบ 1 มิลลิเมตร) รอให้แห้งแล้วดีเวลลอป (develop) ซ้ำอีก 1 ครั้ง นำแผ่น TLC ที่ได้มาฉีดพ่น (spray) ด้วย ninhydrin reagent (ภาคผนวก ข) รอให้แห้งแล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ตรวจสอบจุดของสารที่เกิดขึ้นเทียบกับจุดของสารมาตรฐานกรดไดอะมิโนพิเมลิกไอโซเมอร์ต่างๆ (Komagata and Suzuki, 1987) โดยจุดของกรดไดอะมิโนพิเมลิกจะมีสีเขียวเข้ม ซึ่งตำแหน่งของ *meso*-DAP จะอยู่ต่ำกว่า *LL*-DAP และสูงกว่า 3-hydroxy-DAP ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งไอโซเมอร์ของกรดไดอะมิโนพิเมสิกบนแผ่น HPTLC

3.2.2.2 การวิเคราะห์ชนิดของเอซิลที่ผนังเซลล์ (cell wall acyl type)

ย่อยเซลล์แห้งน้ำหนัก 10 มิลลิกรัม ด้วย 6N HCl ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากเย็นแล้วนำตัวอย่างที่ได้ใส่ลงในคอลัมน์ที่บรรจุ Dowex (CH₃COO form) ความสูง 5 เซนติเมตร ชะ (elute) ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 400 ไมโครลิตร 1 ครั้ง ตามด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง และสุดท้ายชะด้วย 0.5 N HCl ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง นำสารละลายใน fraction สุดท้ายปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดสอบฟอสฟอรัส เติมสารละลาย DON reagent (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่นผสมให้เข้ากันและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แช่ให้เย็นในน้ำที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเย็นแล้วเติม 2N H₂SO₄ ปริมาตร 1.9 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน หากสารละลายที่ทดสอบมี glycolylmuramic acid สารละลายที่ทำการทดสอบจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร ซึ่งจะมีค่าสูงกว่า 10 (Komagata and Suzuki, 1987)

3.2.2.3 การวิเคราะห์ชนิดของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ (whole-cell sugar analysis)

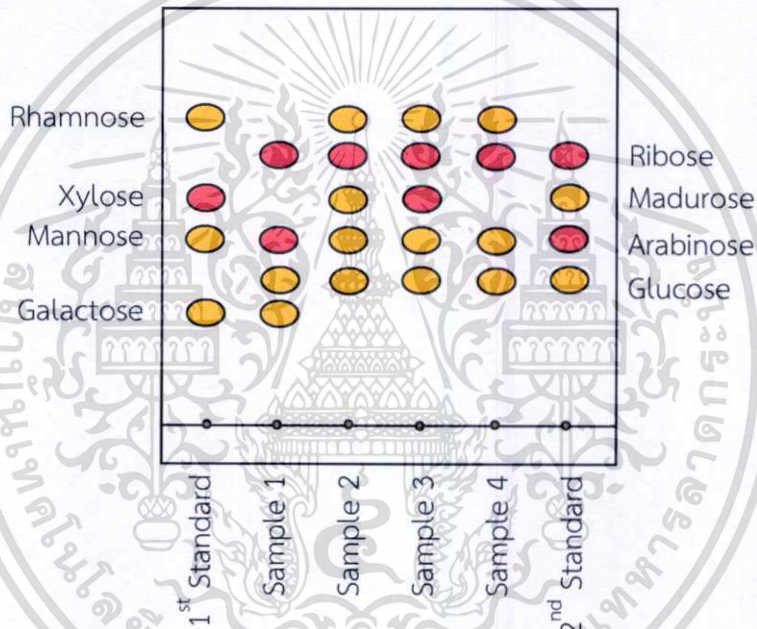
ย่อยเซลล์แห้งน้ำหนัก 50 มิลลิกรัม ด้วย 1N H₂SO₄ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้สารละลายอิ่มตัวของแบเรียมไฮดรอกไซด์ (Ba(OH)₂) จนมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5.2-5.5 นำสารละลายไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอน แล้วนำส่วนใสด้านบนมาระเหยให้แห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator โดยเติมเอทานอล 1 ถึง 2 หยด ลงในตัวอย่าง เพื่อป้องกันการเกิดฟอง ละลายตัวอย่างที่แห้งแล้วด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 400 ไมโครลิตร นำสารละลายที่ได้และสารละลายน้ำตาลมาตรฐาน (ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จุดลงบนแผ่น HPTLC cellulose (Merck, no. 5716) ขนาด 10×10 เซนติเมตร นำแผ่น TLC ที่ได้มาจุ่มลงในตัวทำละลายผสม n-butanol : water : toluene : pyridine อัตราส่วน 10 : 6

เอกสารที่ได้อาจมีสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ ที่อาจรบกวนการวิเคราะห์ได้ การกำจัดสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้สามารถทำได้โดยการนำตัวอย่างไปผ่านคอลัมน์กรองที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

: 6 : 1 ที่วิ่งจนตัวทำละลายผสมเคลื่อนที่ไปจนถึงขอบเขตที่กำหนด (ห่างจากขอบ 1 มิลลิเมตร) รอให้แห้งแล้วตีเวลลอปซ้ำอีก 1 ครั้ง นำแผ่น TLC ที่ได้มาฉีดยาด้วย aniline phthalate (ภาคผนวก ข) รอให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ตรวจสอบจุดและสีที่เกิดขึ้นเทียบกับสารละลายน้ำตาลมาตรฐาน โดยน้ำตาลที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากับ 5 อะตอม จะให้จุดสีชมพู ได้แก่ ribose xylose และ arabinose ส่วนน้ำตาลที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากับ 6 อะตอม จะให้จุดสีเหลือง ได้แก่ rhamnose mannose glucose และ galactose (Komagata and Suzuki, 1987) ดังแสดงในรูปที่ 3.2

สารละลายน้ำตาลมาตรฐาน (ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เตรียมเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้
 กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย galactose mannose xylose และ rhamnose
 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย glucose arabinose และ ribose



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งและสีของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์บนแผ่น HPTLC

3.2.2.4 การวิเคราะห์ไขมันชนิดมีขั้ว (polar lipid analysis)

ผสมเซลล์แห้งน้ำหนัก 150 มิลลิกรัม กับสารละลายผสม methanol :0.3%NaCl aq. (100:10) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองฝาเกลียว จากนั้นเติม petroleum ether ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 15 นาที ดูดสารละลายด้านบนทิ้ง แล้ว petroleum ether ลงไปผสมอีก 1 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นดูดสารละลายด้านบนทิ้ง ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วแช่ให้เย็นในน้ำที่อุณหภูมิห้อง เติมสารละลายผสม chloroform:methanol:water (90:100:30) ปริมาตร 2.3 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากันนาน 1 ชั่วโมง แยกเซลล์ออกจากส่วนใสโดยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดส่วนใสเก็บลงในหลอดทดลองอันใหม่ สกัดส่วนเซลล์ซ้ำอีกครั้งด้วยสารละลายผสม chloroform:methanol:water (50:100:40) ปริมาตร 2.3 มิลลิลิตร นาน 30 นาที แล้วดูดส่วนใสที่ได้ไปเก็บรวมกับส่วนใสในหลอดทดลองอันใหม่ข้างต้น ผสมส่วนใสที่ได้นี้กับ chloroform ปริมาตร

แม้ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 1.3 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายส่วนล่างไประเหยให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน

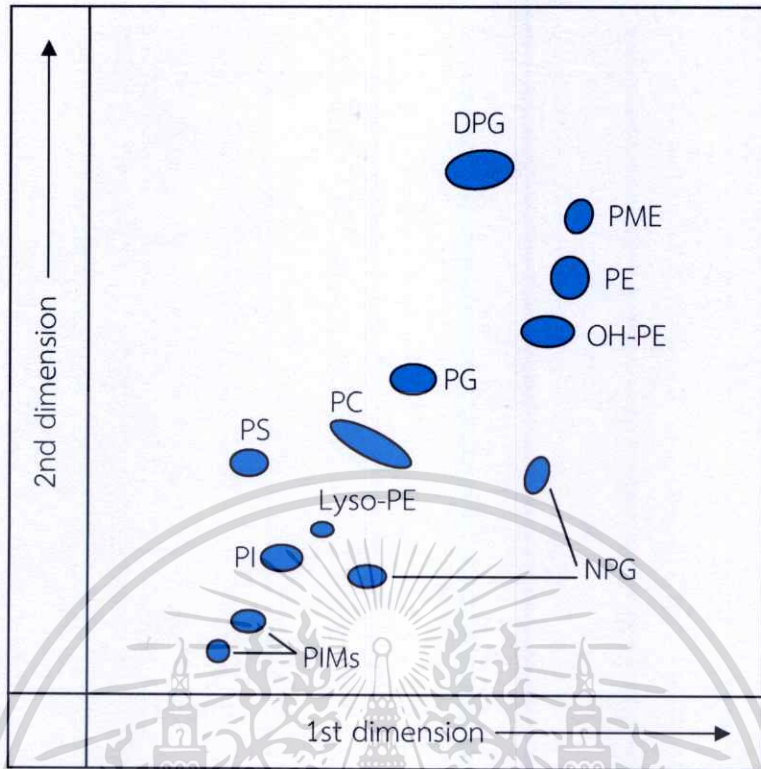
ละลายตัวอย่างด้วยสารละลายผสม chloroform:methanol (2:1) ปริมาตร 60 ไมโครลิตร นำสารละลายไปจุดลงบนแผ่น TLC (silica gel 60 F₂₅₄, Merck no. 105553) ขนาด 10x10 เซนติเมตร จำนวน 5 แผ่น นำแผ่น TLC ที่ได้มาตีเวลลอปแบบ 2 มิติ (two dimension) ในระบบตัวทำละลาย (solvent system) 2 ชนิด ดังนี้

ระบบตัวทำละลายที่ 1 : chloroform:methanol:water (65:25:4)

ระบบตัวทำละลายที่ 2 : chloroform:acetic acid:methanol:water (40:7.5:6:2)

ตรวจสอบจุดของไขมันชนิดมีขี้ด้วย การฉีดพ่นแผ่น TLC แต่ละแผ่นด้วยรีเอเจนต์ (reagent) ชนิดต่างๆ ดังแสดงด้านล่าง โดยตำแหน่งของไขมันชนิดมีขี้บนแผ่น TLC เมื่อตีเวลลอปแบบ 2 มิติ แสดงดังรูปที่ 3.3

- 1) Phosphomolybdic acid (ภาคผนวก ข) เพื่อวิเคราะห์ไขมันทั้งหมด (จุดสีน้ำเงินเข้ม) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากฉีดพ่น
- 2) Dittmer and Lester reagent (ภาคผนวก ข) เพื่อวิเคราะห์ฟอสโฟลิปิด (phospholipid) ทั้งหมด (จุดสีน้ำเงิน)
- 3) Ninhydrin reagent (ภาคผนวก ข) เพื่อวิเคราะห์ phosphatidylethanolamine (PE) และอนุพันธ์ เช่น lyso-PE OH-PE และ methyl-PE โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากฉีดพ่น
- 4) Anisaldehyde reagent (ภาคผนวก ข) เพื่อวิเคราะห์ glycolipids (จุดสีเขียวอมเหลือง) และไขมันชนิดอื่นๆ (จุดสีน้ำเงิน) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากฉีดพ่น
- 5) Dragendorff's reagent (ภาคผนวก ข) เพื่อวิเคราะห์ฟอสโฟลิปิดที่มี choline เป็นส่วนประกอบ (phosphatidyl choline)



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งของไขมันชนิดมีหัวบนแผ่น TLC ที่ตีเวลลอปแบบ 2 มิติ

คำย่อ : DPG, diphosphatidylglycerol; PG, phosphatidylglycerol;

PME; phosphatidylmethylethanolamine;

PE; phosphatidylethanolamine;

OH-PE; hydroxyl-phosphatidylethanolamine;

Lyso-PE, lysophosphatidylethanolamine; PC, phosphatidylcholine;

PS, phosphatidylserine; PI, phosphatidylinositol;

PIMs; phosphatidylinositol mannosides;

NPG, ninhydrin-positive phosphoglycolipids

3.2.2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (cellular fatty acid analysis)

เตรียม fatty acid methyl ester (FAME) ตามวิธีการมาตรฐานของ Sherlock Microbial Identification System (MIDI) (Sasser, 1990) โดยชั่งเซลล์แห้งน้ำหนัก 40 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองฝาเกลียวที่สะอาด เติม saponification reagent (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วผสมด้วยเครื่อง vortex นาน 5-10 วินาที จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วผสมอีกครั้ง 5-10 วินาที จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องด้วยการแช่ในน้ำ เติม methylation reagent (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วผสมด้วยเครื่องเขย่า 5-10 วินาที จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องโดยแช่ในน้ำ เติม extraction reagent (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร และผสมด้วยเครื่องเขย่านาน 10 นาที ดูดสารละลายด้านบนใส่ลงในหลอดทดลองอันใหม่ แล้วผสมกับ base wash reagent (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที ถ้าเกิดอิมัลชันให้เติม saturated sodium chloride (ภาคผนวก ข) ลงไปเล็กน้อย นำส่วนใสด้านบนไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (gas chromatography) Agilent 6850 series II (Agilent Technologies, USA) โดยใช้ HP-ULTRA2 column (25mx0.22mm i.d. x 0.33 μ m (film) capillary column (Agilent J&W GC Column, USA) มี hydrogen 99.999% เป็น carrier gas อัตราการไหล (flow rate) 30 มิลลิลิตร ต่อนาที มี nitrogen 99.999% เป็น makeup gas และมี air zero 99.999% ช่วยจุดเปลวไฟ สำหรับ flame ionization detector สำหรับโปรแกรมอุณหภูมิ (temperature program) ใช้ injector temperature ที่ 250 องศาเซลเซียส ส่วน oven temperature เริ่มต้นที่ 170 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 288 องศาเซลเซียส (อัตราการเพิ่ม 28 องศาเซลเซียสต่อนาที) หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 310 องศาเซลเซียส (อัตราการเพิ่ม 60 องศาเซลเซียสต่อนาที) แล้วค้างไว้ที่อุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.25 นาที และใช้ detector temperature ที่ 300 องศาเซลเซียส องค์ประกอบของ fatty acid methyl ester จะถูกเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของ Sherlock Microbial Identification System (MIDI) version 6.1.

3.2.2.6 การวิเคราะห์กรดมัคคอลลิก (mycolic acid analysis)

ย่อยเซลล์แห้งน้ำหนัก 50-200 มิลลิกรัม ด้วย 10% KOH ใน MeOH ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เติม 6 N HCl ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และสกัดด้วย n-hexane หรือ petroleum ether ปริมาตร 2 มิลลิลิตร โดยใช้การเขย่า นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ดูดสารละลายส่วนบนใส่ลงในหลอดทดลองอันใหม่ สกัดสารละลายส่วนล่างซ้ำอีก 1 ครั้ง จากนั้นเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน แล้วละลายใน benzene : MeOH : H₂SO₄ (10 : 20 : 1) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง (methylation step) เมื่อเย็นแล้วผสมน้ำปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสกัดด้วย n-hexane โดยการเขย่า แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ดูดสารละลายส่วนบนใส่ในหลอดทดลองอันใหม่ แล้วสกัดสารละลายส่วนล่างซ้ำอีกครั้ง ระเหยสารละลายที่ได้ด้วยก๊าซไนโตรเจน แล้วละลายด้วย n-hexane ปริมาณเล็กน้อย จุดลงบนแผ่น Silica gel TLC (Merck 60 F254, 20x20 cm) ดีเวลลอปแผ่น TLC ที่ได้ลงในตัวทำละลายผสม n-hexane : diethylether อัตราส่วน 4:1 แล้วรวมแผ่น TLC ด้วยควันทองไอโอดีน (I₂) หรือฉีดพ่นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออยู่ใต้เงื่อนไขของลิขสิทธิ์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50% H₂SO₄ แล้วอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ตรวจสอบผลโดยสังเกตจุดของสารที่เกิดขึ้น (Minnikin *et al.*, 1975)

3.2.2.7 การวิเคราะห์มีนาควิโนน (menaquinone analysis)

สกัดเซลล์แห้งน้ำหนัก 100-500 มิลลิกรัม ด้วยตัวทำละลายผสม chloroform:methanol (2:1) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร บนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 คืน กรองตัวเซลล์ออกโดยใช้กระดาษกรอง whatman no.1 นำส่วนใสที่ได้มาทำให้แห้งโดยใช้เครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส แล้วละลายด้วย acetone ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จุดสารละลายเป็นแถบยาวลงบนแผ่น silica gel TLC (Merck 60 F254, 20x20 cm) แล้วดีเวลลอปใน 100% benzene ตรวจสอบแถบของมีนาควิโนนภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ขูด silica gel บริเวณที่ปรากฏแถบของมีนาควิโนน มาแช่ใน acetone ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นกรองและเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน สุดท้ายละลายตัวอย่างที่แห้งด้วย acetone (HPLC grade) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) โดยใช้ COSMOSIL 5C₁₈ (4.6x150 mm) column (Nacalai Tesque, Japan) ใช้ตัวทำละลายผสม methanol:2-propanol (2:1) เป็นเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ควบคุมอัตราการไหล (flow rate) 1 มิลลิลิตรต่อนาที และตรวจวัดด้วย UV detector ที่ความยาวคลื่น 270 นาโนเมตร (Collins *et al.* 1977)

3.2.2.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเบสในดีเอ็นเอ (Analysis of DNA base composition)

3.2.2.8.1 การสกัดและการทำดีเอ็นเอให้บริสุทธิ์

สกัดดีเอ็นเอตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Tamaoka (1994) โดยนำเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท์ที่ถูกคัดเลือกมาเลี้ยงในอาหาร yeast extract-malt extract broth บนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 4-5 วัน จากนั้นเก็บเซลล์ลงในหลอดขนาด 50 มิลลิลิตร ล้างเซลล์ด้วย TE buffer (ภาคผนวก ข) 2 ครั้ง และละลายตัวเซลล์ใน TE buffer ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติม lysozyme 20 มิลลิกรัม ลงไปผสมและบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หลังบ่มเติม 10% SDS (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วผสมโดยกลับหลอดไปมาเบาๆ แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นเติม phenol:chloroform (1:1, v/v) (ภาคผนวก ข) แล้วผสมโดยการเขย่าด้วยมือเป็นเวลา 5 นาที เพื่อกำจัดโปรตีนและอื่นๆ นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที จุดสารละลายด้านบนมาผสมกับ absolute ethanol ที่เย็นจัดในปริมาตร 2 เท่า เพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ ใช้แท่งแก้วพันเก็บดีเอ็นเอแล้วตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง เมื่อแห้งแล้วละลายลงใน TE buffer ทรีท (treat) ดีเอ็นเอที่ได้ให้บริสุทธิ์ปราศจากอาร์เอ็นเอ (RNA) และโปรตีน โดยเติม RNase A solution และ RNase T₁ solution (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 500 และ 5 ไมโครลิตร ตามลำดับ บ่มข้ามคืนใน water bath ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเติม proteinase K solution (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง กำจัดโปรตีนและอื่นๆ ด้วย phenol:chloroform แล้วตกตะกอนดีเอ็นเอตามวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นอีกครั้ง ละลายดีเอ็นเอในสารละลาย 0.1X SSC (ภาคผนวก ข) แล้วเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.8.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเบสในดีเอ็นเอ

นำดีเอ็นเอความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ต้มลงในน้ำเดือดนาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีโดยแช่ในน้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำดีเอ็นเอให้เป็นสายเดี่ยว นำดีเอ็นเอนี้มาย่อยด้วย nuclease P₁ (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นย่อยด้วย alkaline phosphatase (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นานข้ามคืน นำดีเอ็นเอที่ย่อยแล้วไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) โดยใช้ Cosmosil 5C₁₈ (4.6IDx150 mm) column (Nacalai Tesque, Japan) ใช้ตัวทำละลายผสม 0.02 M NH₄H₂PO₄ : acetonitrile (20:1, v/v) เป็นเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที และตรวจวัดด้วย UV detector ที่ความยาวคลื่น 270 นาโนเมตร (Tamaoka and Komagata, 1984) คำนวณองค์ประกอบของดีเอ็นเอเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน (standard) ตามสูตรด้านล่าง ซึ่งดีเอ็นเอมาตรฐานที่ใช้ คือ Lambda DNA (Invitrogen, USA)

$$G+C \text{ mol\%} = \frac{100 \times (G_S/G_R + C_S/C_R)}{(A_S/A_R + G_S/G_R + C_S/C_R + T_S/T_R)} ; \quad \begin{array}{l} S = \text{Peak area of sample} \\ R = \text{Peak area of standard} \end{array}$$

3.2.3 การศึกษาลักษณะทางจีโนไทป์ (genotypic characteristics)

3.2.3.1 การวิเคราะห์ 16S rRNA gene

3.2.3.1.1 การสกัดดีเอ็นเอ

สกัดดีเอ็นเอตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Tamaoka (1994) โดยนำ เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทที่แยกได้ทั้งหมดมาเลี้ยงในอาหาร yeast extract-malt extract broth บนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 4-5 วัน เก็บเซลล์ในหลอดไมโครเซนติฟิวจ์ (microcentrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ล้างเซลล์ด้วย TE buffer และละลายใน TE buffer ปริมาตร 380 มิลลิลิตร เติม lysozyme ลงไปเล็กน้อยแล้วบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม 10% SDS ปริมาตร 40 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันโดยกลับหลอดไปมาเบาๆ แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเติม phenol:chloroform (1:1, v/v) (ภาคผนวก ข) ในปริมาตรเท่ากับสารละลายในหลอด แล้วเขย่าด้วยมือเป็นเวลา 5 นาที เพื่อกำจัดโปรตีนและอื่นๆ นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,500 รอบต่อนาที นาน 20 นาที จากนั้นดูดสารละลายด้านบนมาตกตะกอนดีเอ็นเอด้วย absolute ethanol ที่เย็นจัดใน ปริมาตร 2 เท่า ใช้แท่งแก้วพันเก็บดีเอ็นเอแล้วตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง เมื่อแห้งแล้วละลายใน Milli-Q water เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.2.3.1.2 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของ 16S rRNA gene

นำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาเพิ่มปริมาณสายดีเอ็นเอบริเวณ 16S rRNA gene ด้วยวิธี PCR โดยใช้ *Taq* DNA polymerase ตามวิธีการของ Trcek and Teuber (2002) ซึ่งสารที่ใช้ผสมใน 1 reaction (100 ไมโครลิตร) ประกอบด้วย DNA template ปริมาตร 2 ไมโครลิตร *Taq* DNA polymerase (5 units/ μ l) (Invitrogen, USA) ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร 10x polymerase buffer (Invitrogen, USA) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร 25mM MgCl₂ (Invitrogen, USA) ปริมาตร 8 ไมโครลิตร 2 mM dNTP (Invitrogen, USA) ปริมาตร 8 ไมโครลิตร 10 μ M forward primer (20F: 5'-AGTTTGATCCTGGCTC-3') ปริมาตร 8 ไมโครลิตร 10 μ M reverse primers (1541R: 5'-AAGGAGGTGATCCAGCC-3') ปริมาตร 8 ไมโครลิตร และ Milli-Q water ปริมาตร 61.5 ไมโครลิตร นำสารผสมที่ได้มาทำปฏิกิริยาเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอด้วยใช้เครื่อง T100™ thermal cycler (Bio-Rad Laboratories, USA) โดยอุณหภูมิที่ใช้ในแต่ละขั้น คือ initial denaturation ที่ 94 องศาเซลเซียส 3 นาที จากนั้นทำปฏิกิริยาจำนวน 40 รอบ โดยใช้อุณหภูมิ denaturation ที่ 94 องศาเซลเซียส 30 วินาที annealing 52 องศาเซลเซียส 30 วินาที และ extension 72 องศาเซลเซียส 90 วินาที เมื่อทำปฏิกิริยาครบ 40 รอบ ทำอุณหภูมิ final extension ที่ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

นำผลิตภัณฑ์ PCR (PCR product) ที่ได้ปริมาตร 3 ไมโครลิตร มาตรวจสอบโดยรันบน 0.8% agarose gel ที่ผสมสีย้อม SYBR® Safe DNA gel stain (Invitrogen, USA) (ภาคผนวก ข) รันใน 0.5X TBE buffer (ภาคผนวก ข) โดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 30 นาที จากนั้นตรวจดูแถบ (band) ของ 16S rDNA โดยใช้เครื่อง UltraSlim® LED Illuminator (MaestroGen, USA)

3.2.3.1.3 การทำผลิตภัณฑ์ PCR (PCR product) ให้บริสุทธิ์

ทำ PCR product ให้บริสุทธิ์โดยใช้ FavorPrep™ PCR purification kit (Favorgen, Taiwan) โดยนำ PCR product ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดไมโครเซนตริฟิวก์ขนาด 1.5 ไมโครลิตร เติม FADF Buffer ปริมาตร 500 ไมโครลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน ดูดสารละลายลงใน FADF column ที่มี collection tube จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที นาน 30 วินาที เติสารละลายใน collection tube ทิ้ง แล้วล้างด้วย Wash Buffer ปริมาตร 750 ไมโครลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที นาน 30 วินาที เติสารละลายทิ้งแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงอีกครั้งนาน 3 นาที เพื่อให้ FADF column แห่ง วาง FADF column ในหลอดไมโครเซนตริฟิวก์อันใหม่ สะดีเอ็นเอโดยหยด Elugation Buffer ปริมาตร 25 ไมโครลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 2 นาที แล้วปั่นเหวี่ยงนาน 2 นาที เก็บดีเอ็นเอที่ได้ที่อุณหภูมิ 4 หรือ -20 องศาเซลเซียส

3.2.3.1.4 การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene

นำ PCR product ที่บริสุทธิ์แล้วส่งไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ (sequencing) ที่ First BASE Laboratories Sdn Bhd (Malaysia) โดยใช้ BigDye® Terminator version 3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, USA) เชื้อที่แยกได้ทั้งหมดจะใช้ไพรเมอร์ 518F (5'-CCAGCAGCCGCGTAATACG-3') และ 800R (5'-TACCAGGGTA TCTAATCC-3') ส่วนเชื้อที่น่าสนใจจะเพิ่มไพรเมอร์ 27F (5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3') และ 1492R (5'-TACGGYTACCTTGTTACGACTT-3')

3.2.3.1.5 การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene และการสร้างแผนภาพสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree)

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ของทุกไพรเมอร์มาเชื่อมต่อกันโดยใช้โปรแกรม cap contig assembly ใน BioEdit (biological sequence alignment editor) software (<http://www.mbio.ncsu.edu/bioedit/bioedit.html>; Hall, 1999) จากนั้นระบุตำแหน่งของเชื้อที่มีความใกล้เคียงโดยใช้โปรแกรม BLAST (Altschul et al., 1997) เทียบกับฐานข้อมูลที่มีเชื้อสายพันธุ์อ้างอิง (type strains) ใน EzTaxon-e server (<http://www.ezbiocloud.net/eztaxon>; Kim et al., 2012) ทำการจัดเรียง (alignment) ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้กับลำดับนิวคลีโอไทด์ที่คัดเลือกจากฐานข้อมูลของ EzTaxon โดยใช้ CLUSTAL W version 1.81 (Thompson et al., 1994) ใน BioEdit software จากนั้นลบช่องว่าง (gap) และนิวคลีโอไทด์ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ออก สุดท้ายสร้างแผนภาพสายวิวัฒนาการโดยใช้ neighbor-joining (Saitou and Nei, 1987) ใน MEGA 7 software (Kumar et al., 2016) ซึ่งค่าความเชื่อมั่น (confidence values) ถูกกำหนดโดย bootstrap (Felsenstein, 1985) โดยทำการสุ่มเป็นจำนวน 1000 ครั้ง หาค่าความใกล้เคียงกัน (similarity) กับเชื้อสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยใช้ EzTaxon-e server

3.2.3.2 การทำดีเอ็นเอ-ดีเอ็นเอ ไฮบริไดเซชัน (DNA-DNA hybridization)

นำดีเอ็นเอบริสุทธิ์ที่ผ่านการทรีตด้วย RNaseA RNase T1 และ Proteinase K (ดูหัวข้อ 3.2.2.8.1) และละลายใน 0.1X SSC มาวัดความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ด้วยเครื่อง NanoDrop™ Lite Spectrophotometer (Thermo Scientific, USA) โดยใช้ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น A_{260} และ A_{280} ซึ่งค่าของ A_{260}/A_{280} ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.56-0.59

1) การติดฉลากโพรบดีเอ็นเอด้วยโฟโตไบโอติน (DNA labeling probe with photobiotin)

ผสม DNA solution (1 mg/ml) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร กับ photobiotin solution (1 mg/ml) ปริมาตร 15 ไมโครลิตร ในหลอดไมโครเซนตริฟิวกซ์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร แล้ววางบนน้ำแข็ง จากนั้นส่องด้วยแสงจากหลอดไฟ (sunlamp) นาน 30 นาที เติม 0.1 M Tris-HCl buffer pH 9.0 (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วกำจัด free photobiotin ออกโดยผสมกับ n-butanol ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที นาน 20 วินาที หลังจากนั้นดูดสารละลายด้านบนทิ้ง กำจัด free photobiotin ตามวิธีข้างต้นอีกครั้ง จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที เมื่อครบเวลาทำให้เย็นลงทันทีโดยวางในน้ำแข็ง แล้วเติม hybridization solution (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน

2) ขั้นตอนการไฮบริดเซชัน (Photobiotin labeling DNA-DNA hybridization)

ขั้นตอนการไฮบริดเซชันทำตามวิธีการของ Ezaki *et al.* (1989) โดยนำ DNA (10 µg) ของเชื้อที่ต้องการทดสอบ เชื้อสายพันธุ์อ้างอิง และ DNA อ้างอิง (1 mg/ml of calf thymus in milli Q water) มาต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที และทำให้เย็นลงทันทีโดยวางบนน้ำแข็ง จากนั้นเติม 2xPBS (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร 0.1M MgCl₂ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นปราศจากเชื้อลงไปให้มีปริมาตรสุทธิ 1 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน เติมนสารละลายที่ได้ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุมของไมโครเพลท (Nunc-Immuno™ plate, MaxiSorp™ surface; Thermo Fisher scientific, Denmark) และตรึงดีเอ็นเอโดยบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เติมนสารละลายทิ้ง แล้วเติม prehybridization solution (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุม และบ่มที่อุณหภูมิ 53-55 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง จากนั้นเท prehybridization solution ทิ้ง แล้วเติม hybridization solution ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงไปแทนที่ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 53-55 องศาเซลเซียส (คำนวณตามสูตรด้านล่าง) นาน 15-18 ชั่วโมง

$$\text{Hybridization temperature} = (T_m - 45) ^\circ\text{C}$$

$$T_m = 69.3 + [\%G+C] \times 0.41$$

3) การตรวจหาการเข้าคู่กันของดีเอ็นเอ (detection of biotin-containing hybrids)

ทำการล้างไมโครเพลทแต่ละหลุมด้วย 0.2X SSC buffer (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร จำนวน 3 ครั้ง หลังจากนั้นเติม solution I (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วเทสารละลายทิ้ง เติมน solution II (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วล้างไมโครเพลทแต่ละหลุมด้วย 1X PBS (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นเติม solution III (ภาคผนวก ข) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยเติม 2M H₂SO₄ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร (Verlander, 1992) นำสารละลายในไมโครเพลทไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader (Microplate Manager^R 4.0, Bio-Rad Laboratories, USA) คำนวณค่าร้อยละความคล้ายคลึงกันของดีเอ็นเอ ตามสูตร ดังนี้

$$\% \text{ similarity of DNA} = [(X-N) / (P-N)] \times 100$$

X; ค่าที่วัดได้ของดีเอ็นเอที่ต้องการทดสอบ

P; ค่าที่วัดได้ของดีเอ็นเอที่เป็นโพรบ (probe)

N; ค่าที่วัดได้ของดีเอ็นเอที่ไม่มีความสัมพันธ์กับดีเอ็นเอที่ต้องการทดสอบ (calf thymus) ยชนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ (biological activity)

นำเอนโดไฟติกแอคติโนมัยสัที่แยกได้ทั้งหมดมาเลี้ยงในอาหาร yeast extract-malt extract broth ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร บนเครื่องเขย่าความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน สกัดน้ำหมักเชื้อด้วย ethyl acetate จำนวน 2 ครั้ง แล้วนำสารสกัดในขั้นนี้ไประเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นำสารสกัดหยาบ (crude extract) ที่ได้ไปทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli* ATCC 25922 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 *Bacillus subtilis* ATCC 6633 *Kocuria rhizophila* ATCC 9341 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Methicillin resistance *aureus* (MRSA) DMST 20654 Vancomycin-resistance *Enterococcus fecium* (VRE) ATCC 51559 และ *Candida albicans* ATCC 10231 ความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxic activity) Vero cells (African green monkey kidney) นอกจากนี้ยังนำสารสกัดหยาบจากเชื้อที่ถูกคัดเลือกมาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมาลาเรีย *Plasmodium falciparum* strain K1 และฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง 2 ชนิด คือ KB-oral cavity และ NCI-H187-small cell lung โดยส่งทดสอบที่ห้องปฏิบัติการตรวจหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ประเทศไทย

3.3.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ (antimicrobial activity)

นำสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอคติโนมัยสัที่แยกได้ทั้งหมดมาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี disc diffusion (Lorian, 1980) โดยทดสอบกับจุลินทรีย์ 8 ชนิด ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ทำการทดสอบโดยเลี้ยงแบคทีเรียบนอาหาร Muller Hinton agar (ภาคผนวก ก) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนยีสต์เลี้ยงบนอาหาร Sabouraud dextrose agar (SDA) (ภาคผนวก ก) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เตรียมสารละลายเชื้อแต่ละชนิดในสารละลาย 0.85% NaCl ให้ได้ความขุ่นเทียบเท่ากับ McFarland No. 0.5 (1×10^8 CFU/ml) แล้วใช้ไม้พันสำลีป้ายเชื้อ (swab) ลงบนอาหาร Muller Hinton agar และ Sabouraud dextrose agar จากนั้นละลายสารสกัดหยาบด้วย methanol ให้มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และดูดสารละลายปริมาตร 20 ไมโครลิตร หยดลงบนแผ่น disc (Whatman, UK) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เมื่อแห้งแล้ววางแผ่น disc ลงบนผิวอาหาร ใช้แผ่น disc ซึ่งเติม methanol และยาปฏิชีวนะ (ampicillin ceftazidime gentamicin penicillin และ nystatin) เป็นชุดควบคุมเชิงลบ และชุดควบคุมเชิงบวกตามลำดับ บ่มจานอาหารที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง สำหรับแบคทีเรีย และ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง สำหรับยีสต์ ตรวจสอบผลโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (inhibition zone)

3.3.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมalariaเรีย (anti-malarial activity)

นำสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่ถูกคัดเลือกมาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมalariaเรีย *Plasmodium falciparum* (K1, multidrug resistant strain) โดยเลี้ยง *Plasmodium falciparum* ตามวิธีการของ Trager and Jensen (1976) ซึ่งเลี้ยงในอาหาร RPMI 1640 medium ที่มี HEPES (N-2- hydroxyethylpiperazine-N'-2-ethanesulfonic acid) ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ NaHCO₃ ความเข้มข้น 32 มิลลิโมลาร์ และ human serum ที่ถูกกระตุ้นด้วยความร้อน (มีเม็ดเลือดแดงร้อยละ 3) ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่มีความชื้นและมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 ทำการถ่ายเชื้อทุกวันโดยใช้อาหารที่มีส่วนผสมของเม็ดเลือดแดงที่สดใหม่เพื่อรักษาระดับการเจริญของเซลล์ ทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อก่อโรคมalariaเรียโดยวิธี microculture radioisotope technique ตามวิธีการของ Desjardins *et al.* (1979) โดยผสมเม็ดเลือดแดงความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ซึ่งเป็นเม็ดเลือดแดงที่มีการติดเชื้อมalariaเรีย (parasitemia) ที่ระยะ early ring stage ร้อยละ 1 ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ให้สัมผัสกับอาหารที่มีสารสกัดหยาบที่ต้องการทดสอบซึ่งละลายใน 1% DMSO (ความเข้มข้นสุดท้าย 0.1%) ปริมาตร 25 ไมโครลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติมส่วนผสมของ hypoxanthine (Amersham, USA) และ culture medium ปริมาตร 25 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุม แล้วนำไปบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระดับการรวมตัวกันของ hypoxanthine ที่ติดฉลากด้วยสารกัมมันตรังสีจะบ่งบอกการเจริญของเชื้อก่อโรคมalariaเรีย ซึ่งตรวจสอบโดยใช้เครื่อง TopCount microplate scintillation counter (Packard, USA) โดยค่าร้อยละการเจริญของเชื้อก่อโรคมalariaเรียคำนวณได้โดยใช้สัญญาณการนับต่อนาทีของสถานะที่ถูก treat (CPM_T) และสถานะที่ไม่ถูก treat (CPM_U) ตามสูตร

$$\% \text{ parasite growth} = \text{CPM}_T / \text{CPM}_U \times 100$$

โดยสามารถแปลผลจากค่าร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) ได้ดังนี้ คือ

1. หากสามารถยับยั้งเชื้อได้น้อยกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมalariaเรีย (inactive)
2. หากสามารถยับยั้งเชื้อได้เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 50 แสดงว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมalariaเรีย (active) ซึ่งจะรายงานผลเป็นค่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคมalariaเรียได้ร้อยละ 50 (IC₅₀)

การทดสอบนี้ใช้ 0.1% DMSO เป็นชุดควบคุมเชิงลบ (negative control) ส่วนชุดควบคุมเชิงบวก (positive control) และค่าความเข้มข้นของชุดควบคุมเชิงบวกที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ร้อยละ 50 (IC₅₀ of positive control) ที่ใช้ คือ dihydroartemisinin ความเข้มข้น 2.79 นาโนโมลาร์ และ mefloquine ความเข้มข้น 0.0440 ไมโครโมลาร์

3.3.3 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (anticancer activity)

นำสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสปีทที่ถูกคัดเลือกมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง 2 ชนิด คือ KB cell line (epidermoid carcinoma of oral cavity, ATCC CCL-17) และ NCI-H187 (small cell lung carcinoma, ATCC CRL-5804) ด้วยวิธี Resazurin microplate assay (REMA) (Brien *et al.*, 2000) โดยเก็บเซลล์ช่วง logarithmic growth phase มาเจือจางใน fresh medium ให้ได้ความเข้มข้น 3.3×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เติมสารสกัดหยาบที่ต้องการทดสอบ ซึ่งเจือจาง 0.5% DMSO ปริมาตร 5 ไมโครลิตร และสารละลายเซลล์ปริมาตร 45 ไมโครลิตร ลงใน 384-well plates จากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่มที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส หลังจากบ่มเป็นระยะเวลา 5 วัน เติม resazurin solution ความเข้มข้น 62.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรปริมาตร 12.5 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุม และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง วัดสัญญาณฟลูออเรสเซนซ์ (fluorescence signal) โดยใช้เครื่อง SpectraMax M5 multi-detection microplate reader (Molecular Devices, USA) ที่ความยาวคลื่น 530 และ 590 นาโนเมตร ค่าร้อยละของการยับยั้งการเจริญของเซลล์คำนวณได้ตามสูตร

$$\% \text{ Inhibition} = [1 - (FU_T / FU_C)] \times 100$$

FU_T คือ ค่าเฉลี่ยของหน่วยฟลูออเรสเซนซ์ (fluorescent unit) จากสภาวะที่ใส่สารสกัด

FU_C คือ ค่าเฉลี่ยของหน่วยฟลูออเรสเซนซ์ (fluorescent unit) จากสภาวะควบคุม

พล็อตกราฟปริมาณที่ตอบสนองจากความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่เจือจาง 3 เท่า จำนวน 6 ความเข้มข้น และหาค่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ได้ร้อยละ 50 (IC₅₀) ด้วยเครื่อง SOFTMax Pro software (Molecular Devices, USA) โดยสามารถแปลผลจากค่าร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) ได้ดังนี้ คือ

1. หากสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งได้น้อยกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (inactive)
2. หากสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งได้เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 50 แสดงว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (active) ซึ่งจะรายงานผลเป็นค่าร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) เซลล์มะเร็ง

การทดสอบนี้ใช้ 0.5% DMSO เป็นชุดควบคุมเชิงลบ (negative control) ส่วนชุดควบคุมเชิงบวก (positive control) และค่าความเข้มข้นของชุดควบคุมเชิงบวกที่สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง KB cell line ได้ร้อยละ 50 (IC₅₀ of positive control) คือ ellipticine ความเข้มข้น 3.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ doxorubicin ความเข้มข้น 1.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และค่าความเข้มข้นของชุดควบคุมเชิงบวกที่สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง NCI-H187 ได้ร้อยละ 50 คือ ellipticine ความเข้มข้น 3.51 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ doxorubicin ความเข้มข้น 0.140 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

3.3.4 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity)

นำสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยซีทที่แยกได้ทั้งหมดมาทดสอบความเป็นพิษต่อ Vero cells (African green monkey kidney fibroblasts, ATCC CCL-81) โดยวิธี green fluorescent protein (GFP)-based assay (Changsen *et al.*, 2003) ซึ่งปริมาณการเรืองแสงที่วัดได้จะสัมพันธ์กับปริมาณเซลล์ที่เหลือรอดอยู่ โดยสามารถแปลผลจากค่าร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) ได้ดังนี้ คือ หากสามารถยับยั้งเซลล์ได้น้อยกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าไม่มีความเป็นพิษต่อ Vero cells (non-cytotoxic) แต่หากสามารถยับยั้งเซลล์ได้เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 50 แสดงว่ามีความเป็นพิษต่อ Vero cells (cytotoxic)

3.4 การตรวจหา (detection) และศึกษาความหลากหลาย (diversity) ของยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1

3.4.1 การตรวจหา (detection) ยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1

3.4.1.1 การออกแบบไพรเมอร์

ทำการออกแบบไพรเมอร์บริเวณ ketosynthase (KS) domain ของยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณดังกล่าวจากเชื้อแอกติโนมัยซีทที่ปรากฏในฐานข้อมูลของ NCBI website (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) โดยออกแบบเป็น degenerate primers ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ (primer sequences)

Primer name	Amplicon size	Primer sequence (5' → 3')
KS-F (sense strand)	740-780 bp	GAGCCSCACARCGGCTSBTKCRTCA
KS-R (anti-sense strand)		TGGCCSAKRTTGGWCTTSASGGWGCC

หมายเหตุ : S = C หรือ G

R = A หรือ G

B = C หรือ G หรือ T

K = G หรือ T

W = A หรือ T

3.4.1.2 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยวิธี PCR

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณคีโตซินเทสโดเมน จากจีโนมิกส์ดีเอ็นเอของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสปีทที่แยกได้ทั้งหมด (ดูหัวข้อ 3.2.3.1.1) โดยวิธี PCR ทำโดยเตรียม reaction mixture ซึ่งประกอบด้วยจีโนมิกส์ดีเอ็นเอ (100 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ปริมาตร 1 ไมโครลิตร primer (10 ไมโครลิตร) ชนิดละ 0.5 ไมโครลิตร *Taq* DNA polymerase (5 ยูนิตต่อไมโครลิตร) (Thermo Scientific, USA) ปริมาตร 0.25 ไมโครลิตร 10X *Taq* buffer (Thermo Scientific, USA) ปริมาตร 2.5 ไมโครลิตร $MgCl_2$ (25 มิลลิโมลาร์) (Thermo Scientific, USA) ปริมาตร 3 ไมโครลิตร dNTP mixture (10 มิลลิโมลาร์) ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร 100% dimethyl sulfoxide (DMSO) ปริมาตร 1.25 ไมโครลิตร และ Milli-Q water ปริมาตร 15.5 ไมโครลิตร นำสารผสมที่ได้มาทำปฏิกิริยาเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอด้วยเครื่อง DNA Engine DYAD ALD 1244 thermal cycler (MJ Research Inc., USA) โดยอุณหภูมิที่ใช้ คือ initial denaturation ที่ 95 องศาเซลเซียส 5 นาที จากนั้นทำปฏิกิริยาจำนวน 35 รอบ โดยแต่ละรอบใช้อุณหภูมิเพื่อ denaturation ที่ 95 องศาเซลเซียส 30 วินาที เพื่อ annealing ที่ 61 องศาเซลเซียส 40 วินาที และเพื่อ extension ที่ 72 องศาเซลเซียส 60 วินาที เมื่อทำปฏิกิริยาครบ 40 รอบ ปรับอุณหภูมิเพื่อ extension รอบสุดท้ายที่ 72 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำผลิตภัณฑ์ PCR ที่ได้ปริมาตร 5 ไมโครลิตร มาตรวจสอบขนาดโดยแยกบนแผ่นอะกาโรส ความเข้มข้น 1% ในบัฟเฟอร์ 1X TAE (ภาคผนวก ข) โดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 40 นาที ย้อมเจลด้วยสารละลาย ethidium bromide เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นตรวจดูขนาดที่ถูกต้อง (740-780 bp) ของผลิตภัณฑ์ PCR ที่ได้

3.4.2 การศึกษาความหลากหลาย (diversity) ของยีนโพลีคีโตซินเทสชนิดที่ 1

3.4.2.1 การทำผลิตภัณฑ์ PCR ให้บริสุทธิ์ (PCR product purification)

ทำผลิตภัณฑ์ PCR ให้บริสุทธิ์ โดยใช้ QIAEX II gel extraction kit (Qiagen, USA) ทำโดยตัดเจลมาซึ่งน้ำหนักในหลอดไมโครเซนตริฟิวก์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม Buffer QX1 ในปริมาตร 3 เท่าของเจล เพื่อละลายอะกาโรส จากนั้นเติม QIAEXII beads ปริมาตร 10 ไมโครลิตร (vortex นาน 30 วินาทีก่อนใช้ เพื่อไม่ให้ตกตะกอน) แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex เพื่อให้จับกับดีเอ็นเอ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และ ทำการ vortex ทุกๆ 2 นาที เพื่อให้ QIAEXII อยู่ในสถานะสารละลาย โดยสีของสารละลายจะเป็นสีเหลือง (หากมีสีส้มหรือม่วง ให้เติม 3M sodium acetate, pH 5.0 ปริมาตร 10 ไมโครลิตร และผสมให้เข้ากัน) หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 13,000 รอบต่อนาที นาน 30 วินาที ดูดส่วนใสทิ้งโดยใช้ปิเปต ละลายตะกอนแล้วล้างด้วย Buffer PE ปริมาตร 500 ไมโครลิตร จำนวน 2 ครั้ง ผึ่งตะกอนให้แห้งด้วยลม นาน 10-15 นาที หรือจนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีขาว จากนั้นละลายใน Milli-Q water โดยใช้เครื่อง vortex แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 13,000 รอบต่อนาที นาน 30 วินาที ดูดส่วนใสซึ่งมีสารละลายดีเอ็นเอลงในหลอดอันใหม่ โดยใช้ปิเปต เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.4.2.2 การโคลนชิ้นดีเอ็นเอ (DNA cloning)

ทำการเชื่อมต่อ (ligation) ดีเอ็นเอที่ได้จากผลิตภัณฑ์ PCR กับดีเอ็นเอพาหะ (vector) โดยใช้ TOPO TA cloning kit (Invitrogen, USA) โดยเตรียม TOPO cloning reaction mixture ปริมาตรสุทธิ 6 ไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ PCR ปริมาตร 4.5 ไมโครลิตร salt solution ปริมาตร 1 ไมโครลิตร และ pCR™8/GW/TOPO® vector ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร ผสม TOPO cloning reaction mixture ให้เข้ากันเบาๆ และบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำ TOPO cloning reaction mixture ทรานส์ฟอร์มเข้าสู่ *Escherichia coli* คอมพิเทนต์เซลล์ (*E. coli* DH5 α ความเข้มข้น 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ที่มีปริมาตร 100 ไมโครลิตร โดยวิธี heat-shock (Sambrook and Russell, 2001) โดยบ่มปฏิกิริยาที่ผสมกับเซลล์บนน้ำแข็งนาน 10 นาที จากนั้นให้ความร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที แล้วนำกลับไปวางบนน้ำแข็งทันที เติมน้ำ S.O.C. medium (Invitrogen, USA) ปริมาตร 900 ไมโครลิตร แล้วนำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำสารละลายเซลล์ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และปั่นเหวี่ยงส่วนที่เหลือ แล้วจึงละลายเซลล์ให้ได้ปริมาตร 100 ไมโครลิตร นำเซลล์ทั้งสองส่วนมาเกลี่ยลงบนอาหาร LB agar ที่เติม spectinomycin ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ข้ามคืน คัดเลือกโคโลนีที่เจริญบนจานอาหารจำนวน 12 โคโลนี มาเลี้ยงในอาหาร LB broth ที่เติม spectinomycin ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ข้ามคืนบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) นำเชื้อที่เลี้ยงได้มาสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอในขั้นตอนต่อไป

3.4.2.3 การสกัดพลาสมิดดีเอ็นเอ (plasmid DNA extraction)

สกัดพลาสมิดดีเอ็นเอโดยใช้ QIAprep Spin Miniprep kit (Qiagen, USA) โดยปั่นเหวี่ยงเพื่อเก็บตะกอนเซลล์ของ *E. coli* ที่ได้รับการถ่ายยีนลงในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร (ใช้ความเร็ว 12,500 รอบต่อนาที นาน 3 นาที) จากนั้นละลายกลับใน Buffer P1 ปริมาตร 250 ไมโครลิตร แล้วเติม Buffer P2 ปริมาตร 250 ไมโครลิตร เพื่อให้เซลล์แตกโดยกลับหลอดไปมา 4-6 ครั้ง จนกระทั่งสารละลายกลับมาใส จากนั้นผสมกับ Buffer N3 ปริมาตร 350 ไมโครลิตร โดยกลับหลอดไปมา 4-6 ครั้ง เพื่อให้โปรตีนเสียสภาพ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกตะกอนโปรตีนออกที่ 13,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ใช้ปิเปตดูดส่วนใสถ่ายลงใน QIAprep spin column ที่วางอยู่ใน collection tube นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 13,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที แล้วเทของเหลวทิ้ง เพื่อให้ดีเอ็นเอถูกตรึงอยู่บนแผ่นเมมเบรนที่อยู่ในคอลัมน์ จากนั้นเติม Buffer PE ปริมาตร 750 ไมโครลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 13,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที แล้วเทของเหลวทิ้งเพื่อดึงน้ำออกจากดีเอ็นเอ จากนั้นปั่นเหวี่ยงอีก 1 นาที เพื่อกำจัดของเหลวที่ติดค้างอยู่ ย้ายคอลัมน์วางลงในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์อันใหม่ เติมน้ำ Milli-Q water ปริมาตร 30 ไมโครลิตร ลงตรงกึ่งกลางคอลัมน์แล้วตั้งไว้ 1 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที พลาสมิดดีเอ็นเอจะถูกชะออกมา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.4.2.4 การย่อยพลาสมิด (plasmid digestion)

การตรวจสอบชิ้นยีนโพลีคลีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 ที่แทรกอยู่ใน pCR™8/GW/TOPO® vector ทำโดยการย่อยด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Bsp143I* (*Sau3AI*) (Thermo Scientific, USA) ด้วยการเตรียม digestion reaction ปริมาตรสุทธิ 15 ไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย nuclease-free water ปริมาตร 12.75 ไมโครลิตร 10X Buffer *Bsp143I* ปริมาตร 1.5 ไมโครลิตร plasmid DNA ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร และ *Bsp143I* ปริมาตร 0.25 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันเบาๆ แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แยกชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ถูกย่อย บนอะกาโรสวามเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ใน 1X TAE buffer (ภาคผนวก ข) ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นย้อมดีเอ็นเอใน ethidium bromide solution นาน 10 นาที แล้วตรวจดูโดยใช้เครื่อง UV-transilluminator (Ultra-Violet Products, UK) เลือกตัวอย่างที่แสดงขนาดของดีเอ็นเอที่แตกต่างกันมาวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ในขั้นตอนต่อไป

3.4.2.5 การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA Sequencing)

นำพลาสมิดดีเอ็นเอส่งไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ First BASE Laboratories Sdn Bhd (Malaysia) โดยใช้ BigDye® Terminator version 3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, USA) ใช้ไพรเมอร์ M13F (-20) (5'-GTAAAACGACGGCC AGT-3') และ M13R (-24) (5' GGAAACAGCTATGACCATG 3')

3.4.2.6 การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

ทำการแก้ไขลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วย BioEdit (biological sequence alignment editor) software (<http://www.mbio.ncsu.edu/bioedit/bioedit.html>; Hall, 1999) โดยลบลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนของเวกเตอร์ออก นำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ไปแปลรหัส (translation) เป็นลำดับกรดอะมิโนแล้วค้นหาลำดับกรดอะมิโนที่คล้ายกันโดยใช้โปรแกรม BlastX ใน NCBI web site (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) แล้วนำลำดับอะมิโนเหล่านั้นมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์กันโดยทำการจัดเรียงข้อมูล (alignment) ด้วย CLUSTAL W version 1.81 (Thompson *et al.*, 1994) ใน BioEdit software จากนั้นลบช่องว่าง (gap) แล้วสร้างแผนภาพวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) โดยใช้ neighbor-joining (Saitou and Nei, 1987) ใน MEGA 7 software (Kumar *et al.*, 2016) ค่าความเชื่อมั่น (confidence values) ถูกกำหนดโดย bootstrap (Felsenstein, 1985) โดยทำการสุ่มเป็นจำนวน 1000 ครั้ง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากพืชวงศ์ขิง

จากการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากตัวอย่างพืชวงศ์ขิงจำนวน 20 ชนิด ที่เก็บจากพื้นที่ต่างๆ ใน 8 จังหวัดของประเทศไทย ได้แก่ อุรธานี นนทบุรี ปทุมธานี สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี อุตรธานี และอุบลราชธานี ซึ่งแบ่งชิ้นส่วนตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วน คือ ใบ ลำต้น เหง้า และราก สามารถแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทได้จำนวน 109 ไอโซเลต รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.1

จากผลการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากพืชวงศ์ขิง พบว่าชิ้นส่วนของพืชวงศ์ขิงที่สามารถแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทได้มากที่สุด คือ ราก จำนวน 67 ไอโซเลต (ร้อยละ 61) เหง้า 27 ไอโซเลต (ร้อยละ 25) ลำต้น 11 ไอโซเลต (ร้อยละ 10) และใบ 4 ไอโซเลต (ร้อยละ 4) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของแอกติโนมัยสีท คือ ดิน ดังนั้นแอกติโนมัยสีทที่อาศัยอยู่ในจิ้งแพร่กระจายเข้าไปสู่ชิ้นส่วนพืชที่มีความใกล้ชิดกับดินมากที่สุด คือ ราก ถัดมาคือเหง้า ลำต้น และใบ ตามลำดับ แอกติโนมัยสีทเหล่านี้สามารถเข้าสู่พืชได้ทางช่องเปิดหรือชิ้นส่วนที่ได้รับบาดเจ็บของพืช (Kaur *et al.*, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saini *et al* (2016) ที่ทำการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากชิ้นส่วนราก ลำต้น และใบของ *Syzygium cumini* (หว่า) ซึ่งพบว่าร้อยละ 56 ของเชื้อแยกได้จากชิ้นส่วนราก มีเพียงร้อยละ 2 เท่านั้นที่แยกได้จากใบ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Passari *et al.* (2015) ที่ทำการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท จำนวน 42 ไอโซเลต ได้จากชิ้นส่วนพืชสมุนไพร 7 ชิ้นส่วน พบว่าแยกได้จากรากมากที่สุด (ร้อยละ 52) ลำต้น (ร้อยละ 21) ใบ (ร้อยละ 14) ดอก (ร้อยละ 7) และก้านใบ (ร้อยละ 5) และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Taechowisan *et al.* (2003) ที่ทำการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากพืชสมุนไพร 36 ชนิด ซึ่งมีพืชวงศ์ขิงรวมอยู่ 2 ชนิด (*Zingiber officinale* L. และ *Alpinia galanga* L.) พบว่าแยกเชื้อได้จำนวน 330 ไอโซเลต โดยแยกได้จากรากมากที่สุด (ร้อยละ 64.2) รองลงมาคือใบ (ร้อยละ 29.4) และลำต้น (ร้อยละ 6.4)

4.2 การศึกษาอนุกรมวิธานของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท

จากการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเชื้อในระดับสกุล (genus) โดยศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้จำนวน 109 ไอโซเลต เป็นแอกติโนมัยสีทที่จัดอยู่ใน 6 วงศ์ (family) ได้แก่ *Micromonosporaceae* *Jiangellaceae* *Pseudonocardiaceae* *Streptosporangiaceae* *Thermomonosporaceae* และ *Streptomycetaceae* แบ่งเป็น 15 สกุล (genus) ได้แก่ *Jiangella* (2 ไอโซเลต) *Asanoa* (1 ไอโซเลต) *Dactylosporangium* (1 ไอโซเลต) *Jishengella* (7 ไอโซเลต) *Micromonospora* (12 ไอโซเลต) *Phytohabitans* (1 ไอโซเลต) *Kutzneria* (1 ไอโซเลต) *Saccharopolyspora* (1 ไอโซเลต) *Microbispora* (17 ไอโซเลต) *Nonomurea* (5 ไอโซเลต) *Planotetraspora* (1 ไอโซเลต) *Sphaerisporangium* (2 ไอโซเลต) *Streptosporangium* (2 ไอโซเลต) *Actinomadura* (3 ไอโซเลต) และ *Streptomyces* (53 ไอโซเลต) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 โดยค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ (%similarity) ที่มากที่สุดของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ในแต่ละไอโซเลตกับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) แสดงในตารางที่ 4.2

จากผลการแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีท พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Taechowisan *et al.* (2003) ที่สามารถแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากพืชสมุนไพรหลายชนิดและพบว่าอยู่ในสกุล *Streptomyces* มากที่สุด รองลงมาคือ *Microbispora* *Nocardia* และ *Micromonospora* นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้ยังสามารถแยกเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทในสกุลอื่นๆ ได้อีกหลายสกุล ดังที่กล่าวมาแล้ว แสดงให้เห็นว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงในครั้งนี้มีควมหลากหลายสูง

จากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ทั้งหมด พบว่าจำนวนร้อยละ 37 (40 ไอโซเลต) แสดงค่า% similarity ของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่าร้อยละ 99.5) เมื่อเทียบกับสายพันธุ์อ้างอิงในฐานข้อมูล เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจึงมีแนวโน้มเป็นสปีชีส์ใหม่ ซึ่งสปีชีส์ที่ใกล้เคียงยังไม่พบว่าเป็นเอนโดไฟต์หรือเป็นเอนโดไฟต์ในพืชวงศ์ขิงมาก่อน แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาเบื้องต้นในครั้งนี้อาจจะนำไปสู่สปีชีส์ใหม่ ดังกล่าว

ตารางที่ 4.1 เอนโดไฟติกแอกติโนมัยที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงชนิดต่างๆ

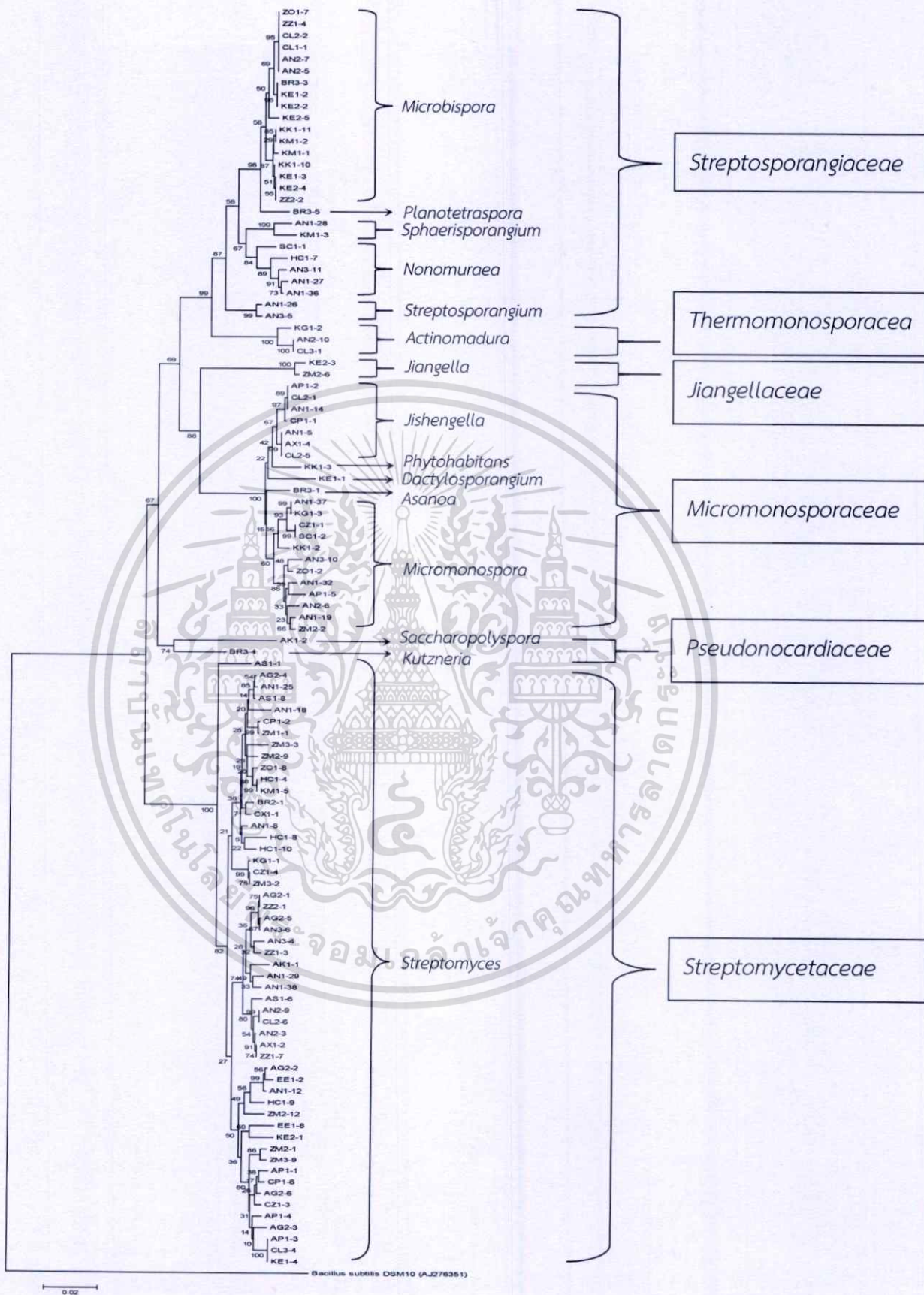
พืชวงศ์ขิง	จำนวนตัวอย่างพืช	ชั้นส่วนพืช	สกุลที่แยกได้	จำนวนเชื้อที่แยกได้
<i>Alpinia galanga</i> (ข่า)	2	ราก	<i>Streptomyces</i>	9
<i>Amomum krervanh</i> (กระวาน)	1	ลำต้น	<i>Saccharopolyspora</i>	1
			<i>Streptomyces</i>	1
<i>Alpinia nigra</i> (กะลา)	3	เหง้า	<i>Jishengella</i>	1
			<i>Streptomyces</i>	2
			<i>Streptosporangium</i>	1
		ราก	<i>Actinomadura</i>	1
			<i>Jishengella</i>	1
			<i>Nonomuraea</i>	3
			<i>Microbispora</i>	2
			<i>Micromonospora</i>	5
			<i>Sphaerisporangium</i>	1
			<i>Streptosporangium</i>	1
<i>Streptomyces</i>	8			
<i>Alpinia purpurata</i> (ขิงแดง)	1	เหง้า	<i>Verrocosispora</i>	3
			<i>Streptomyces</i>	1
		ราก	<i>Micromonospora</i>	1
<i>Amomum xanthioides</i> (เร่ว)	1	ลำต้น	<i>Jishengella</i>	1
		เหง้า	<i>Streptomyces</i>	1
<i>Boesenbergia rotunda</i> (กระชาย)	2	เหง้า	<i>Asanoa</i>	1
			<i>Streptomyces</i>	1
		ราก	<i>Kutzneria</i>	1
			<i>Microbispora</i>	1
<i>Curcuma longa</i> (ขมิ้นชัน)		เหง้า	<i>Microbispora</i>	2
		ราก	<i>Actinomadura</i>	1
			<i>Jishengella</i>	2
<i>Curcuma parviflora</i> (กระเจียวขาว)	1	ใบ	<i>Jishengella</i>	1
		ลำต้น	<i>Streptomyces</i>	1
		ราก	<i>Streptomyces</i>	1
<i>Curcuma xanthorrhiza</i> (ว่านขมิ้นคูลูก)	1	ใบ	<i>Streptomyces</i>	1
<i>Curcuma zedoaria</i> (ขมิ้นอ้อย)	1	ลำต้น	<i>Micromonospora</i>	1
<i>Etlingera elatior</i> (ดาหลา)	1	ราก	<i>Streptomyces</i>	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เอนโดไฟติกแอกติโนมัยที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงชนิดต่างๆ (ต่อ)

พืชวงศ์ขิง	จำนวนตัวอย่างพืช	ชิ้นส่วนพืช	เชื้อสกุลที่แยกได้	จำนวนเชื้อที่แยกได้
<i>Hedychium coronarium</i> (มหาหงส์)	1	ราก	<i>Nonomuraea</i>	1
			<i>Streptomyces</i>	4
<i>Kaempferia elegans</i> (ว่านนกคุ้ม)	2	ลำต้น	<i>Dactylosporangium</i>	1
		เหง้า	<i>Jiangella</i>	1
			<i>Microbispora</i> <i>Streptomyces</i>	3 1
ราก	<i>Microbispora</i> <i>Streptomyces</i>	2 1		
<i>Kaempferia galanga</i> (เปราะหอม)	1	ลำต้น	<i>Micromonospora</i>	1
		ราก	<i>Actinomadura</i> <i>Streptomyces</i>	1 1
<i>Kaempferia larsenii</i> (เปราะราศี)	1	ใบ	<i>Micromonospora</i> <i>Phytohabitans</i>	1 1
		เหง้า	<i>Microbispora</i>	1
		ราก	<i>Microbispora</i>	1
<i>Kaempferia marginata</i> (เปราะป่า)	1	ราก	<i>Microbispora</i>	2
			<i>Sphaerisporangium</i>	1
			<i>Streptomyces</i>	1
<i>Stahlianthus companulatus</i> (ว่านดอกดิน)	1	ลำต้น	<i>Micromonospora</i>	1
			<i>Nonomuraea</i>	1
<i>Zingiber montanum</i> (ไพล)	3	ลำต้น	<i>Streptomyces</i>	1
		เหง้า	<i>Jiangella</i>	1
			<i>Micromonospora</i> <i>Streptomyces</i>	1 1
		ราก	<i>Streptomyces</i>	5
<i>Zingiber officinale</i> (ขิง)	1	เหง้า	<i>Microbispora</i> <i>Micromonospora</i>	1 1
		ราก	<i>Streptomyces</i>	1
		ลำต้น	<i>Streptomyces</i>	1
<i>Zingiber zerumbet</i> (กระทือ)	2	ลำต้น	<i>Streptomyces</i>	1
		เหง้า	<i>Microbispora</i> <i>Streptomyces</i>	2 1
			ราก	<i>Streptomyces</i>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยซิสที่แยกได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อวัตถุประสงค์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ (%similarity) ของเอนโดไฟติก
แอสโคดิโนมัยสิทที่แยกได้จากสายพันธุ์อ้างอิง

รหัส	สายพันธุ์อ้างอิงที่ใกล้เคียงมากที่สุด	%similarity	ความยาว (bp)
KE2-3	<i>Jiangella muralis</i> DSM 45357 ^T	99.31	1508
ZM2-6	<i>Jiangella alba</i> DSM 45237 ^T	99.93	1437
BR3-1	<i>Asanoa ishikariensis</i> DSM 44718 ^T	99.37	1495
KE1-1	<i>Dactylosporangium fulvum</i> RY35-23 ^T	99.72	1503
AN1-5	<i>Jishengella endophytica</i> 202201 ^T	99.64	1432
AN1-14	<i>Jishengella endophytica</i> 202201 ^T	99.21	1406
AP1-2	<i>Jishengella endophytica</i> 202201 ^T	99.10	1473
AX1-4	<i>Jishengella endophytica</i> 202201 ^T	99.44	1475
CL2-1	<i>Jishengella endophytica</i> 202201 ^T	99.10	1473
CL2-5	<i>Jishengella endophytica</i> 202201 ^T	99.65	1475
CP1-1	<i>Jishengella endophytica</i> 202201 ^T	99.22	1411
AN1-19	<i>Micromonospora oryzae</i> CP2R9-1 ^T	100	1478
AN1-32	<i>Micromonospora schwarzwaldensis</i> HK10641 ^T	99.43	1405
AN1-37	<i>Micromonospora tulbaghia</i> DSM 45142 ^T	99.50	1420
AN2-6	<i>Micromonospora chokoriensis</i> DSM 45160 ^T	99.51	1478
AN3-10	<i>Micromonospora mirobrigensis</i> DSM 44830 ^T	99.86	1417
AP1-5	<i>Micromonospora wenchangensis</i> CCTCC AA 2012002 ^T	99.51	1475
CZ1-1	<i>Micromonospora tulbaghia</i> DSM45142 ^T	100	1472
KG1-3	<i>Micromonospora tulbaghia</i> DSM45142 ^T	99.50	1417
KK1-2	<i>Micromonospora yasonensis</i> DS3186 ^T	99.44	1474
SC1-2	<i>Micromonospora tulbaghia</i> DSM 45142 ^T	100	1436
ZM2-2	<i>Micromonospora carbonacea</i> DSM 43168 ^T	99.93	1464
ZO1-2	<i>Micromonospora maritima</i> D10-9-5 ^T	100	1475
KK1-3	<i>Phytohabitans houttuyniae</i> K11-0057 ^T	99.03	1485
BR3-4	<i>Kutzneria buriramensis</i> DSM 45791 ^T	99.64	1432
AK1-2	<i>Saccharopolyspora spongiae</i> CMAA 1452 ^T	99.93	1439
AN2-5	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	99.43	1415
AN2-7	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	99.50	1413
BR3-3	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	100	1478
CL1-1	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	99.58	1481
CL2-2	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	99.65	1479
KE1-2	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	99.93	1444
KE1-3	<i>Microbispora bryophytorum</i> NEAU-TX2-2 ^T	99.44	1480
KE2-2	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	100	1412
KE2-4	<i>Microbispora bryophytorum</i> NEAU-TX2-2 ^T	99.71	1407
KE2-5	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>aerata</i> ATCC 15448 ^T	99.22	1465

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่ำร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ (%similarity) ของเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากสายพันธุ์อ้างอิง (ต่อ)

รหัส	สายพันธุ์อ้างอิงที่ใกล้เคียงมากที่สุด	%similarity	ความยาว (bp)
KK1-10	<i>Microbispora bryophytorum</i> NEAU-TX2-2 ^T	99.51	1432
KK1-11	<i>Microbispora bryophytorum</i> NEAU-TX2-2 ^T	99.37	1479
KM1-1	<i>Microbispora bryophytorum</i> NEAU-TX2-2 ^T	99.65	1473
KM1-2	<i>Microbispora bryophytorum</i> NEAU-TX2-2 ^T	99.51	1478
ZO1-7	<i>Microbispora rosea</i> subsp. <i>rosea</i> ATCC 12950 ^T	99.58	1479
ZZ1-4	<i>Microbispora hainanensis</i> 211020 ^T	99.79	1410
ZZ2-2	<i>Microbispora bryophytorum</i> NEAU-TX2-2 ^T	99.45	1480
AN1-27	<i>Nonomuraea kuesteri</i> NRRL B-24325 ^T	99.45	1482
AN1-36	<i>Nonomuraea jabiensis</i> A4036 ^T	99.28	1431
AN3-11	<i>Nonomuraea angiospora</i> IFO 13155 ^T	98.68	1369
HC1-7	<i>Nonomuraea bangladeshensis</i> 5-10-10 ^T	99.93	1480
SC1-1	<i>Nonomuraea dietziae</i> AJ278220 ^T	98.82	1488
BR3-5	<i>Planotetraspora phitsanulokensis</i> AT-1383 ^T	99.71	1444
AN1-28	<i>Sphaerisorangium rufum</i> R10-82 ^T	100	1411
KM1-3	<i>Sphaerisorangium krabiense</i> AT-0308 ^T	99.28	1440
AN1-26	<i>Streptosporangium saharensense</i> SG20 ^T	99.63	1355
AN3-5	<i>Streptosporangium terrae</i> VRC21 ^T	99.30	1492
AN2-10	<i>Actinomadura rugatobispora</i> IFO 14382 ^T	99.27	1403
CL3-1	<i>Actinomadura rugatobispora</i> IFO 14382 ^T	99.27	1400
KG1-2	<i>Actinomadura bangladeshensis</i> 3-46-b3 ^T	99.31	1509
AG2-1	<i>Streptomyces iranensis</i> HM35 ^T	99.79	1444
AG2-2	<i>Streptomyces hyaluromycini</i> NBRC 110483 ^T	99.93	1485
AG2-3	<i>Streptomyces bungoensis</i> DSM 41781 ^T	99.03	1483
AG2-4	<i>Streptomyces phaeoluteichromatogenes</i> NRRL 5799 ^T	99.86	1482
AG2-5	<i>Streptomyces iranensis</i> HM35 ^T	99.65	1415
AG2-6	<i>Streptomyces bungoensis</i> DSM 41781 ^T	99.86	1489
AK1-1	<i>Streptomyces sclerotialus</i> NRRL ISP-5269 ^T	98.41	1486
AN1-8	<i>Streptomyces tuius</i> NBRC 15617 ^T	99.44	1482
AN1-12	<i>Streptomyces shenzhenensis</i> 172115 ^T	99.93	1482
AN1-18	<i>Streptomyces leeuwenhoekii</i> C34 ^T	98.76	1482
AN1-25	<i>Streptomyces misionensis</i> DSM 40306 ^T	99.71	1393
AN1-29	<i>Streptomyces amphotericinicus</i> 1H-SSA8 ^T	98.53	1434
AN1-38	<i>Streptomyces qinglanensis</i> 172205 ^T	99.93	1484
AN2-3	<i>Streptomyces angustmycinicus</i> NRRL B-2347 ^T	100	1486
AN2-9	<i>Streptomyces sioyaensis</i> NRRL B-5408 ^T	99.72	1492
AN3-4	<i>Streptomyces amphotericinicus</i> 1H-SSA8 ^T	99.65	1484

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ (%similarity) ของเอนโดไฟติก
แอกติโนมัยสีทที่แยกได้จากสายพันธุ์อ้างอิง (ต่อ)

รหัส	สายพันธุ์อ้างอิงที่ใกล้เคียงมากที่สุด	%similarity	ความยาว (bp)
AN3-6	<i>Streptomyces iranensis</i> HM35 ^T	99.65	1415
AP1-1	<i>Streptomyces griseoruber</i> NRRL B-1818 ^T	99.65	1486
AP1-3	<i>Streptomyces adustus</i> WH-9 ^T	99.31	1486
AP1-4	<i>Streptomyces cyaneus</i> NRRL B-2296 ^T	99.36	1439
AS1-1	<i>Streptomyces carpaticus</i> NBRC 15390 ^T	99.79	1446
AS1-6	<i>Streptomyces chattanoogensis</i> NRRL ISP-5002 ^T	99.10	1488
	<i>Streptomyces diastatochromogenes</i> NRRL B-1698 ^T	99.10	1488
	<i>Streptomyces lydicus</i> NBRC 13058 ^T	99.10	1488
AS1-8	<i>Streptomyces misionensis</i> DSM 40306 ^T	99.93	1485
AX1-2	<i>Streptomyces nigrescens</i> NBRC 12894 ^T	99.93	1489
	<i>Streptomyces libani</i> subsp. <i>libani</i> NBRC 13452 ^T	99.93	1489
BR2-1	<i>Streptomyces diastaticus</i> subsp. <i>ardesiacus</i> NRRL B-1773 ^T	99.65	1484
	<i>Streptomyces coelicoflavus</i> NBRC 15399 ^T	99.65	1484
CL2-6	<i>Streptomyces sioyaensis</i> NRRL B-5408 ^T	99.72	1486
CL3-4	<i>Streptomyces adustus</i> WH9 ^T	99.31	1486
CP1-2	<i>Streptomyces xylanilyticus</i> SR2-123 ^T	100	1440
CP1-6	<i>Streptomyces capoamus</i> JCM 4734 ^T	100	1483
CX1-1	<i>Streptomyces parvulus</i> NBRC 13193 ^T	100	1483
CZ1-3	<i>Streptomyces cinnabarigriseus</i> JS360 ^T	99.17	1483
	<i>Streptomyces canus</i> DSM 40017 ^T	99.17	1483
CZ1-4	<i>Streptomyces wuyuanensis</i> CGMCC 4.7042 ^T	100	1478
EE1-2	<i>Streptomyces jiujiangensis</i> JXJ 0074 ^T	99.31	1480
EE1-8	<i>Streptomyces sanglieri</i> NBRC 100784 ^T	99.38	1483
HC1-4	<i>Streptomyces hydrogenans</i> NBRC 13475 ^T	100	1484
	<i>Streptomyces daghestanicus</i> NRRL B-5418 ^T	100	1484
	<i>Streptomyces albidoflavus</i> DSM 40455 ^T	100	1484
	<i>Streptomyces violascens</i> ISP 5183 ^T	100	1484
HC1-8	<i>Streptomyces lannensis</i> TA4-8 ^T	100	1481
HC1-9	<i>Streptomyces psammoticus</i> NBRC 13971 ^T	99.93	1484
HC1-10	<i>Streptomyces glomeratus</i> LMG 19903 ^T	99.93	1487
KE1-4	<i>Streptomyces adustus</i> WH-9 ^T	99.31	1486
KE2-1	<i>Streptomyces camponoticapitis</i> 2H-TWYE14 ^T	99.65	1484
KG1-1	<i>Streptomyces wuyuanensis</i> CGMCC 4.7042 ^T	99.86	1475

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ (%similarity) ของเอนโดไฟติกแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากสายพันธุ์อ้างอิง (ต่อ)

รหัส	สายพันธุ์อ้างอิงที่ใกล้เคียงมากที่สุด	%similarity	ความยาว (bp)
KM1-5	<i>Streptomyces hydrogenans</i> NBRC 13475 ^T	100	1484
	<i>Streptomyces daghestanicus</i> NRRL B-5418 ^T	100	1484
	<i>Streptomyces albidoflavus</i> DSM 40455 ^T	100	1484
	<i>Streptomyces violascens</i> ISP 5183 ^T	100	1484
ZM1-1	<i>Streptomyces xylanilyticus</i> SR2-123 ^T	99.17	1487
ZM2-1	<i>Streptomyces griseorubiginosus</i> DSM 40469 ^T	99.38	1483
ZM2-9	<i>Streptomyces cinereospinus</i> NBRC 15397 ^T	99.10	1482
ZM2-12	<i>Streptomyces racemochromogenes</i> NRRL B-5430 ^T	99.79	1481
	<i>Streptomyces polychromogenes</i> NBRC 13072 ^T 99.79%	99.79	1481
ZM3-2	<i>Streptomyces wuyuanensis</i> CGMCC 4.7042 ^T	100	1475
ZM3-3	<i>Streptomyces collinus</i> NBRC 12759 ^T	99.93	1438
ZM3-9	<i>Streptomyces griseorubiginosus</i> DSM 40469 ^T	100	1483
ZO1-8	<i>Streptomyces albidoflavus</i> DSM 40455 ^T	99.79	1484
ZZ1-3	<i>Streptomyces amphotericinicus</i> 1H-SSA8 ^T	99.65	1427
ZZ1-7	<i>Streptomyces nigrescens</i> NBRC 12894 ^T	100	1486
	<i>Streptomyces libani</i> subsp. <i>libani</i> NBRC 13452 ^T	100	1486
ZZ2-1	<i>Streptomyces iranensis</i> HM35 ^T	99.65	1485

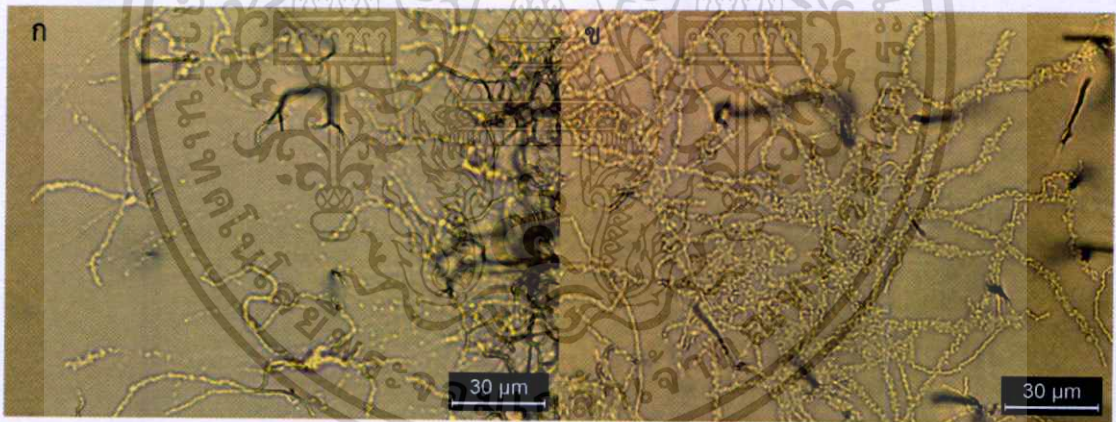
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 วงศ์ *Jiangellaceae*

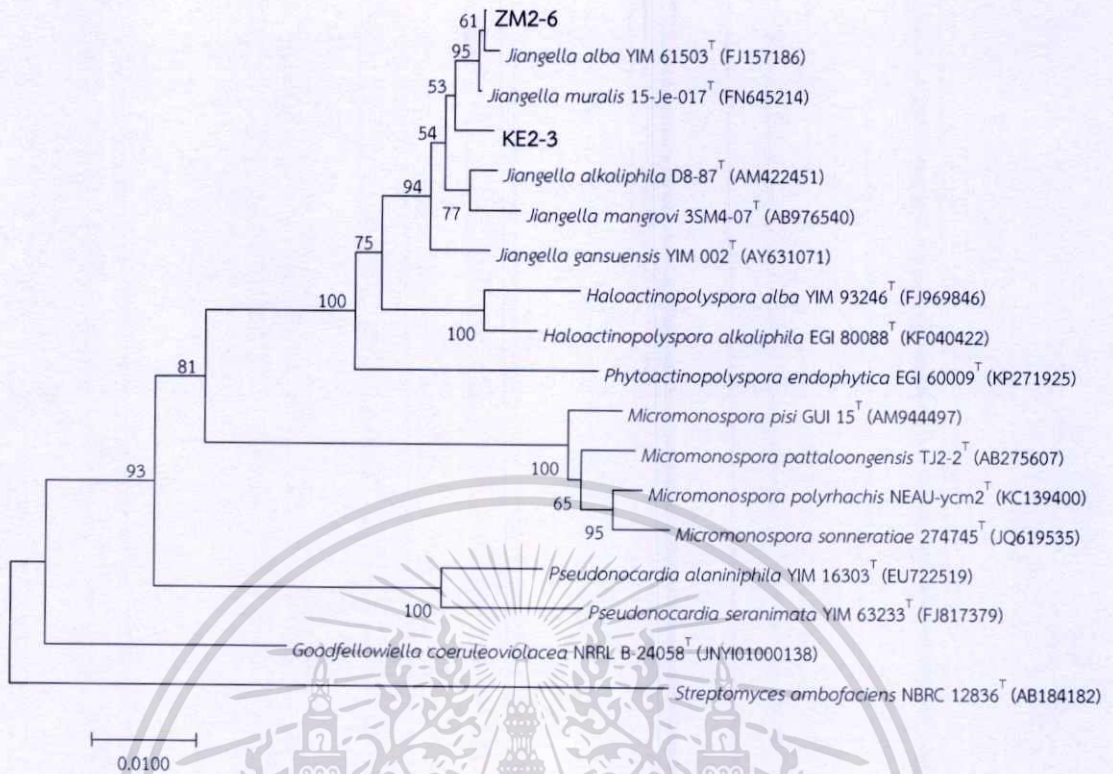
ประกอบด้วย 1 สกุล คือ *Jiangella* ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

(1) สกุล *Jiangella*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ KE2-3 และ ZM2-6 สร้างเส้นใยอาหารเป็นสายยาวและเส้นใยมักแตกหัก (fragment) เป็นแท่งสั้นหรือแท่งยาว สร้างเส้นใยอากาศได้ แต่ไม่พบการสร้างสปอร์ (รูปที่ 4.2) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยสีน้ำตาลอมเหลืองเข้ม (strong yellowish brown) และสีขาวอมเหลือง (yellowish white) (ภาคผนวก ค) ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำบนอาหารทดสอบทุกชนิด ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส แต่ไอโซเลต ZM2-6 เจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 6-10 และสามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0-7 ได้ ส่วนไอโซเลต ZM2-6 ทนได้สูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 8 สามารถย่อยสลายแป้ง โปรตีน ไนนม และรีดิวซ์ไนเตรตได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าไอโซเลต KE2-3 และ ZM2-6 มีความคล้ายคลึงกับ *Jiangella muralis* DSM 45357^T 99.31% และ *Jiangella alba* DSM 45237^T 99.93% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) จากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าทั้ง 2 ไอโซเลตนี้จัดอยู่ในสกุล *Jiangella* (รูปที่ 4.3)



รูปที่ 4.2 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต KE2-3 (ก) และ ZM2-6 (ข) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



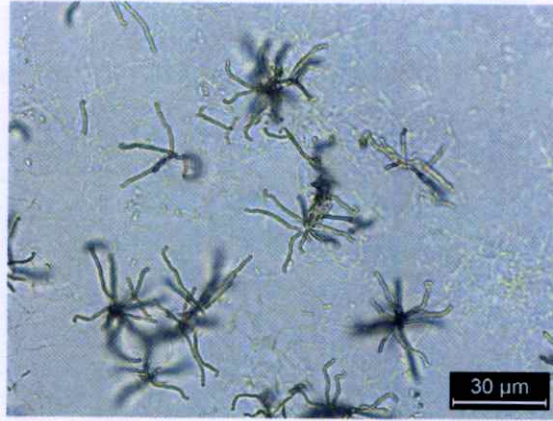
รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KE2-3 และ ZM2-6 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

4.2.2 วงศ์ *Micromonosporaceae*

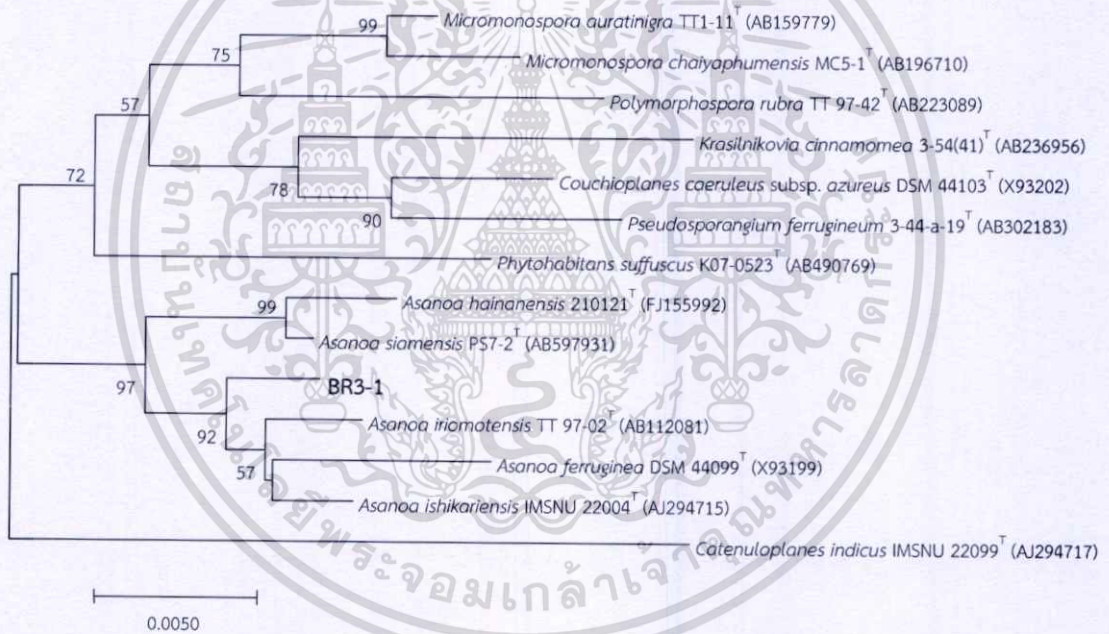
ประกอบด้วย 5 สกุล ได้แก่ *Asanoa*, *Dactylosporangium*, *Jishengella*, *Micromonospora* และ *Phytohabitans* ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

(1) สกุล *Asanoa*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 1 ไอโซเลต คือ BR3-1 สร้างสปอร์ต่อกันเป็นสาย (มีจำนวนสปอร์มากกว่า 10 สปอร์ต่อสาย) บนปลายของก้านชูสปอร์ขนาดสั้นซึ่งชูขึ้นมาโดยตรงจากผิวอาหาร ไม่สร้างเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.4) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยอาหารสีส้ม (deep orange) และสร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีส้มเข้มอมแดง (strong reddish orange) (ภาคผนวก ค) ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และสามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0-2 ได้ สามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินและรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Asanoa ishikariensis* DSM 44718^T 99.37% และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Asanoa* (รูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.4 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์สองระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



รูปที่ 4.5 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต BR3-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

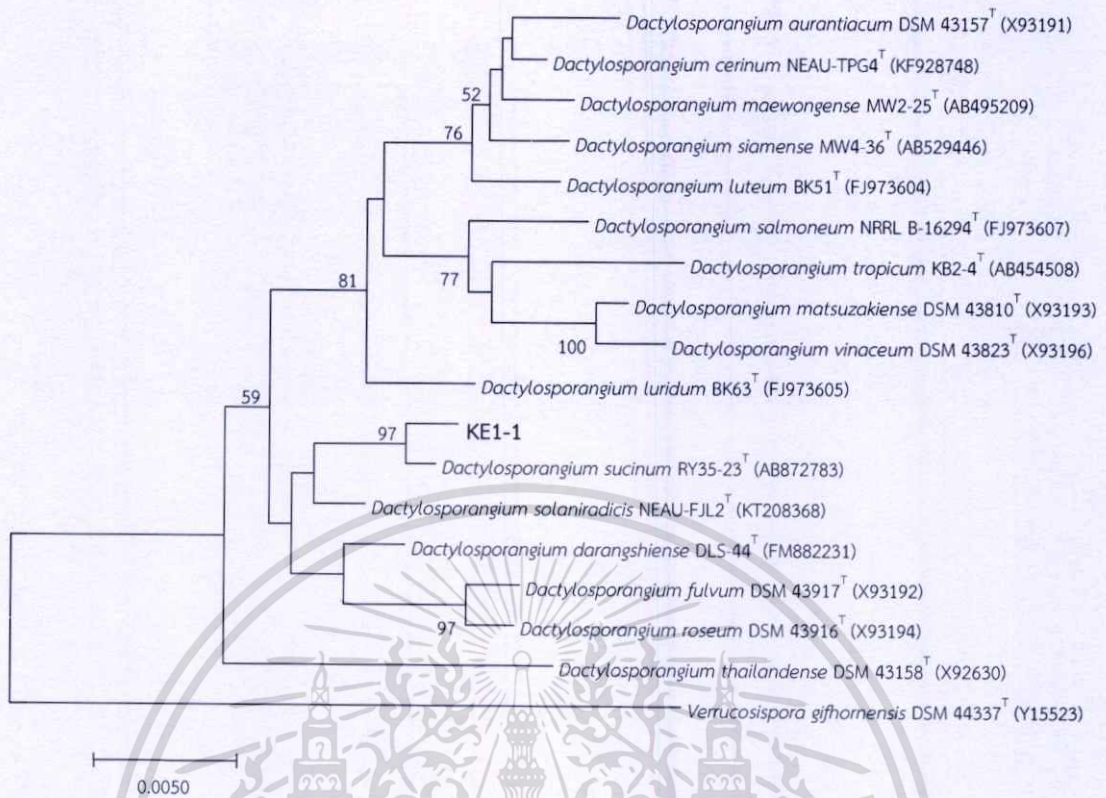
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) สกุล *Dactylosporangium*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 1 ไอโซเลต คือ KE1-1 มีการสร้างโครงสร้างลักษณะกลม (globose bodies) อยู่บนเส้นใยอาหาร ไม่สร้างเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.6) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอ่อน (pale yellow) (ภาคผนวก ค) ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำบนอาหารทดสอบทุกชนิด ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และสามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0-2 ได้ สามารถย่อยสลายแป้ง โปรตีนในนม และสามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Dactylosporangium sucinum* RY35-23^T 99.72% และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Dactylosporangium* (รูปที่ 4.7)



รูปที่ 4.6 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต KE1-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar

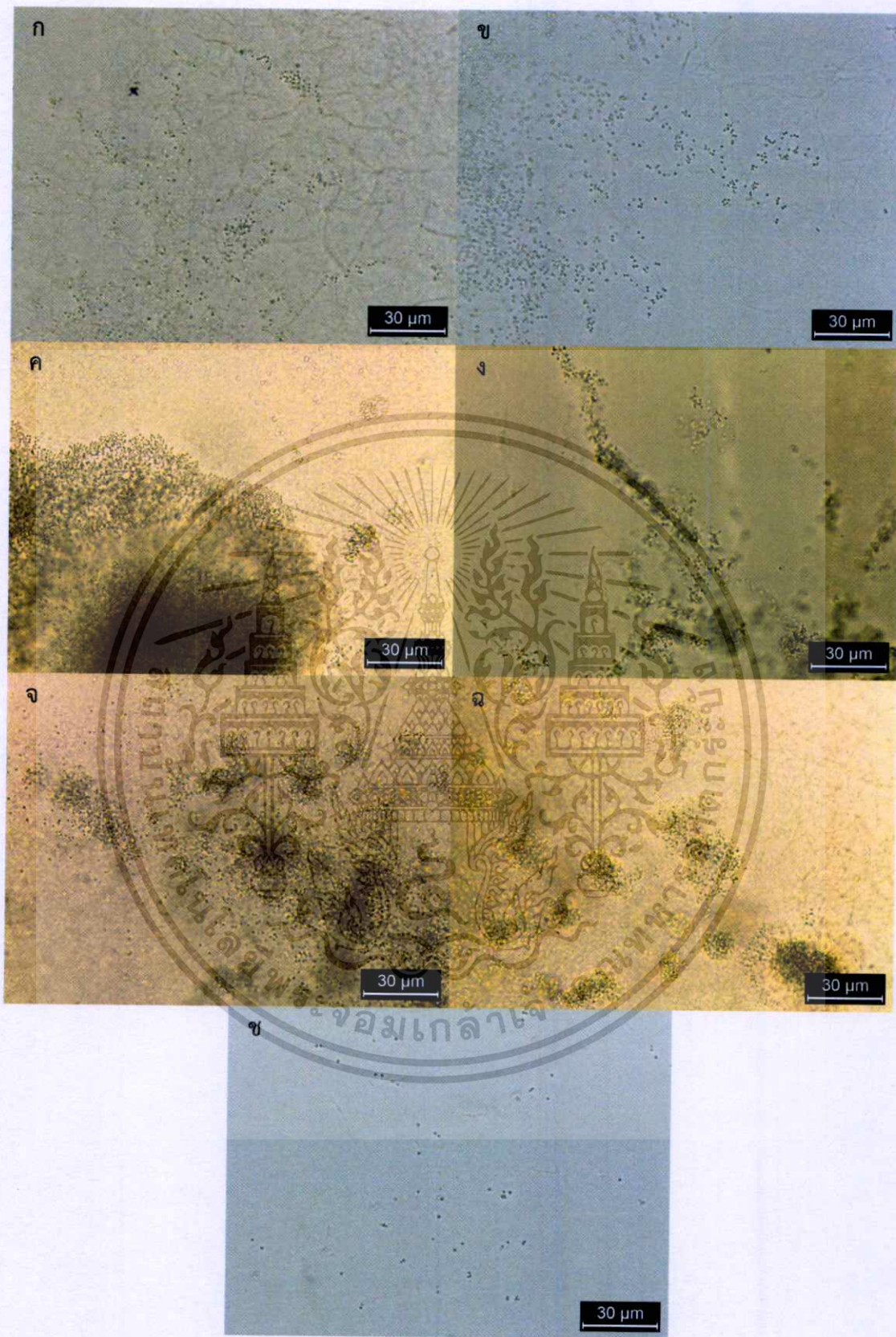


รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KE1-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

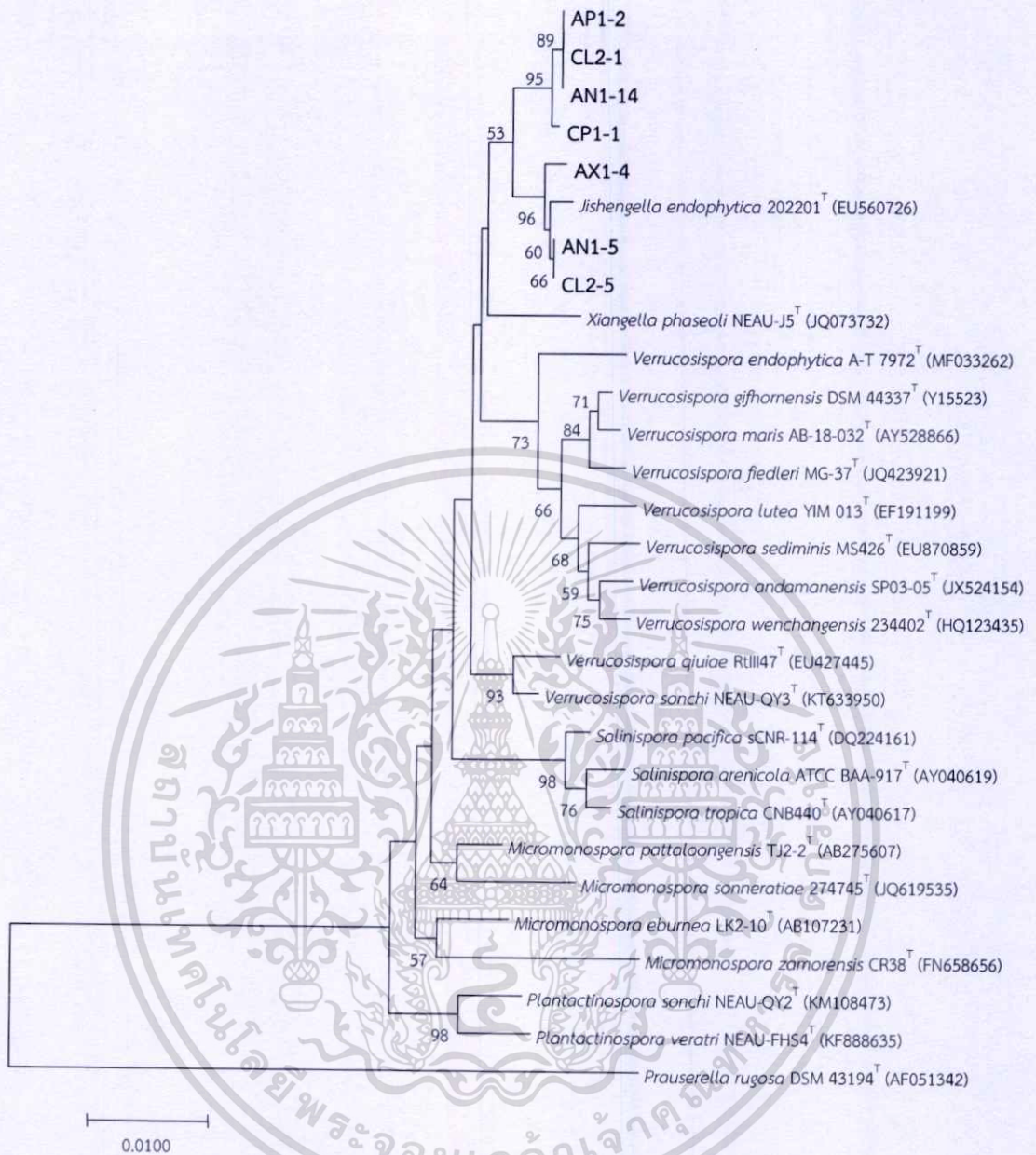
(3) สกุล *Jishengella*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 7 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-5 AX1-4 CL2-5 CP1-1 AN1-14 AP1-2 และ CL2-1 สร้างสปอร์เดี่ยวรูปร่างกลมอยู่บนเส้นใยอาหารที่มีลักษณะแตกกิ่งก้าน ไม่สร้างเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.8) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยที่มีสีส้มเหลืองสดใส (vivid orange yellow) ไปจนถึงสีส้มเหลืองอ่อน (pale orange yellow) (ภาคผนวก ค) ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำบนอาหารทดสอบทุกชนิด ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส แต่มี 2 ไอโซเลต คือ AP1-2 และ CP1-1 ไม่สามารถเจริญที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสได้ และไอโซเลต AX1-4 เจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 6-10 ไอโซเลต สามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0-5 ได้ แต่มี 3 ไอโซเลต คือ AX1-4 CL2-1 และ CP1-1 ทนเกลือได้สูงสุดที่ความเข้มข้นเพียงร้อยละ 2 4 และ 3 ตามลำดับ ทุกไอโซเลตสามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ และมี 3 ไอโซเลต คือ AN1-14 AP1-2 และ CL2-1 สามารถย่อยสลาย เจลาตินได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกับ *Jishengella endophytica* 202201^T 99.10-99.56% (ตารางที่ 4.2) จากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าเชื้อทั้ง 7 ไอโซเลตนี้จัดอยู่ในสกุล *Jishengella* (รูปที่ 4.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AN1-5 (ก) AN1-14 (ข) AP1-2 (ค) AX1-4 (ง) CL2-1 (จ) CL2-5 (ฉ) และ CP1-1 (ข) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข การค้าไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



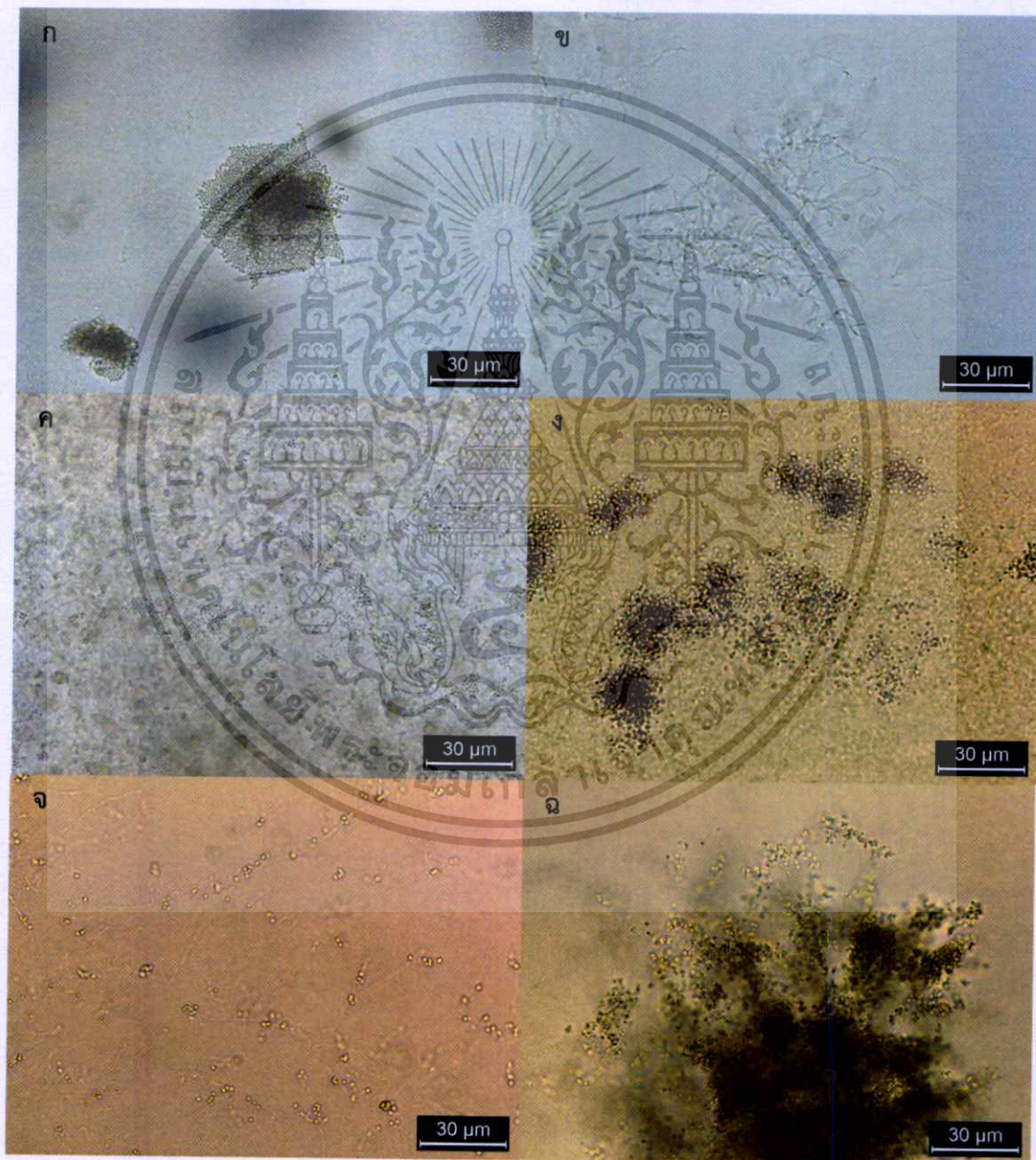
รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-5 AN1-14 AP1-2 AX1-4 CL2-1 CL2-5 และ CP1-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

(4) สกุล *Micromonospora*

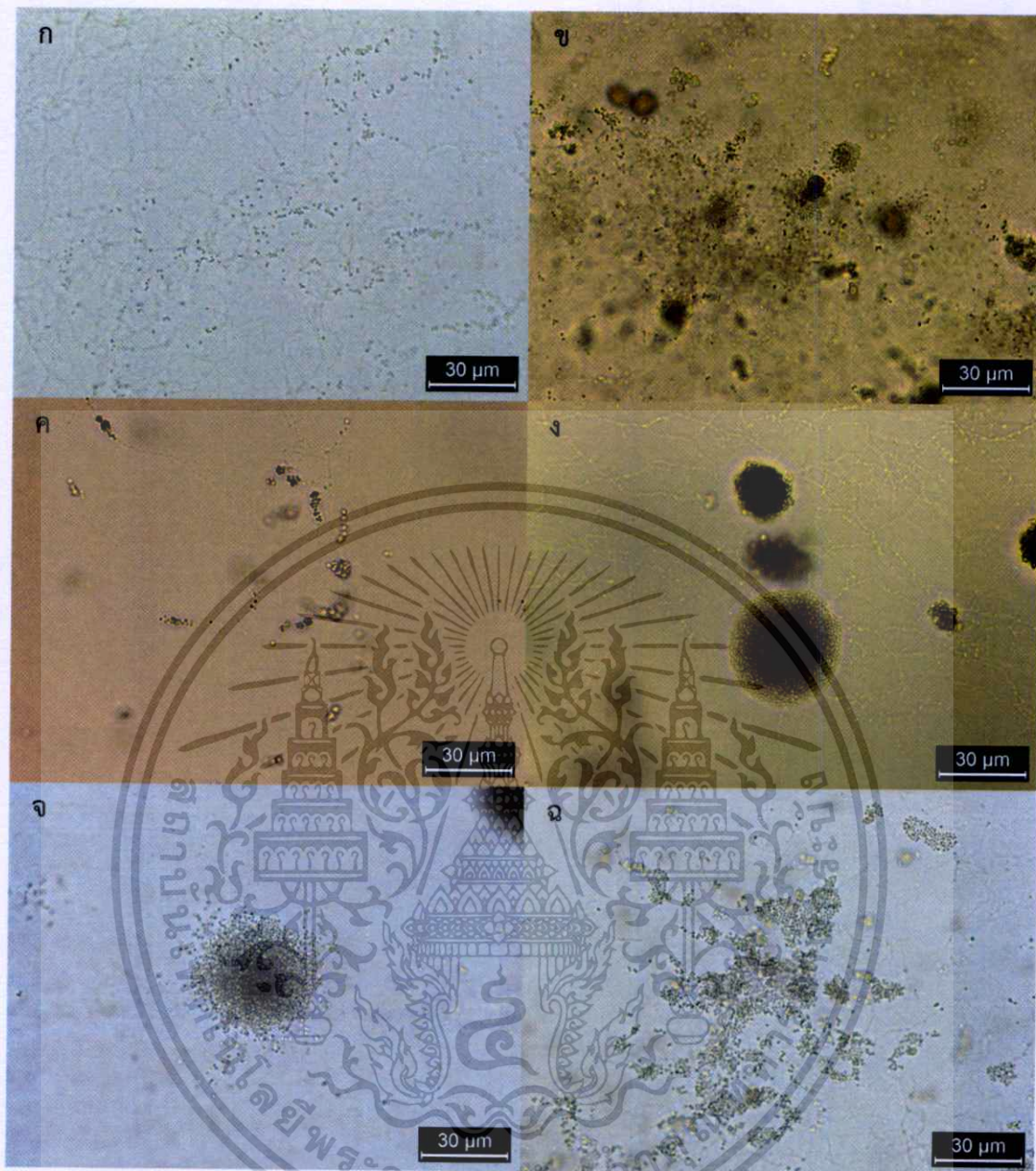
เอนโดไฟติกแอกติโนมัยซีทจำนวน 12 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-19 AN1-32 AN1-37 AN2-6 AN3-10 AP1-5 CZ1-1 KG1-3 KK1-2 SC1-2 ZM2-2 และ ZO1-2 สร้างสปอร์เดี่ยวอยู่บนเส้นใยอาหาร ไม่สร้างเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.10 และ 4.11) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยอาหารที่มีสีส้มเหลือง (vivid orange yellow) ไปจนถึงสีเขียวมะกอก (deep olive green) (ภาคผนวก ค) มีหลายไอโซเลตสามารถสร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำ โดยมีสีเหลืองส้มอ่อน (pale orange yellow) ไปจนถึงสีเขียวมะกอก (moderate olive green) ลักษณะการเจริญบนอาหาร

ต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง หลายไอโซเลตสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 40 องศาเซลเซียส และมีไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายไอโซเลตสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียส มีเพียง 1 ไอโซเลต คือ AN3-10 ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และ 6-10 สามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 3-5 ทุกไอโซเลตสามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ เชื้อส่วนมาก (ยกเว้นไอโซเลต AN2-6 AP1-5 และ CZ1-1) สามารถย่อยสลายเจลาตินได้ และเชื้อทุกไอโซเลต (ยกเว้น CZ1-1) ไม่สามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกับสกุล *Micromonospora* (99.43-100%) (ตารางที่ 4.2) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าทั้ง 12 ไอโซเลตนี้จัดอยู่ในสกุล *Micromonospora* ดังแสดงในรูปที่ 4.12

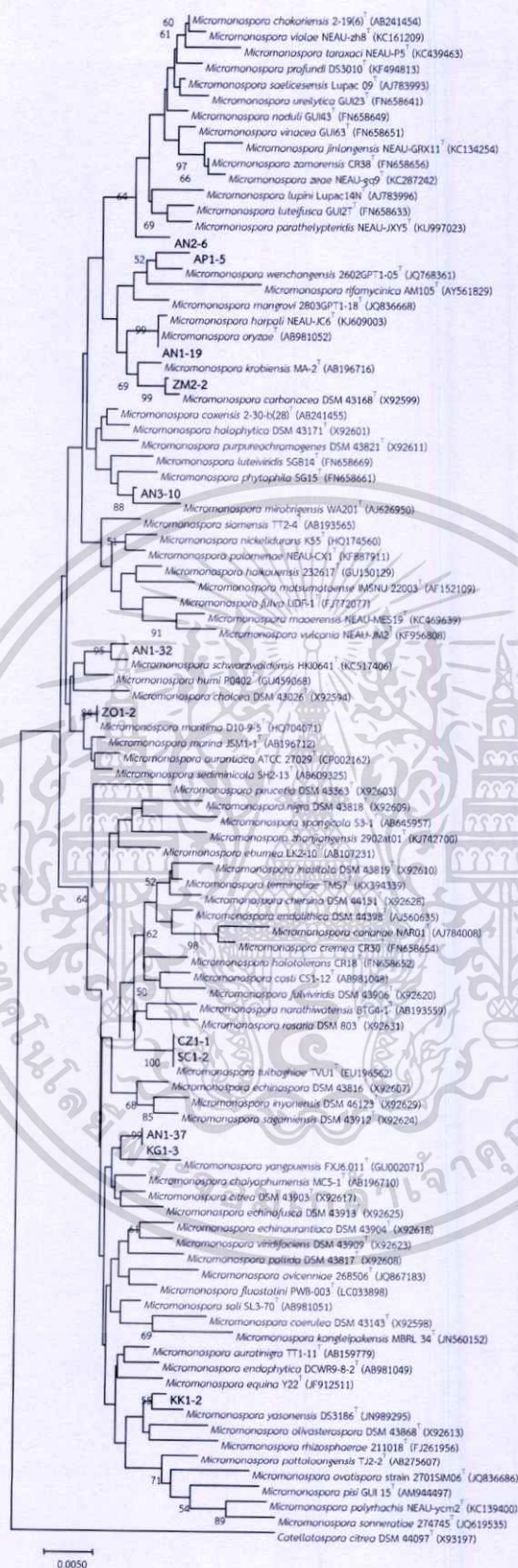


รูปที่ 4.10 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AN1-19 (ก) AN1-32 (ข) AN1-37 (ค) AN2-6 (ง) AN3-10 (จ) และ AP1-5 (ฉ) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar ไม่ว่ารณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต CZ1-1 (ก) KG1-3 (ข) KK1-2 (ค) SC1-2 (ง) ZM2-2 (จ) และ ZO1-2 (ฉ) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-19 AN1-32 AN1-37 AN2-6 AN3-10 AP1-5 CZ1-1 KG1-3 KK1-2 SC1-2 ZM2-2 และ ZO1-2 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

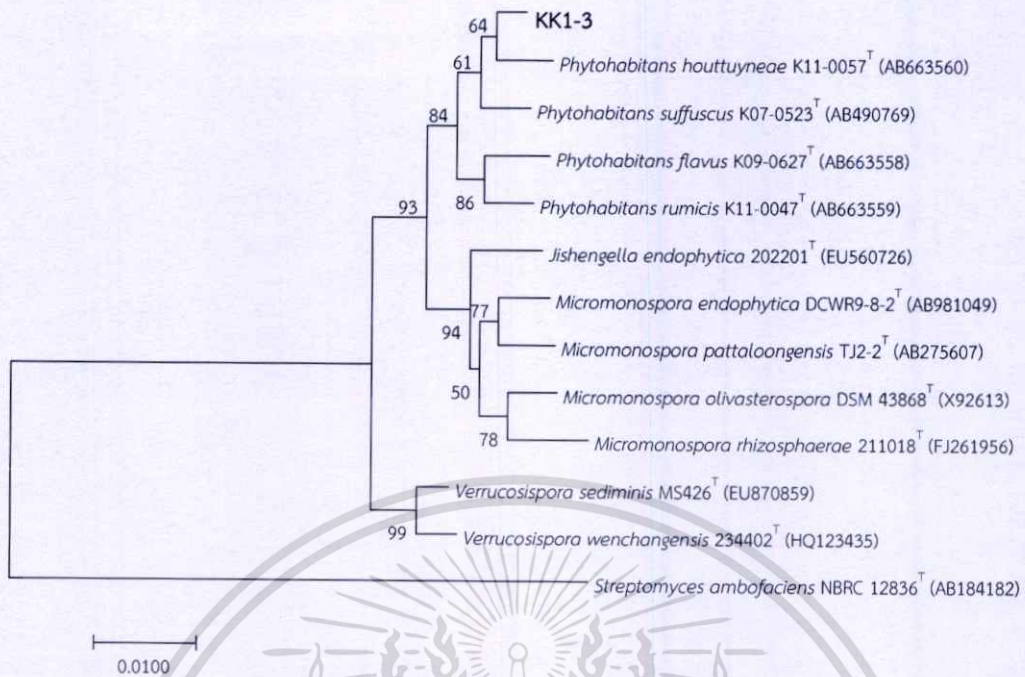
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) สกุล *Phytohabitans*

เอนโดฟิติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 1 ไอโซเลต คือ KK1-3 สร้างทั้งสปอร์เดี่ยวรูปกลมและสปอร์สายยาว (มากกว่า 10 สปอร์) (รูปที่ 4.13) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเข้ม (strong yellow) สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีเหลืองอ่อน (pale yellow) (ภาคผนวก ค) ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 6-10 และสามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0-3 สามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินและรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Phytohabitans houttuynae* K11-0057^T 99.03% และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Phytohabitans* (รูปที่ 4.14)



รูปที่ 4.13 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต KK1-3 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



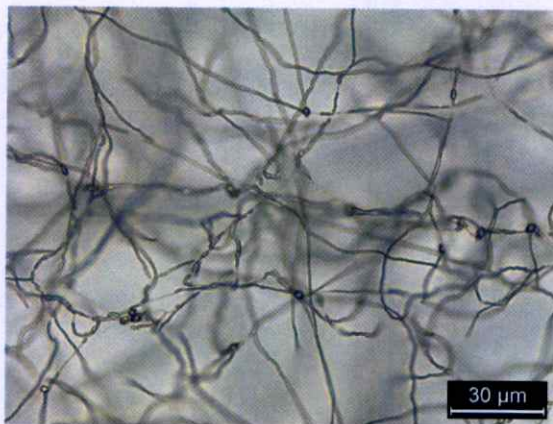
รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KK1-3 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

4.2.3 วงศ์ *Pseudonocardiaceae*

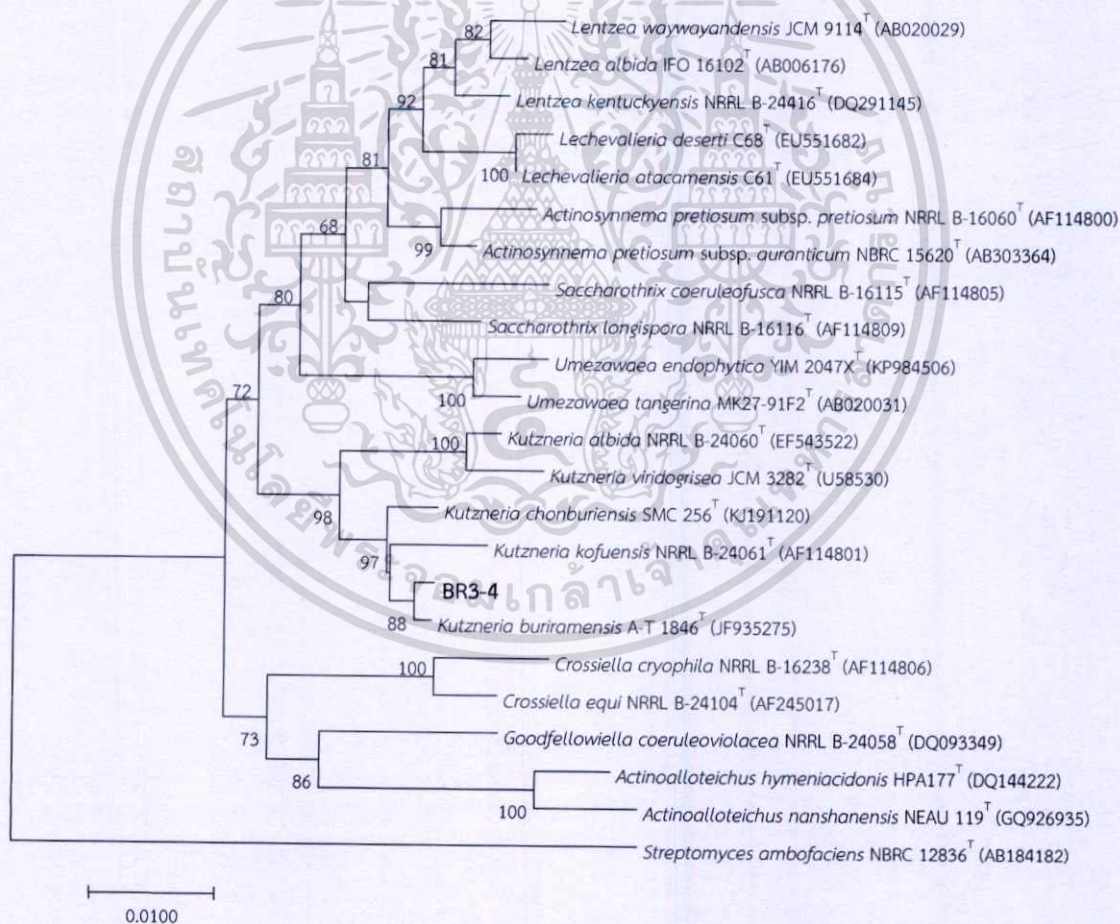
ประกอบด้วย 2 สกุล ได้แก่ *Kutzneria* และ *Saccharopolyspora* ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) สกุล *Kutzneria*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 1 ไอโซเลต คือ BR3-4 สร้างเส้นใยอากาศที่แตกแขนงเป็นกิ่งก้าน และสร้างสปอร์ที่มีงูหนุ้ม (sporangium) ลักษณะกลมอยู่ที่ปลายของก้านชูสปอร์ขนาดยาวบนเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.15) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอ่อน (pale yellow) และสร้างเส้นใยอากาศสีขาว (white) (ภาคผนวก ค) สามารถสร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีเหลืองบนอาหาร ISP5 ISP7 และ glucose asparagines agar ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-45 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 4-10 และสามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0-3 ได้ สามารถย่อยสลายแป้งเจลาติน และโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Kutzneria buriramensis* DSM 45791^T 99.64% และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Kutzneria* (รูปที่ 4.16)



รูปที่ 4.15 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-4 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต BR3-4 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

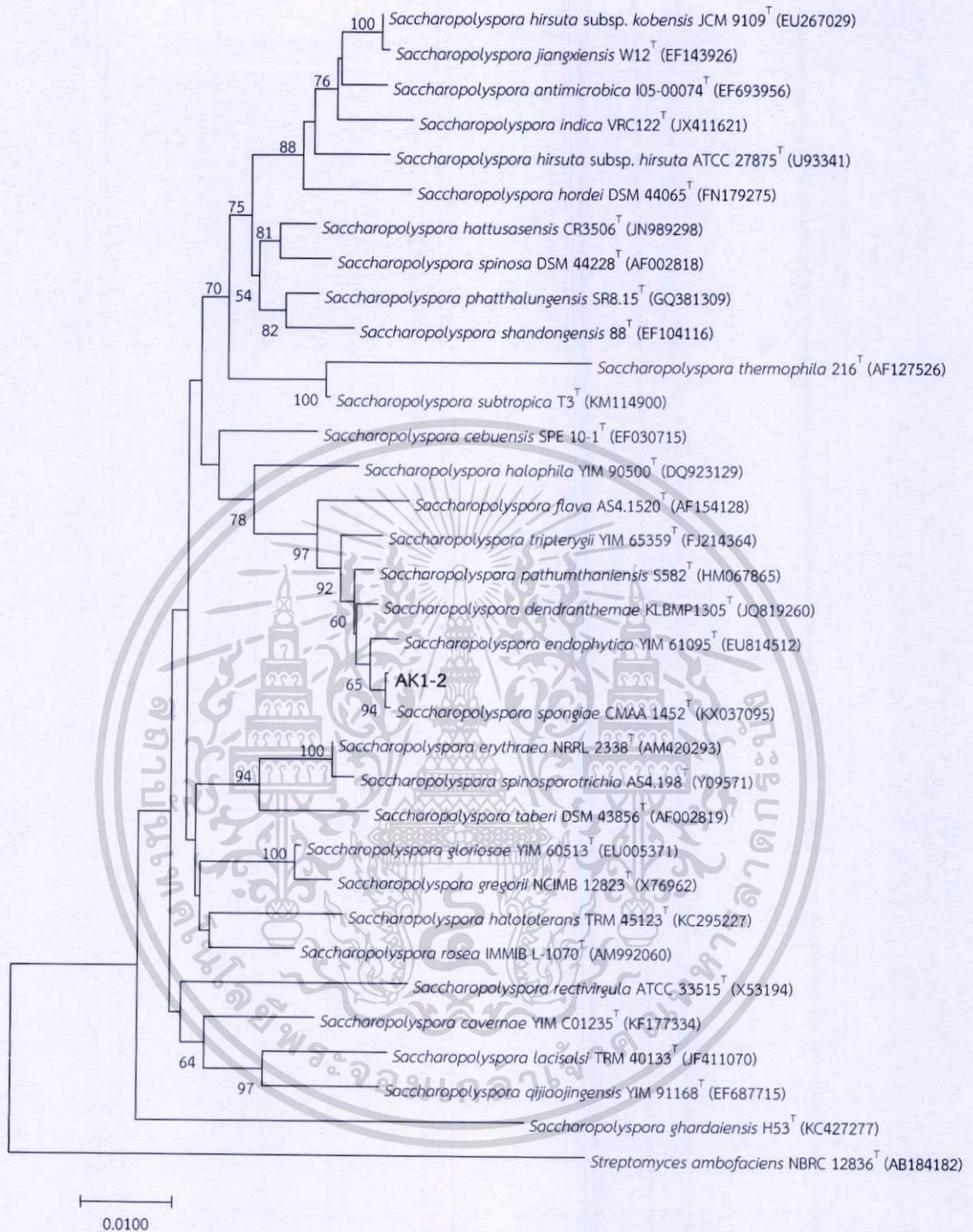
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) สกุล *Saccharopolyspora*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 1 ไอโซเลต คือ AK1-2 สร้างเส้นใยอาหารที่มีลักษณะแตกกิ่งก้าน และเส้นใยมักแตกหัก (fragment) เป็นท่อนสั้นๆ (รูปที่ 4.17) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีขาวอมเหลือง (yellowish white) (ภาคผนวก ค) ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำบนอาหารทดสอบทุกชนิด ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 6-10 และสามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0-14 ได้ สามารถย่อยสลายแป้ง เจลาติน และโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Saccharopolyspora spongiae* CMAA 1452^T 99.93% และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Saccharopolyspora* (รูปที่ 4.18)



รูปที่ 4.17 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AK1-2 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



รูปที่ 4.18 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AK1-2 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

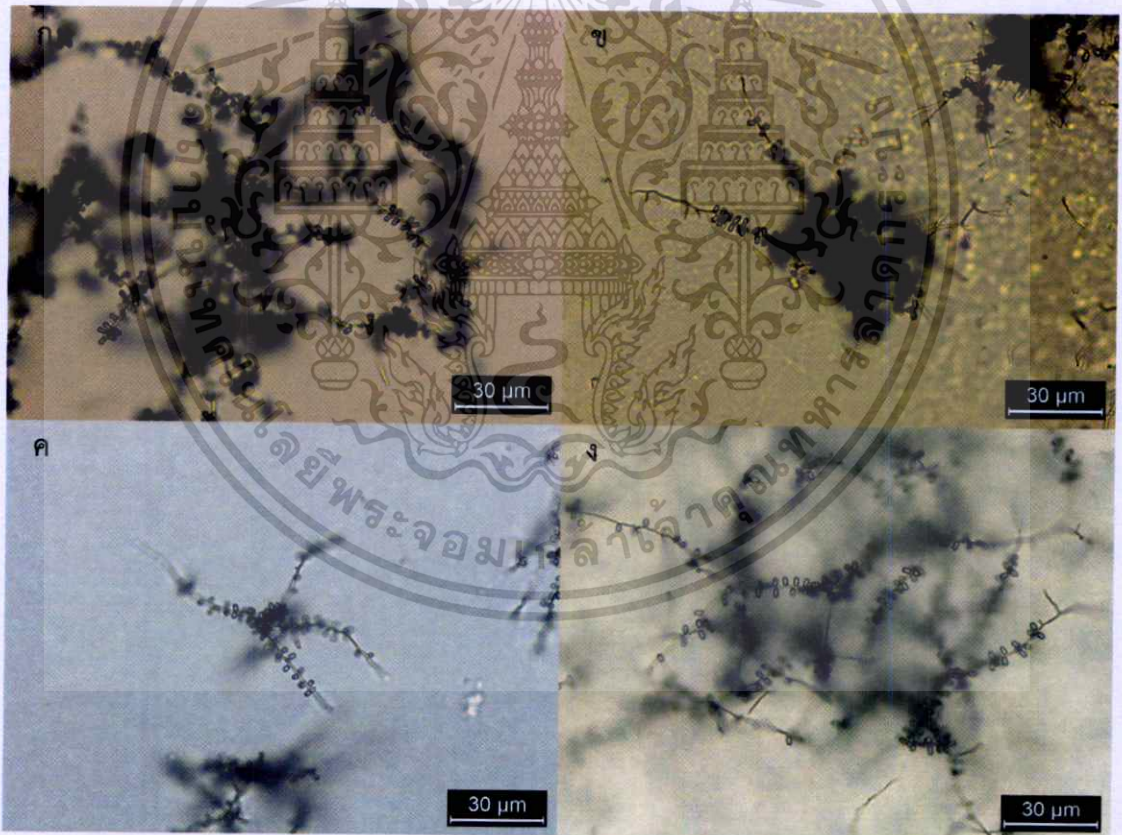
4.2.4 วงศ์ Streptosporangiaceae

ประกอบด้วย 2 สกุล ได้แก่ *Microbispora* *Nonomuraea* *Planotetraspora* *Sphaerisporangium* และ *Streptosporangium* ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

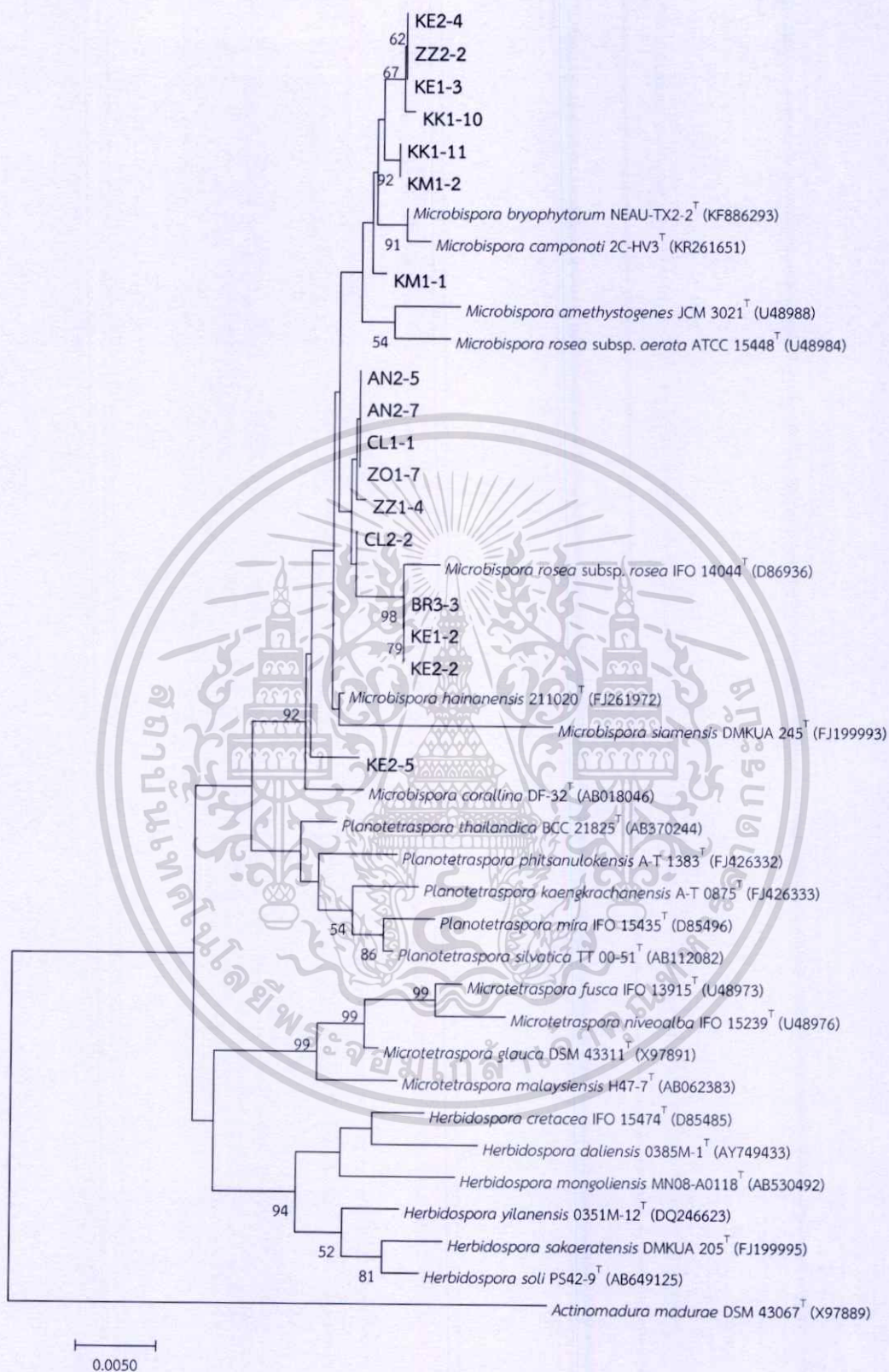
(1) สกุล *Microbispora*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 17 ไอโซเลต ได้แก่ AN2-5 AN2-7 BR3-3 CL1-1 CL2-2 KE1-2 KE1-3 KE2-2 KE2-4 KE2-5 KK1-10 KK1-11 KM1-1 KM1-2 ZO1-7 ZZ1-4 และ ZZ2-2 สร้างเส้นใยอาหารที่มีลักษณะแตกกิ่งก้านและสร้างสปอร์คู่อยู่บนก้านชูสปอร์สั้นๆ บนเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.19) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยสีเหลืองอมเขียว (pale greenish yellow) ไปจนถึงสีน้ำตาล (moderate brown) (ภาคผนวก ค) เชื้อส่วนมากไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำ ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 55 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และ 6-10 สามารถทนเกลือได้สูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 ทุกไอโซเลตสามารถย่อยสลายแป้งได้ และเกือบทุกไอโซเลต (ยกเว้น ZZ1-4) สามารถย่อยสลายโปรตีนในนมได้ ส่วนมากไม่สามารถย่อยสลายเจลาติน (ยกเว้น AN2-7 KE1-3 และ KE2-4) และไม่สามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ยกเว้น AN2-7 KE2-2 KE2-4 และ ZZ2-2) (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับสกุล *Microbispora* (99.22-100%) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Microbispora* (รูปที่ 4.20)



รูปที่ 4.19 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-3 (ก) KK1-10 (ข) ZZ1-4 (ค) และ ZZ2-2 (ง) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN2-5 AN2-7 BR3-3 CL1-1 CL2-2 KE1-2 KE1-3 KE2-2 KE2-4 KE2-5 KK1-10 KK1-11 KM1-1 KM1-2 ZO1-7 ZZ1-4 และ ZZ2-2 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

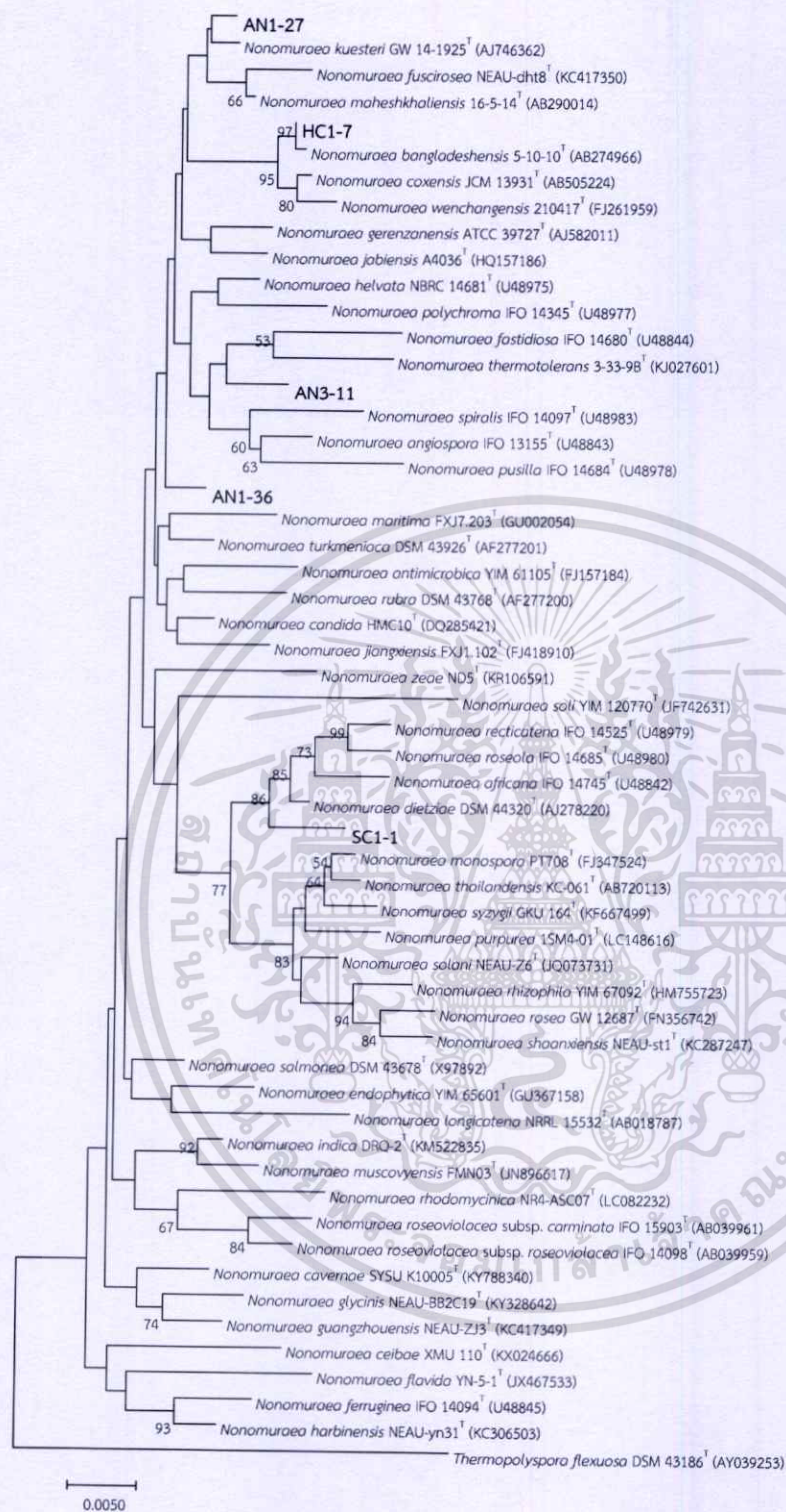
(2) สกุล *Nonomuraea*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-27 AN1-36 AN3-11 HC1-7 และ SC1-1 สร้างสปอร์สายสั้นบนเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.21) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยสีเหลืองอ่อน (pale yellow) ไปจนถึงสีดำม่วง (purplish black) (ภาคผนวก ค) เกือบทุกไอโซเลตไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำ มีเพียงไอโซเลต SC1-1 ที่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีเทาม่วง (purplish gray) บนอาหาร ISP3 ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง หลายไอโซเลตสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 20-40 และ 20-45 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 ยกเว้นไอโซเลต AN3-11 และ HC1-7 ที่เจริญได้ในช่วง 6-9 และ 6-10 ตามลำดับ ส่วนมากสามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ทุกไอโซเลตสามารถย่อยสลายแป้ง โปรตีนในนม และสามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ และมี 3 ไอโซเลต คือ AN1-27 AN3-11 และ HC1-7 สามารถย่อยสลายเจลาตินได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกับสกุล *Nonomuraea* (98.82-99.93%) (ตารางที่ 4.2) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าทั้ง 5 ไอโซเลตนี้จัดอยู่ในสกุล *Nonomuraea* ดังแสดงในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.21 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต AN1-36 (ก) AN3-11 (ข) HC1-7 (ค) และ SC1-1 (ง) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-27 AN1-36 AN3-11 HC1-7 และ SC1-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

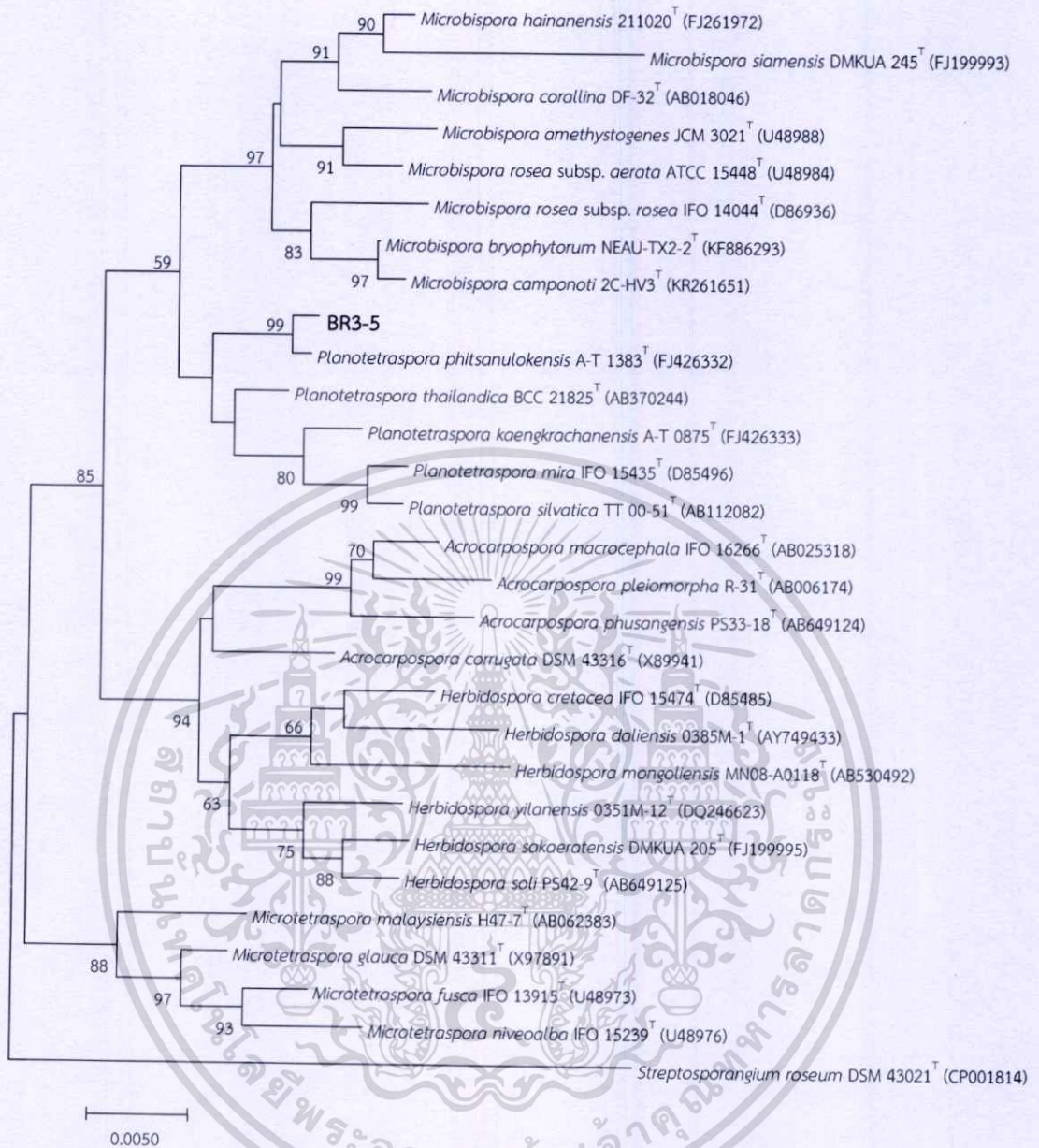
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) สกุล *Planotetraspora*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 1 ไอโซเลต คือ BR3-5 สร้างสปอร์ที่มีถุงหุ้มอยู่บนก้านชูสปอร์ขนาดสั้น ซึ่งภายในบรรจุสปอร์จำนวน 4 สปอร์ (รูปที่ 4.23) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารขาวอมเหลือง (yellowish white) (ภาคผนวก ค) ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำบนอาหารทดสอบทุกชนิด ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และสามารถทนเกลือ ความเข้มข้นร้อยละ 0-1 ได้ สามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินและรีติวซีในเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Planotetraspora phitsanulokensis* AT-1383^T 99.71% และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Planotetraspora* (รูปที่ 4.24)



รูปที่ 4.23 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต BR3-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar

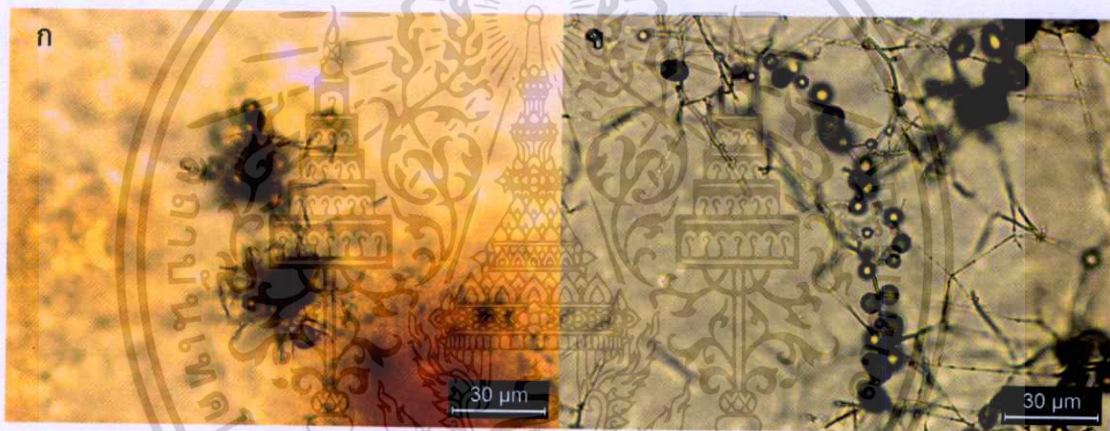


รูปที่ 4.24 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต BR3-5 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

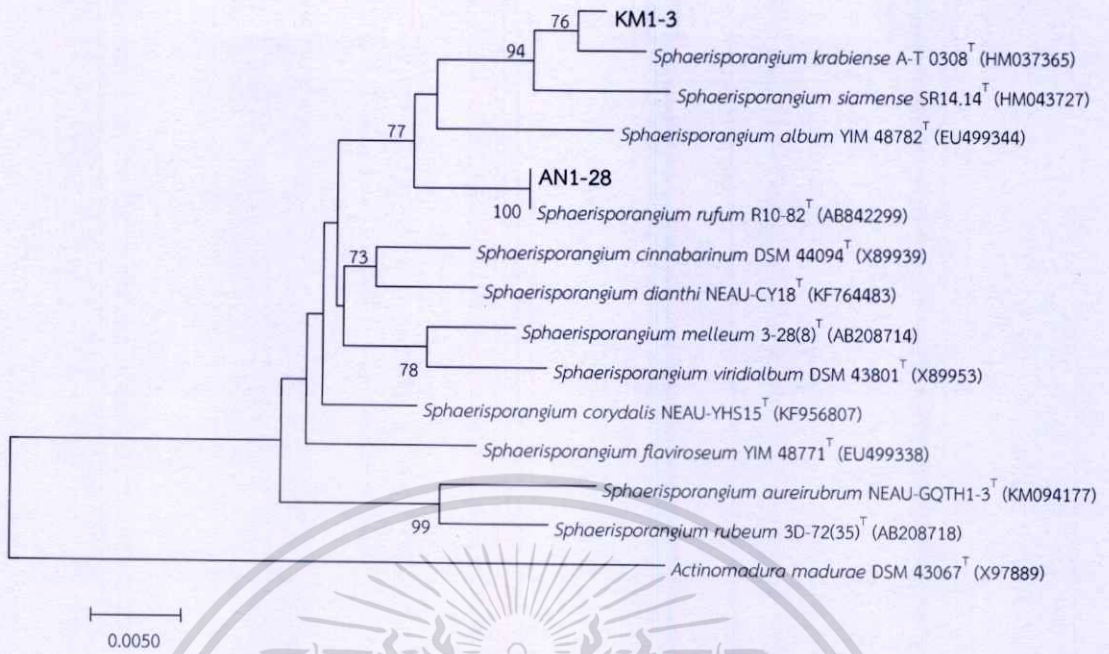
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) สกุล *Sphaerisorangium*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-28 และ KM1-3 สร้างสปอร์อยู่ภายในถุงหุ้มทรงกลมบนเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.25) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยอาหารสีชมพูอมเหลือง (yellowish pink) (ภาคผนวก ค) ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำบนอาหารทดสอบทุกชนิด ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง เจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 20-40 และ 20-37 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 6-10 สามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 2 ตามลำดับ ทั้ง 2 ไอโซเลตสามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ ไอโซเลต AN1-28 ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินได้ ส่วนไอโซเลต KM1-3 ไม่สามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกับ *Sphaerisorangium rufum* R10-82^T 100% และ *Sphaerisorangium krabiense* AT-0308^T 99.28% (ตารางที่ 4.2) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าทั้ง 2 ไอโซเลตนี้จัดอยู่ในสกุล *Sphaerisorangium* ดังแสดงในรูปที่ 4.26



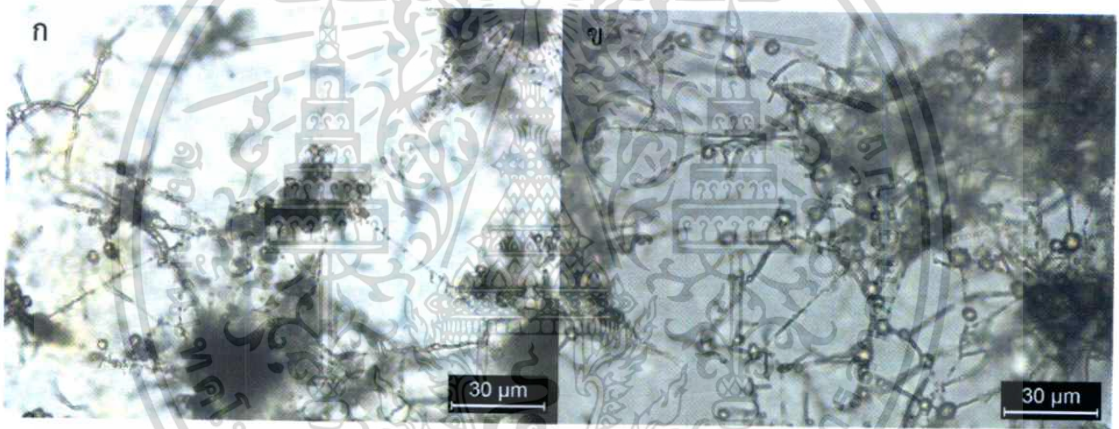
รูปที่ 4.25 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของเชื้อไอโซเลต AN1-28 (ก) และ KM1-3 (ข) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



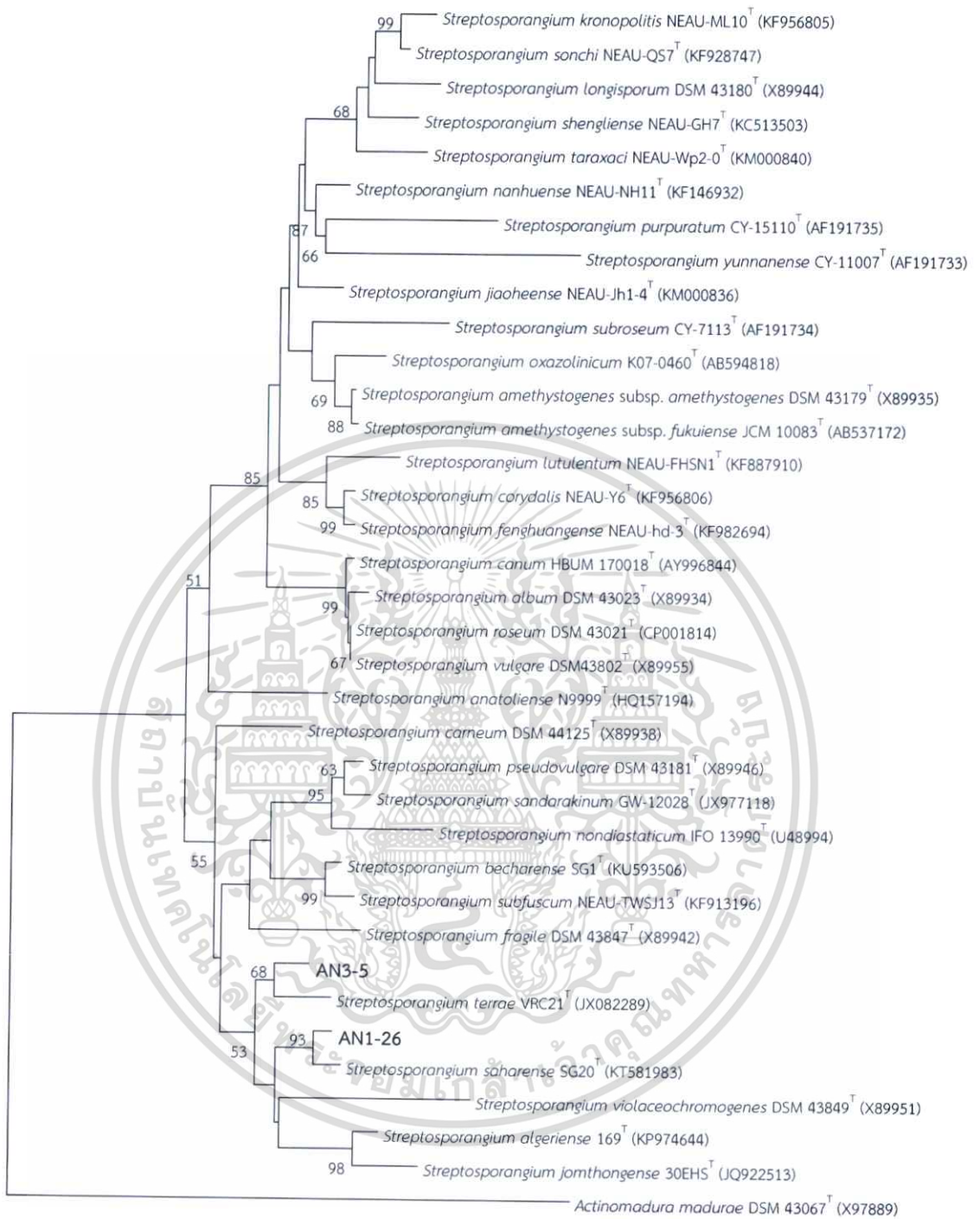
รูปที่ 4.26 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต KM1-3 และ KM1-28 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

(5) สกุล *Streptosporangium*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-26 และ AN3-5 สร้างสปอร์อยู่ภายในถุงหุ้มทรงกลมบนเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.27) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยอาหารที่มีสีน้ำตาล (brown) สร้างเส้นใยอากาศสีขาวอมชมพู (pinkish white) (ภาคผนวก ค) ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำบนอาหารทดสอบทุกชนิด ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง เจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 20-40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเจริญได้ อยู่ในช่วง 5-10 สามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถย่อยสลายแป้ง เจลาติน โปรตีนในนมและรีดิวซ์ไนเตรตได้ ยกเว้นไอโซเลต AN1-26 ไม่สามารถย่อยสลายแป้งได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกับ *Streptosporangium saharensense* SG20^T 99.63% และ *Streptosporangium terrae* VRC21^T 99.30% (ตารางที่ 4.2) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าทั้ง 2 ไอโซเลตนี้จัดอยู่ในสกุล *Streptosporangium* ดังแสดงในรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.27 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของเชื้อไอโซเลต AN1-26 (ก) และ AN3-5 (ข) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working-distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



รูปที่ 4.28 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN1-26 และ AN3-5 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

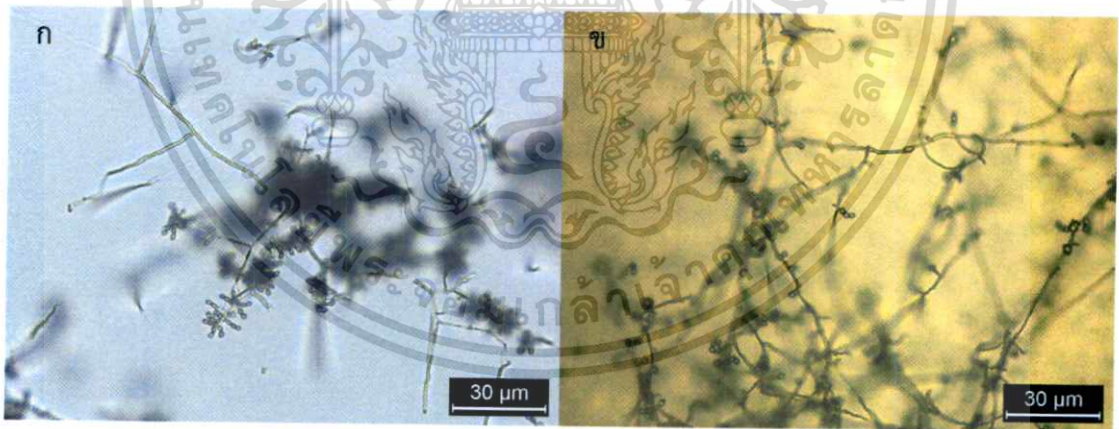
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 วงศ์ *Thermomonosporaceae*

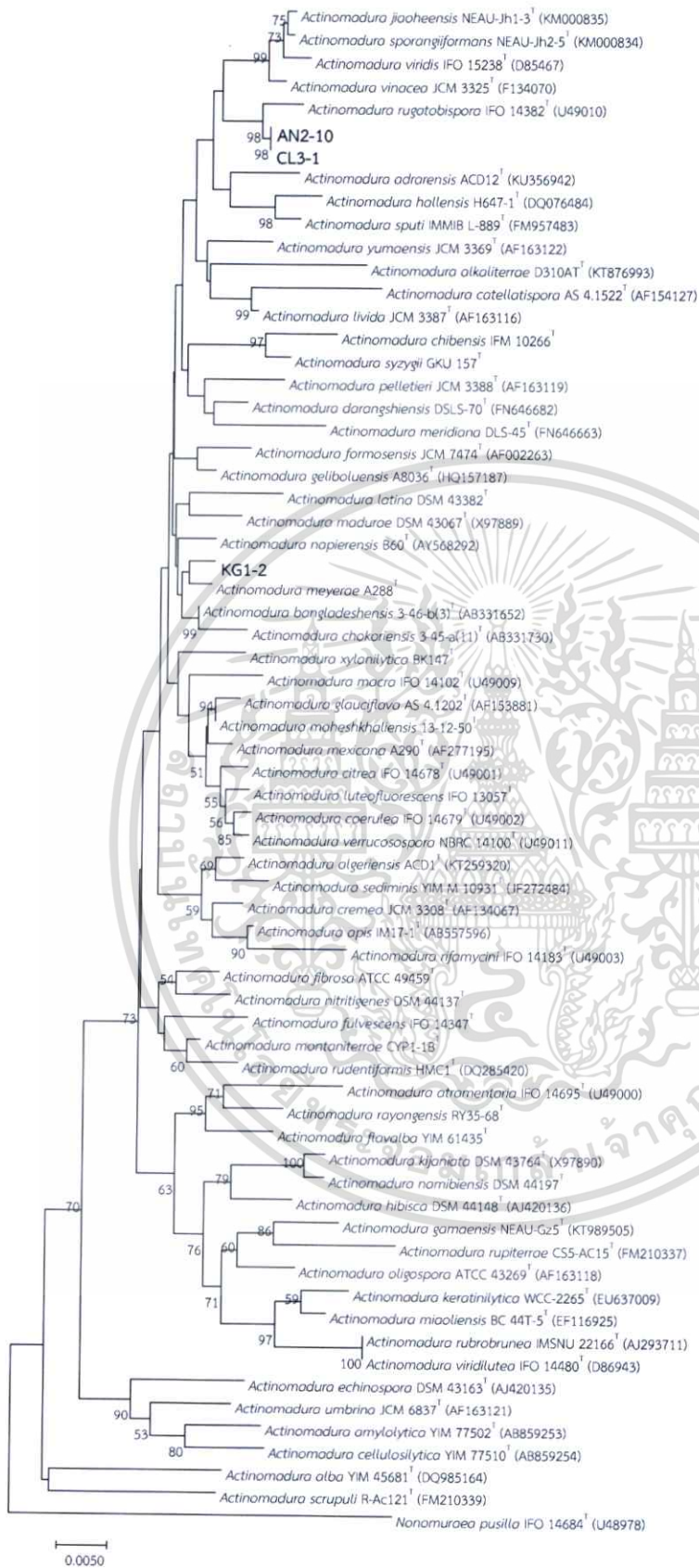
ประกอบด้วย 1 สกุล คือ *Actinomadura* ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

(1) สกุล *Actinomadura*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 3 ไอโซเลต ได้แก่ AN2-10 CL3-1 และ KG1-2 สร้างเส้นใยอาหารแตกแขนงเป็นกิ่งก้าน และสร้างสปอร์สายสั้นๆ บนเส้นใยอากาศ (รูปที่ 4.29) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 จะสร้างเส้นใยอาหารที่มีสีชมพูเข้ม (strong pink) ไปจนถึงเหลืองเขียวอ่อนๆ (light yellow green) (ภาคผนวก ค) ไอโซเลต KG1-2 สามารถสร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีเหลืองอมเขียวอมเทา (grayish greenish yellow) บนอาหาร ISP7 ได้ ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 20-40 องศาเซลเซียส แต่ไอโซเลต KG1-2 สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 50 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และ 6-10 สามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 แต่ไอโซเลต KG1-2 ทนเกลือได้สูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 สามารถย่อยสลายแป้ง เจลาติน โปรตีนในนม และรีดิวซ์ไนเตรตได้ ยกเว้น ไอโซเลต KG1-2 ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทไอโซเลต AN2-10 และ CL3-1 มีความคล้ายคลึงกับ *Actinomadura rugatobispora* IFO 14382^T 99.27% และไอโซเลต KG1-2 มีความคล้ายคลึงกับ *Actinomadura bangladeshensis* 3-46-b3^T 99.31% (ตารางที่ 4.2) จากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าทั้ง 3 ไอโซเลตนี้จัดอยู่ในสกุล *Actinomadura* ดังแสดงในรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.29 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของเชื้อไอโซเลต AN2-10 (ก) และ KG1-2 (ข) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar



รูปที่ 4.30 แสดงตำแหน่งของไอโซเลต AN2-10 CL3-1 และ KG1-2 บน phylogenetic tree

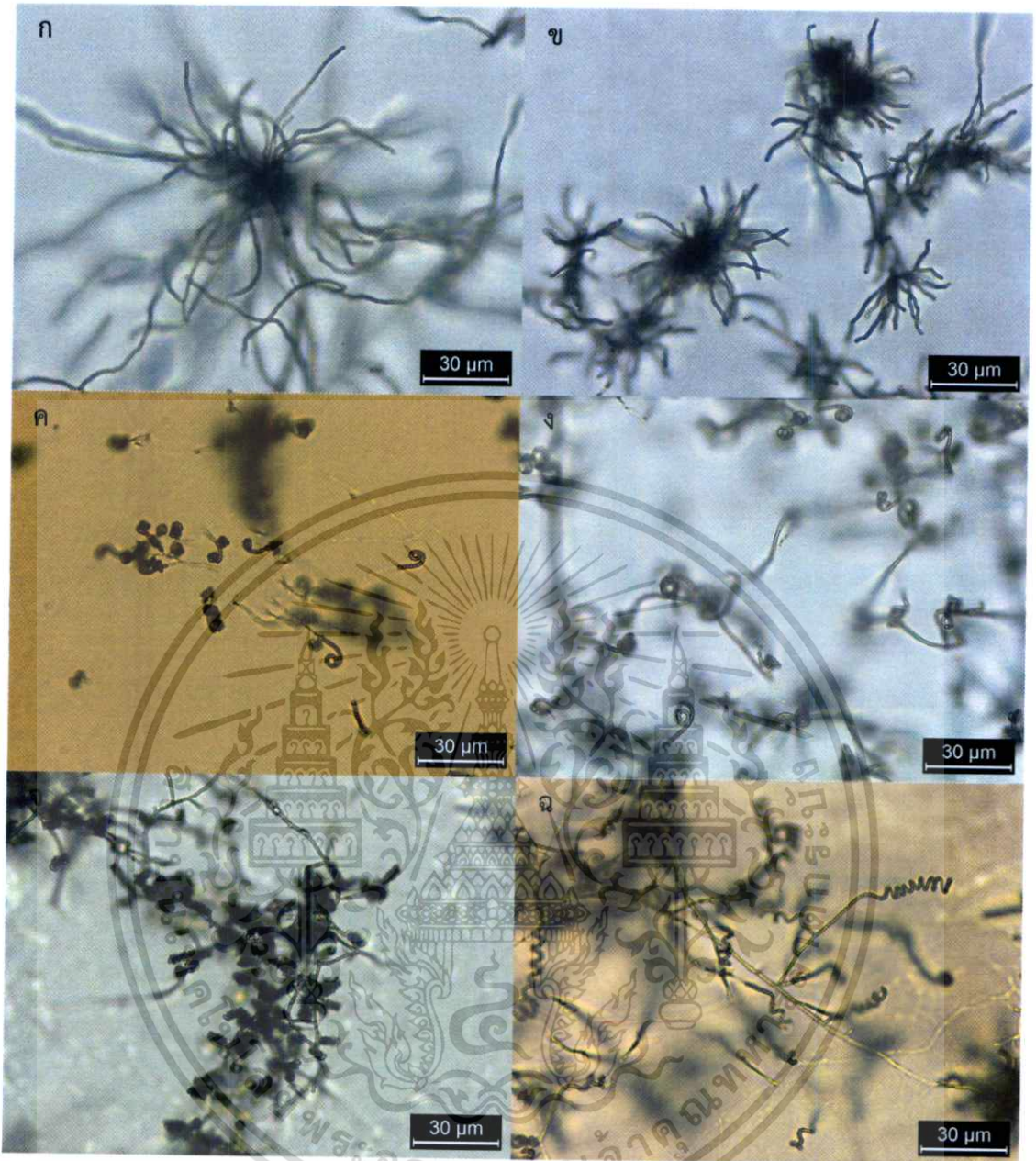
(neighbor-joining method) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 วงศ์ *Streptomycetaceae*

ประกอบด้วย 1 สกุล คือ *Streptomyces* ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

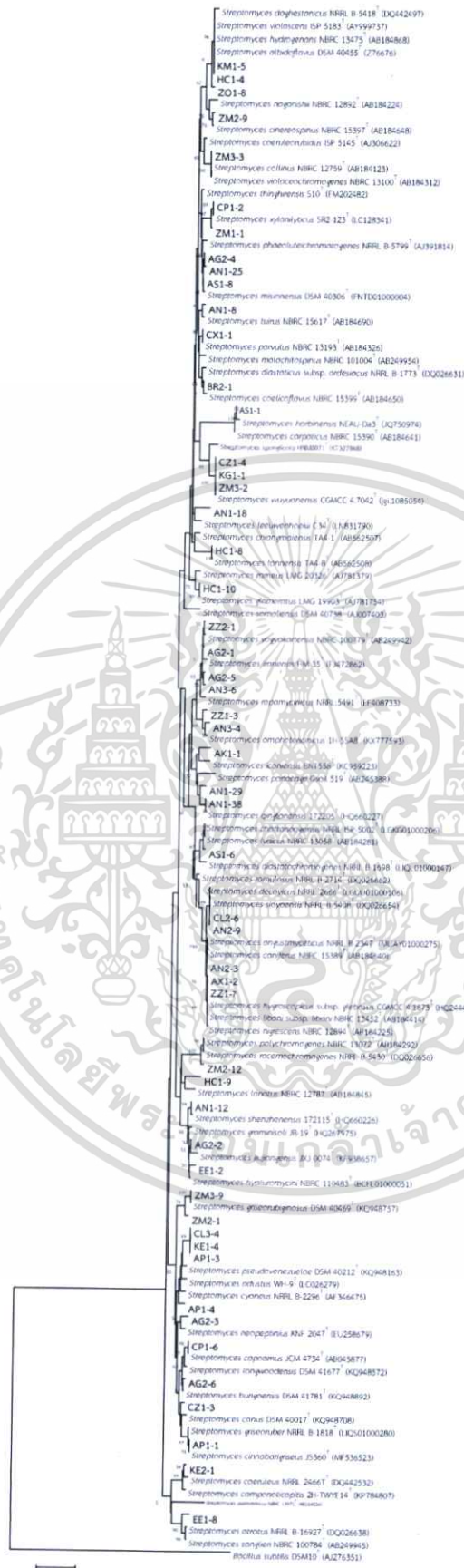
(1) สกุล *Streptomyces*

เอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจำนวน 53 ไอโซเลต ได้แก่ AG2-1 AG2-2 AG2-3 AG2-4 AG2-5 AG2-6 AK1-1 AN1-8 AN1-12 AN1-18 AN1-25 AN1-29 AN1-38 AN2-3 AN2-9 AN3-4 AN3-6 AP1-1 AP1-3 AP1-4 AS1-1 AS1-6 AS1-8 AX1-2 BR2-1 CL2-6 CL3-4 CP1-2 CP1-6 CX1-1 CZ1-3 CZ1-4 EE1-2 EE1-8 HC1-4 HC1-8 HC1-9 HC1-10 KE1-4 KE2-1 KG1-1 KM1-5 ZM1-1 ZM2-1 ZM2-9 ZM2-12 ZM3-2 ZM3-3 ZM3-9 ZO1-8 ZZ1-3 ZZ1-7 และ ZZ2-1 สร้างเส้นใยอาหารแตกแขนงเป็นกิ่งก้านและสร้างเส้นใยอากาศปริมาณมาก สร้างสปอร์ที่ต่อกันเป็นสายยาว โดยจาก 53 ไอโซเลต พบการเรียงตัวของสปอร์ 3 รูปแบบ ได้แก่ สปอร์ที่มีลักษณะตรง (รูปที่ 4.31 ก และ ข) สปอร์ที่มีลักษณะคล้ายรูปตะขอ (รูปที่ 4.31 ค และ ง) สปอร์ที่มีลักษณะเป็นเกลียว (รูปที่ 4.31 จ และ ฉ) ลักษณะของเส้นใย สปอร์ และโคโลนีของแต่ละไอโซเลตแสดงในภาคผนวก ค สีและลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง ส่วนใหญ่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-10 และสามารถทนเกลือความเข้มข้นสูงสุดร้อยละ 14 เชื้อเกือบทั้งหมดสามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ และส่วนมากสามารถย่อยสลายเจลาตินได้ และจำนวนเกือบครึ่งหนึ่งสามารถรีดิวซ์ไนเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับสกุล *Streptomyces* (98.41-100%) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Streptomyces* (รูปที่ 4.32)



รูปที่ 4.31 ลักษณะสปอร์และเส้นใยของไอโซเลต CZ1-3 (ก) HC1-4 (ข) AG2-4 (ค) ZM2-12 (ง) AG2-1 (จ) และ AG2-2 (ฉ) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า) ซึ่งเจริญบนอาหาร soil extract agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 แสดงตำแหน่งของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยซีทจำนวน 53 ไอโซเลต บน phylogenetic

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับ (neighbor-joining method) ปรึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสัทที่แยกได้

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)						Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรต	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60						
1. <i>Jiangella</i>																																				
KE2-3	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+		
ZM2-6	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	
2. <i>Asanoa</i>																																				
BR3-1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	
3. <i>Dactylosporangium</i>																																				
KE1-1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	
4. <i>Jishengella</i>																																				
AN1-5	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-		
AN1-14	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-		
AP1-2	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
AX1-4	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-		
CL2-1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
CL2-5	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	
CP1-1	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ (ต่อ)

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)								Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรต
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60							
5. <i>Micromonospora</i>																																					
AN1-19	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-			
AN1-32	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
AN1-37	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
AN2-6	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	
AN3-10	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	
AP1-5	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	
CZ1-1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	
KG1-3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
KK1-2	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
SC1-2	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
ZM2-2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
ZO1-2	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
6. <i>Phytohabitans</i>																																					
KK1-3	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอสโคดีโนมัยสปีท์ที่แยกได้ (ต่อ)

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)						Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรต
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60					
7. <i>Kutzneria</i>																																			
BR3-4	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-		
8. <i>Saccharopolyspora</i>																																			
AK1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
9. <i>Microbispora</i>																																			
AN2-5	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
AN2-7	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BR3-3	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CL1-1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CL2-2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KE1-2	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KE1-3	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KE2-2	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KE2-4	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KE2-5	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ (ต่อ)

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)							Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรด	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60							
KK1-10	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-			
KK1-11	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-			
KM1-1	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-			
KM1-2	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-			
ZO1-7	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	
ZZ1-4	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	
ZZ2-2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	
10. <i>Nonomuraea</i>																																					
AN1-27	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
AN1-36	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	
AN3-11	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
HC1-7	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
SC1-1	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+
11. <i>Planotetraspora</i>																																					
BR3-5	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ (ต่อ)

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)						Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรต	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60						
12. <i>Sphaerisporangium</i>																																				
AN1-28	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+		
KM1-3	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-		
13. <i>Streptosporangium</i>																																				
AN1-26	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	
AN3-5	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
14. <i>Actinomadura</i>																																				
AN2-10	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
CL3-1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
KG1-2	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ (ต่อ)

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)						Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรต	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60						
15. <i>Streptomyces</i>																																				
AG2-1	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-				
AG2-2	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-		
AG2-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-		
AG2-4	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+		
AG2-5	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
AG2-6	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+		
AK1-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	
AN1-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	
AN1-12	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
AN1-18	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+		
AN1-25	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
AN1-29	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
AN1-38	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
AN2-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
AN2-9	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสัทที่แยกได้ (ต่อ)

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)						Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรต
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60					
AN3-4	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+		
AN3-6	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
AP1-1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
AP1-3	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
AP1-4	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
AS1-1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	
AS1-6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	
AS1-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
AX1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
BR2-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+
CL2-6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
CL3-4	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
CP1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
CP1-6	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	
CX1-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ (ต่อ)

รหัส	ความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ)															ความเป็นกรด-ด่าง										อุณหภูมิ (°C)						Peptonization	การย่อยสลายแป้ง	การย่อยสลายเจลาติน	การรีดิวซ์ไนเตรต	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	4	5	6	7	8	9	10	20	30	37	40	45	50	55	60						
CZ1-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+		
CZ1-4	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-		
EE1-2	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
EE1-8	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
HC1-4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
HC1-8	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	
HC1-9	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
HC1-10	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
KE1-4	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
KE2-1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	
KG1-1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
KM1-5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
ZM1-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-
ZM2-1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	
ZM2-9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+

การศึกษาในครั้งนี้ได้คัดเลือกเชื้อที่มีแนวโน้มเป็นเชื้อสปีชีส์ใหม่ (%similarity ต่ำกว่า 99.5%) จากแหล่งพืชที่น่าสนใจจำนวน 3 ไอโซเลต คือ BR3-1 KK1-3 และ SC1-1 ซึ่งแยกได้จากเหง้าของ กระชาย (*Boesenbergia rotunda*) ใบของเปราะราสี (*Phytohabitans kaempferiae*) และลำต้น ของว่านดอกดิน (*Stahlianthus campanulatus*) ตามลำดับ มาทำการศึกษาอนุกรมวิธานแบบพอลิฟาสิก (polyphasic taxonomy) เพื่อทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเชื้อในระดับสปีชีส์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ลักษณะของ *Asanoa endophytica* BR3-1^T

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่าเอนโดไฟติกแอคติโนมัยสียาสายพันธุ์ BR3-1^T สร้างสปอร์ต่อกันเป็นสาย (มีจำนวนสปอร์มากกว่า 10 สปอร์ต่อสาย) บนปลายของก้านชูสปอร์ขนาดสั้นซึ่งชูขึ้นมาโดยตรงจากผิวอาหาร ไม่สร้างเส้นใยอากาศ สร้างเส้นใยอาหารสีส้ม (deep orange) และสร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีส้มเข้มอมแดง (strong reddish orange) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 (รูปที่ 4.33) ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถใช้น้ำตาล D-glucose cellobiose D-xylose mannitol และ sucrose เป็นแหล่งคาร์บอนได้ ใช้น้ำตาล D-mannose D-galactose L-rhamnose D-ribose L-arabinose และ D-fructose ได้น้อย แต่ไม่สามารถใช้ glycerol myo-inositol raffinose melibiose D-salicin และ lactose เป็นแหล่งคาร์บอนได้ สามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินและรีติวซ์ในเตรตได้ (ตารางที่ 4.3) เจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และสามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ได้

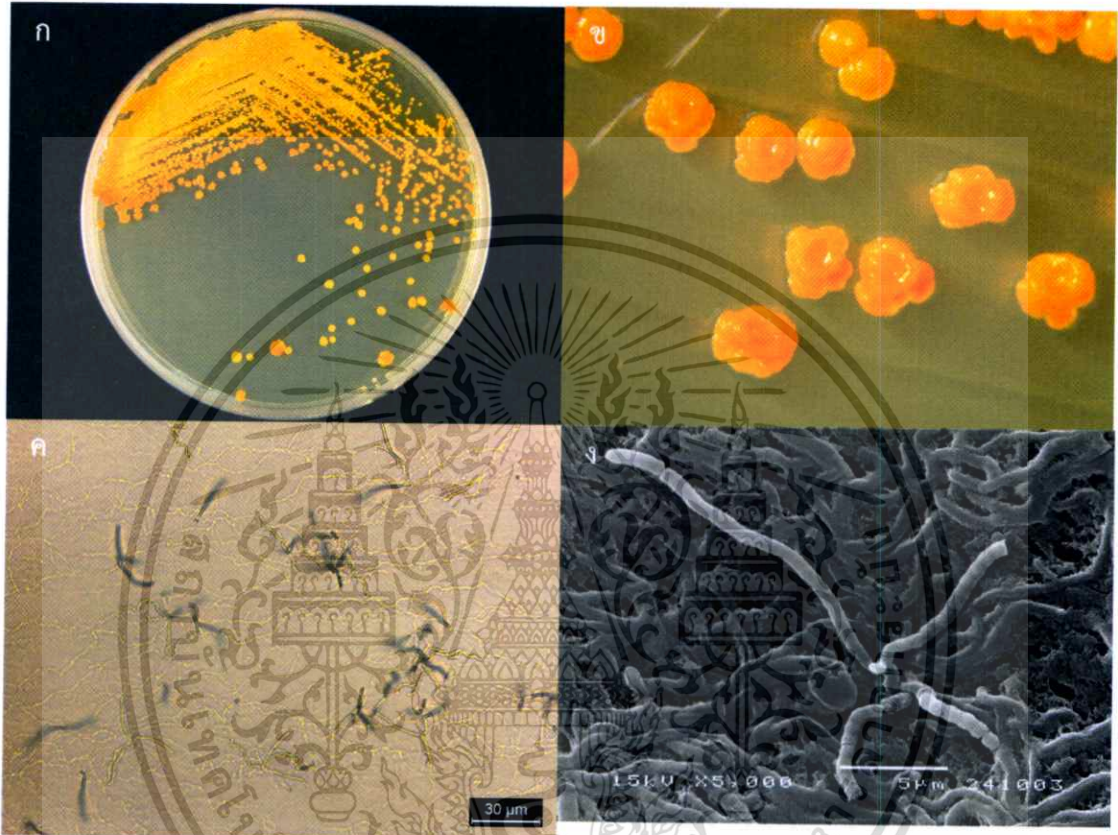
ผนังเซลล์ประกอบด้วย meso-DAP และ 3-OH-DAP ชนิดของเอซิลของผนังเซลล์ คือ glycolyl ชนิดของมีนาควิโนน (menaquinone) ที่พบเป็นองค์ประกอบหลัก คือ MK-10(H₈) และ พบ MK-10(H₆) ชนิดของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ (whole cell sugar) ที่พบ คือ glucose mannose rhamnose ribose และ xylose ไขมันชนิดมีขั้ว (polar lipid) ที่พบเป็นองค์ประกอบในเซลล์ คือ diphosphatidylglycerol phosphatidylglycerol phosphatidylethanolamine phosphatidylinositol phosphatidylinositol-mannosides ฟอสโฟลิปิดที่ไม่ทราบชนิด 4 จุด และไขมันชนิดมีขั้วที่ไม่ทราบชนิด 3 จุด กรดไขมันที่พบในเซลล์ประกอบด้วย iso-C_{16:0} iso-C_{15:0} anteiso-C_{15:0} anteiso-C_{17:0} iso-C_{14:0} iso-C_{17:0} C_{17:0} C_{17:1} (W8c) C_{16:0} C_{16:1}-2-OH C_{18:0} และ iso-C_{15:1}G (ตารางที่ 4.5) ไม่พบกรดมีัยคอลลิก (mycolic acid) มีปริมาณเบสกวานีนและไซโตซีน (G+C content) ร้อยละ 71.4

เนื่องจากสายพันธุ์ BR3-1^T มีค่าความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene ใกล้กับ *A. ishikariensis* (99.39 %) *A. iriomotensis* (99.31%) *A. siamensis* (99.17 %) *A. ferruginea* (98.84%) และ *A. hainanensis* (98.71 %) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Asanoa* (รูปที่ 4.34) เมื่อศึกษาอนุกรมวิธานเทียบกับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล *Asanoa* พบว่าสายพันธุ์ BR3-1^T มีความแตกต่างจากสายพันธุ์อ้างอิง ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และจากผลการศึกษาการเข้าคู่กันของสายดีเอ็นเอ (DNA-DNA hybridization) ระหว่างสายพันธุ์ BR3-1^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล *Asanoa* ทั้งหมด พบมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 21.3-45.8 (ตารางที่ 4.6) ซึ่งต่ำกว่าค่า cut-off ซึ่งมีค่าร้อยละ 70 (Wayne et al., 1987) จากข้อมูลทั้งหมดนี้สามารถยืนยันได้ว่าสายพันธุ์ BR3-1^T เป็นแอคติโนมัยสียาสปีชีส์ใหม่ในสกุล *Asanoa* โดยให้ชื่อว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นใบเซอร์ของเอกสารนี้

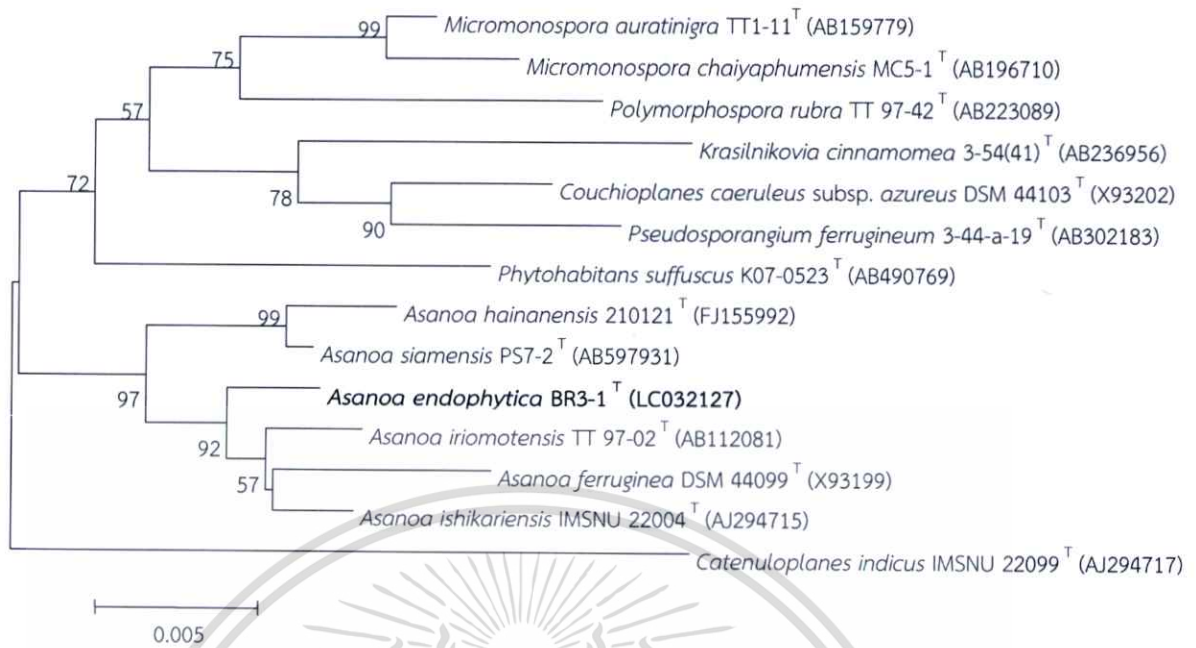
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Asanoa endophytica สายพันธุ์อ้างอิง คือ BR3-1^T (BCC 66355^T และ NBRC 110002^T) คัดแยกได้จากเหง้าของ *Boesenbergia rotunda* ซึ่งเก็บจากจังหวัดอุดรธานี ประเทศไทย ซึ่งข้อมูลของสายพันธุ์ BR3-1^T นี้ได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสาร International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (Niemhom et al., 2016) โดยเป็นครั้งแรกที่รายงานการพบแอคติโนมัยสีทสกุล *Asanoa* ในเนื้อเยื่อพืช



รูปที่ 4.33 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์ BR3-1^T
 (ก และ ข) ลักษณะโคโลนีบนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14 วัน
 (ค) ลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า)
 (ง) ลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) (กำลังขยาย 5,000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 แสดงความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ BR3-1^T กับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Asanoa* บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะความแตกต่างของสายพันธุ์ BR3-1^T กับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Asanoa*

ลักษณะ	BR3-1 ^T	<i>A. ishikariensis</i> NBRC 14551 ^T	<i>A. iriomotensis</i> NBRC 100142 ^T	<i>A. siamensis</i> PS7-2 ^T	<i>A. ferruginea</i> NBRC 14496 ^T	<i>A. hainanensis</i> 210121 ^T
3-OH-DAP	+	+	-	+	+	-
Whole-cell sugar	Glu, Rha, Rib, Man, Xyl	Glu, Gal, Rha, Rib, Man, Xyl, Ara	Glu, Gal, Man, Xyl	Glu, Rha, Rib, Man, Xyl	Glu, Gal, Rha, Rib, Man, Xyl, Ara	Glu, Rib, Man, Xyl
DNA G+C content (mol%)	71.4	71.1	69.0	72.3	71.5	70.3
Nitrate reduction	-	-	-	w	-	+
Gelatin liquefaction	-	+	-	-	-	+
Coagulation of milk	-	+	-	-	-	+
Maximum NaCl tolerance (% w/v)	2	2	3	2	2	3
Maximum temperature (°C)	40	30	30	37	37	37
Carbon utilization :						
Glycerol	-	-	-	w	-	w
myo-Inositol	-	-	-	-	-	+
L-Rhamnose	w	w	-	+	+	w
D-Raffinose	-	+	+	w	+	-
D-Melibiose	-	+	+	+	+	w
D-Salicin	-	-	w	-	+	-
Lactose	-	+	-	+	+	+

หมายเหตุ : +, Positive reaction; -, Negative reaction; w, Weakly reaction; Glu, glucose; Gal, galactose; Rha, rhamnose; Rib, ribose; Man, mannose; Xyl, xylose; Ara, arabinose; DPG, diphosphatidylglycerol; PG, phosphatidylglycerol; PE, phosphatidylethanolamine; PI, phosphatidylinositol; PIMs, phosphatidylinositolmannosides; GL, glycolipid

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบของกรดไขมันภายในเซลล์ของสายพันธุ์ BR3-1^T กับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Asanoa*

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (ร้อยละ)					
	BR3-1 ^T	<i>A. ishikariensis</i> NBRC 14551 ^T	<i>A. iriomotensis</i> NBRC 100142 ^T	<i>A. siamensis</i> PS7-2 ^T	<i>A. ferruginea</i> NBRC 14496 ^T	<i>A. hainanensis</i> 210121 ^T
Saturated fatty acids						
C _{16:0}	2.0	1.5	3.3	1.9	2.0	3.0
C _{17:0}	2.8	1.4	5.5	7.5	1.7	3.3
C _{18:0}	0.4	0.7	0.9	0.9	0.6	1.0
Unsaturated fatty acids						
iso-C _{15:1} G	0.1	1.3	0.3	1.0	0.2	0.2
C _{16:1} 2OH	1.8	-	-	-	-	-
C _{17:1} 08c	2.3	0.2	1.0	0.4	1.5	0.8
Branched fatty acids						
iso-C _{14:0}	4.9	3.5	2.7	1.2	3.9	3.6
iso-C _{15:0}	24.7	27.8	24.9	32.9	16.8	24.9
anteiso-C _{15:0}	15.2	29.1	33.9	31.1	28.1	30.3
iso-C _{16:0}	32.6	14.6	10.2	5.4	24.3	16.5
iso-C _{17:0}	3.6	5.5	3.2	5.2	3.2	4.6
anteiso-C _{17:0}	7.0	12.9	12.2	12.1	13.7	10.3

หมายเหตุ : เลี้ยงเซลล์ในอาหาร yeast extract-glucose broth บนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน

ตารางที่ 4.6 ผลของ DNA-DNA hybridization ระหว่างสายพันธุ์ BR3-1^T และสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Asanoa*

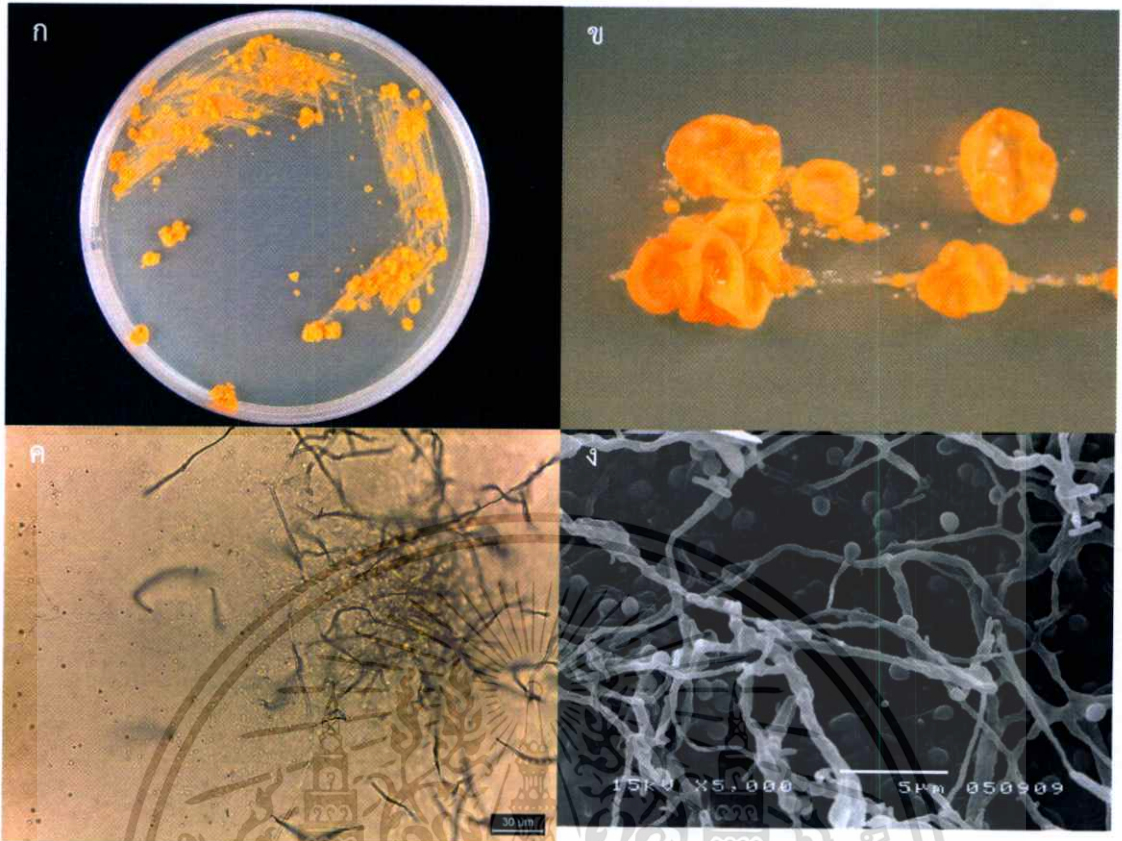
สายพันธุ์	ค่าความคล้ายคลึงกันของดีเอ็นเอ (ร้อยละ)					
	BR3-1 ^T	<i>A. ishikariensis</i> NBRC 14551 ^T	<i>A. iriomotensis</i> NBRC 100142 ^T	<i>A. siamensis</i> PS7-2 ^T	<i>A. ferruginea</i> NBRC 14496 ^T	<i>A. hainanensis</i> 210121 ^T
BR3-1 ^T	100	21.8 ± 1.0	11.8 ± 1.7	28.1 ± 1.0	29.5 ± 2.7	15.4 ± 1.2
<i>A. ishikariensis</i> NBRC 14551 ^T	15.8 ± 2.6	100	5.4 ± 2.6	31.4 ± 2.1	21.3 ± 2.1	31.7 ± 1.1
<i>A. iriomotensis</i> NBRC 100142 ^T	18.0 ± 4.3	6.8 ± 1.0	100	15.7 ± 1.5	15.4 ± 3.0	3.7 ± 2.7
<i>A. siamensis</i> PS7-2 ^T	34.5 ± 1.6	31.5 ± 2.9	31.6 ± 6.7	100	29.5 ± 2.2	26.5 ± 1.0
<i>A. ferruginea</i> NBRC 14496 ^T	21.6 ± 5.9	27.7 ± 3.6	19.7 ± 2.1	32.3 ± 1.3	100	13.1 ± 2.0
<i>A. hainanensis</i> 210121 ^T	21.3 ± 4.6	23.6 ± 2.6	8.4 ± 6.7	19.3 ± 1.3	23.4 ± 1.8	100

2. ลักษณะของ *Phytohabitans kaempferiae* KK1-3^T

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่าแอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสายพันธุ์ KK1-3^T สร้างทั้งสปอร์เดี่ยวรูปกลมและสปอร์สายยาว (มากกว่า 10 สปอร์) ผิวของสปอร์เรียบ สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเข้ม (strong yellow) สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีเหลืองอ่อน (pale yellow) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 (รูปที่ 4.35) ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถใช้น้ำตาล D-cellobiose D-glucose D-mannose D-xylose L-arabinose L-rhamnose และ sucrose เป็นแหล่งคาร์บอนได้ ใช้น้ำตาล D-fructose D-galactose และ lactose ได้น้อย แต่ไม่สามารถใช้ D-melibiose D-ribose D-salicin glycerol mannitol และ myo-inositol เป็นแหล่งคาร์บอนได้ สามารถย่อยสลายแป้งและโปรตีนในนมได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินและรีตวิซ์ไนเตรตได้ เจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 40 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 6-10 และสามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ได้ (ตารางที่ 4.3)

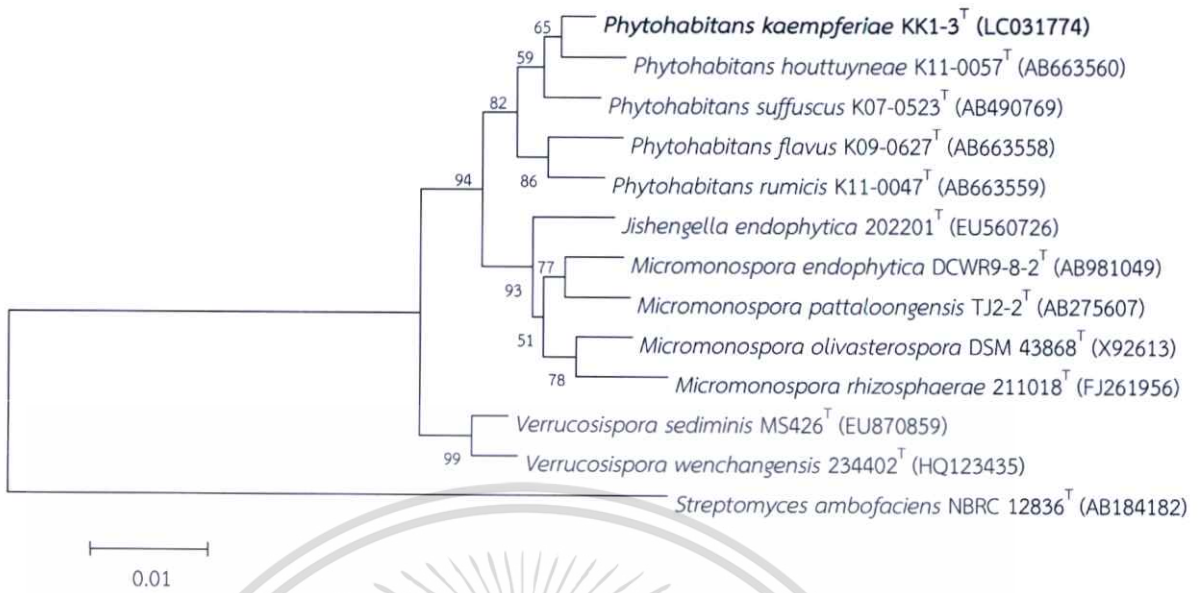
ผนังเซลล์ประกอบด้วย meso-DAP และ 3-OH-DAP ชนิดของเอซิลของผนังเซลล์ คือ glycolyl ชนิดของมีนาควิโนน (menaquinone) ที่พบเป็นองค์ประกอบหลัก คือ MK-10(H₈) MK-10(H₆) และ MK-10(H₄) ชนิดของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ (whole cell sugar) ที่พบ คือ glucose mannose rhamnose ribose galactose และ xylose รูปแบบของไขมันชนิดมีขั้วที่พบประกอบด้วย diphosphatidylglycerol phosphatidylglycerol phosphatidylethanolamine phosphatidylmethylethanolamine phosphatidylinositol phosphoglycolipids ฟอสโฟลิปิดที่ไม่ทราบชนิด 7 จุด และไขมันชนิดมีขั้วที่ไม่ทราบชนิด 6 จุด กรดไขมันที่พบในเซลล์ (>5 %) ประกอบด้วย anteiso-C_{17:0} iso-C_{16:0} anteiso-C_{17:1} C_{18:0} และ iso-C_{16:1} ไม่พบกรดมีคอลิก (mycolic acid) มีปริมาณเบสกวานีนและไซโตซีน (G+C content) ร้อยละ 71

สายพันธุ์ KK1-3^T มีค่าความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene ใกล้เคียงกับ *P. houttuyniae* BCC 48147^T (99.04%) *P. suffuscus* DSM 45306^T (98.97%) *P. flavus* NBRC 107702^T (98.62%) และ *P. rumicis* BCC 48146^T (98.14%) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Phytohabitans* (รูปที่ 4.36) เมื่อศึกษาอนุกรมวิธานเทียบกับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล *Phytohabitans* พบว่าสายพันธุ์ KK1-3^T มีความแตกต่างจากสายพันธุ์อ้างอิง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และจากผลการศึกษาการเข้าคู่กันของสายดีเอ็นเอ (DNA-DNA hybridization) ระหว่างสายพันธุ์ KK1-3^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล *Phytohabitans* ทั้งหมด พบมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 14.3-38.1 (ตารางที่ 4.8) ซึ่งต่ำกว่าค่า cut-off ซึ่งมีค่าร้อยละ 70 (Wayne et al., 1987) จากข้อมูลทั้งหมดนี้สามารถยืนยันได้ว่าสายพันธุ์ KK1-3^T เป็นแอกติโนมัยสีทสปีชีส์ใหม่ในสกุล *Phytohabitans* โดยให้ชื่อว่า *Phytohabitans kaempferiae* สายพันธุ์อ้างอิง คือ KK1-3^T (BCC 66360^T และ NBRC 110005^T) คัดแยกได้จากใบของ *Kaempferia larsenii* ซึ่งเก็บจากจังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย ซึ่งข้อมูลของสายพันธุ์ KK1-3^T นี้ได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสาร International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (Niemhom et al., 2016) โดยเป็นครั้งแรกที่รายงานการพบแอกติโนมัยสีทสกุล *Phytohabitans* ในประเทศไทย



รูปที่ 4.35 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์ KK1-3^T
 (ก และ ข) ลักษณะโคโลนีบนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14 วัน
 (ค) ลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า)
 (ง) ลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) (กำลังขยาย 5,000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 แสดงความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ KK1-3^T กับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Phytohabitans* บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)



ตารางที่ 4.7 ลักษณะความแตกต่างของสายพันธุ์ KK1-3^T กับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Phytohabitans*

ลักษณะ	KK1-3 ^T	<i>P. houttuynae</i> BCC 48147 ^T	<i>P. suffuscus</i> DSM 45306 ^T	<i>P. flavus</i> NBRC 107702 ^T	<i>P. rumicis</i> BCC 48146 ^T
Phosphatidylmethylethanolamine	+	-	-	+	-
Whole-cell sugar	Glu, Gal, Man, Rha, Rib, Xyl	Ara, Gal, Man, Rha, Rib, Xyl	Glu, Gal, Man, Rib, Xyl	Ara, Glu, Gal, Man, Rib, Xyl	Ara, Glu, Gal, Man, Rha, Rib, Xyl
DNA G+C content (mol%)	71	73	73	71	72
Nitrate reduction	-	-	-	-	+
Gelatin liquefaction	-	w	w	-	w
Maximum NaCl tolerance (%w/v)	3	2	2	1	1
Maximum temperature for growth (°C)	40	40	37	30	30
Enzyme activity :					
Esterase (C4)	-	w	w	-	w
Esterase Lipase (C8)	-	w	-	-	-
Valine arylamidase	-	-	-	-	+
α -galactosidase	-	-	-	-	+
α -mannosidase	+	-	-	-	-
Carbon utilization :					
D-Fructose	w	+	+	+	+
D-Galactose	w	+	+	w	w
D-Ribose	-	-	-	w	-
D-Salicin	-	w	-	w	-
Glycerol	-	+	+	-	+
Lactose	w	w	-	-	+
Mannitol	-	+	+	+	+

ตารางที่ 4.8 ผลของ DNA-DNA hybridization ระหว่างสายพันธุ์ KK1-3^T และสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Phytohabitans*

สายพันธุ์	ค่าความคล้ายคลึงกันของดีเอ็นเอ (ร้อยละ)				
	KK1-3 ^T	<i>P. houttuynae</i> BCC 48147 ^T	<i>P. suffuscus</i> DSM 45306 ^T	<i>P. flavus</i> NBRC 107702 ^T	<i>P. rumicis</i> BCC 48146 ^T
KK1-3 ^T	100	28.9 ± 1.5	33.3 ± 2.2	14.7 ± 4.1	20.4 ± 2.2
<i>P. houttuynae</i> BCC 48147 ^T	31.4 ± 2.4	100	32.8 ± 5.4	27.3 ± 4.3	14.5 ± 1.0
<i>P. suffuscus</i> DSM 45306 ^T	38.1 ± 0.9	27.3 ± 1.5	100	31.3 ± 3.5	32.9 ± 3.4
<i>P. flavus</i> NBRC 107702 ^T	31.2 ± 0.8	23.5 ± 1.4	29.4 ± 2.9	100	25.5 ± 6.9
<i>P. rumicis</i> BCC 48146 ^T	22.9 ± 0.6	19.2 ± 1.1	14.3 ± 3.4	16.2 ± 5.0	100

3. ลักษณะของ *Nonomureae stahlianthi* SC1-1^T

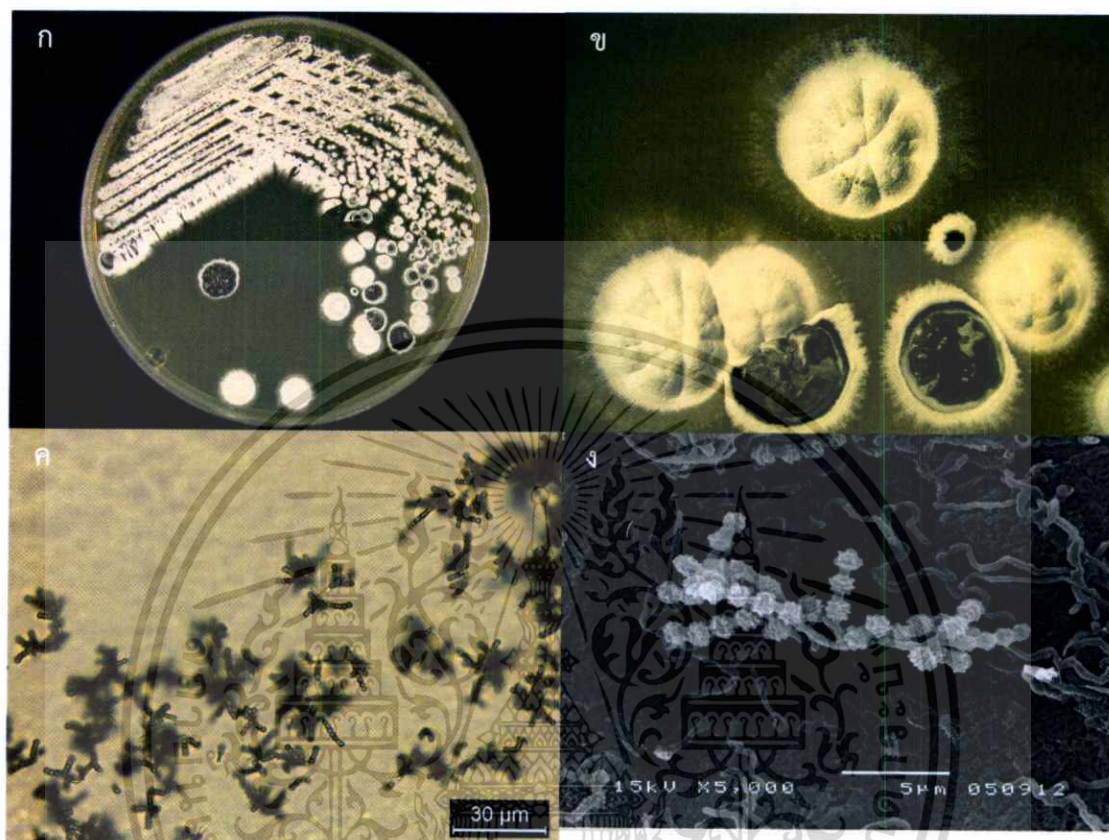
จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียาสายพันธุ์ SC1-1^T สร้างสปอร์สายสั้นอยู่บนเส้นใยอากาศสีขาว (white) ผิวของสปอร์ขรุขระ สร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง (light yellowish brown) ไปจนถึงสีดำม่วง (purplish black) ขึ้นอยู่กับอาหารเลี้ยงเชื้อ สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำสีเทาอมม่วง (purplish grey) เมื่อเจริญบนอาหาร ISP3 (รูปที่ 4.37) ลักษณะการเจริญบนอาหารต่างๆ แสดงในภาคผนวก ง สามารถใช้น้ำตาล cellobiose D-fructose D-glucose D-galactose D-mannitol D-mannose melibiose D-ribose D-xylose L-rhamnose glycerol และ myo-inositol เป็นแหล่งคาร์บอนได้ แต่ใช้น้ำตาล raffinose D-salicin L-arabinose lactose และ sucrose ได้น้อย สามารถย่อยสลายแป้ง โปรตีนในนมและรีติวซ์ในเตรตได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายเจลาตินได้ (ตารางที่ 4.3) เจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เจริญได้อยู่ในช่วง 5-10 และสามารถทนเกลือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ได้

ผนังเซลล์ประกอบด้วย meso-DAP ชนิดของเอซิลของผนังเซลล์ คือ acetyl ชนิดของมีนาควิโนน (menaquinone) ที่พบเป็นองค์ประกอบหลัก คือ MK-9(H₄) และ MK-9(H₂) ชนิดของน้ำตาลทั้งหมดภายในเซลล์ (whole cell sugar) ที่พบ คือ glucose madurose mannose rhamnose และ ribose ไขมันชนิดมีหัวที่พบ คือ diphosphatidylglycerol phosphatidylethanolamine hydroxy-phosphatidylethanolamine phosphatidylinositol phosphatidylinositol-mannosides ninhydrin-positive phosphoglycolipids ninhydrin-positive phospholipid ฟอสโฟไกลโคลิปิดที่ไม่ทราบชนิด 1 จุด ฟอสโฟลิปิดที่ไม่ทราบชนิด 4 จุด ไกลโคลิปิดที่ไม่ทราบชนิด 2 จุด และไขมันที่ไม่ทราบชนิด 1 จุด กรดไขมันที่พบมากในเซลล์ประกอบด้วย iso-C_{16:0} 10-methyl-C_{17:0} และ C_{17:1}(ω6c) ไม่พบกรดมัคโคลิก (mycolic acid) มีปริมาณเบสกวานีนและไซโตซีน (G+C content) ร้อยละ 70.7

สายพันธุ์ SC1-1^T มีค่าความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene ใกล้เคียงกับ *Nonomureae dietziae* DSM 44320^T (98.82%) *Nonomureae africana* IFO 14745^T (98.58%) *Nonomureae jabiensis* A4036^T (98.43%) *Nonomureae endophytica* YIM 65601^T (98.36%) *Nonomureae angiospora* IFO 13155^T (98.29%) *Nonomureae roseola* IFO 14685^T (98.23%) และ *Nonomureae recticatena* IFO 14525^T (98.23%) และจากการวิเคราะห์ phylogenetic tree พบว่าจัดอยู่ในสกุล *Nonomureae* (รูปที่ 4.38) เมื่อศึกษาอนุกรมวิธานเทียบกับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล *Nonomureae* ที่ใกล้เคียงกันใน phylogenetic tree พบว่าสายพันธุ์ SC1-1^T มีความแตกต่างจากสายพันธุ์อ้างอิง ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และจากผลการศึกษาการเข้าคู่กันของสายดีเอ็นเอ (DNA-DNA hybridization) ระหว่างสายพันธุ์ SC1-1^T กับสายพันธุ์อ้างอิงในสกุล *Nonomureae* ที่มีความใกล้เคียงกัน พบมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 18.8-29.0 (ตารางที่ 4.10) ซึ่งต่ำกว่าค่า cut-off ซึ่งมีค่าร้อยละ 70 (Wayne et al., 1987) จากข้อมูลทั้งหมดนี้สามารถยืนยันได้ว่าสายพันธุ์ SC1-1^T เป็นแอกติโนมัยสียาสปีชีส์ใหม่ในสกุล *Nonomureae* โดยให้ชื่อว่า *Nonomureae stahlianthi* สายพันธุ์อ้างอิง คือ SC1-1^T (BCC 66361^T และ NBRC 110006^T) คัดแยกได้จากลำต้นของ *Stahlianthus campanulatus* ซึ่งเก็บจากจังหวัดอุดรธานี ประเทศไทย

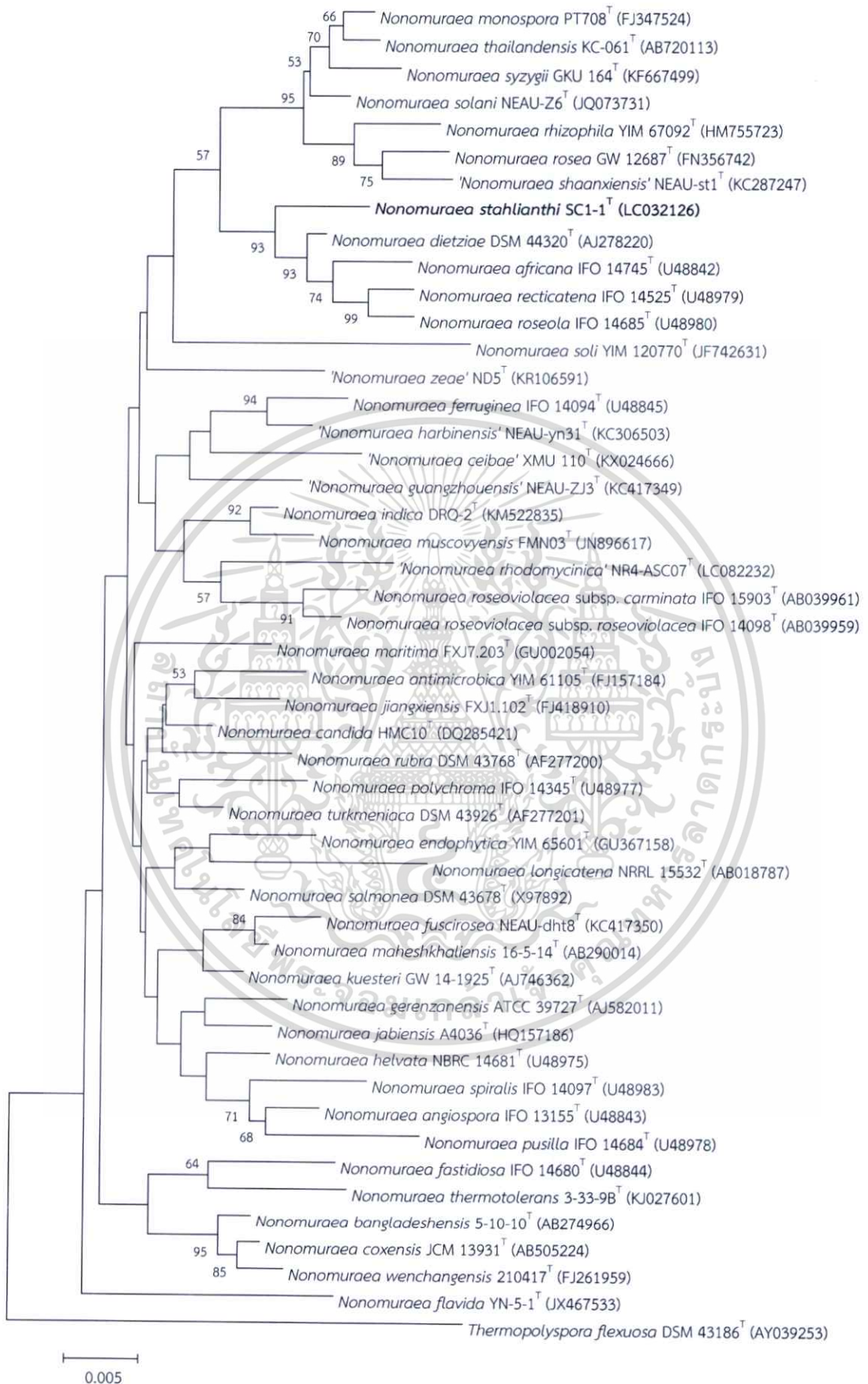
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งข้อมูลของสายพันธุ์ SC1-1^T นี้ได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสาร International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (Niemhom *et al.*, 2017) โดยเป็นรายงานการพบเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทจากพืชวงศ์ขิงสายพันธุ์ที่พบได้ค่อนข้างน้อย



รูปที่ 4.37 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์ SC1-1^T
 (ก และ ข) ลักษณะโคโลนีบนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14 วัน
 (ค) ลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเลนส์ส่องระยะไกล (long working distance) (กำลังขยาย 400 เท่า)
 (ง) ลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) (กำลังขยาย 5,000 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 แสดงความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ SC1-1^T กับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล

เอกสาร์นี้เป็นเอกสาร์ *Nonomurea* บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ลักษณะความแตกต่างของสายพันธุ์ SC1-1^T กับสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Nonomureae*

ลักษณะ	SC1-1 ^T	<i>N. dietziae</i> NBRC 14309 ^T	<i>N. africana</i> NBRC 14745 ^T	<i>N. roseola</i> NBRC 14685 ^T	<i>N. recticatena</i> NBRC 14525 ^T
The pH range for growth	5-10	5-10	6-10	6-10	6-10
Nitrate reduction	+	-	-	-	-
Carbon utilization :					
D-Fructose	+	+	+	-	-
D-Galactose	+	w	w	+	w
D-Melibiose	+	w	+	+	w
D-Raffinose	w	-	+	-	-
D-Ribose	w	-	-	w	-
Glycerol	+	+	-	+	+
Mannitol	w	-	-	-	-
Sucrose	w	-	+	+	-

หมายเหตุ : +, Positive reaction; -, Negative reaction; w, Weakly reaction

ตารางที่ 4.10 ผลของ DNA-DNA hybridization ระหว่างสายพันธุ์ SC1-1^T และสายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ในสกุล *Nonomurea*

สายพันธุ์	ค่าความคล้ายคลึงกันของดีเอ็นเอ (ร้อยละ)				
	SC1-1 ^T	<i>N. dietziae</i> NBRC 14309 ^T	<i>N. africana</i> NBRC 14745 ^T	<i>N. roseola</i> NBRC 14685 ^T	<i>N. recticatena</i> NBRC 14525 ^T
SC1-1 ^T	100	27.0 ± 2.1	23.2 ± 3.1	18.8 ± 0.9	22.1 ± 0.9
<i>N. dietziae</i> NBRC 14309 ^T	29.7 ± 0.4	100	37.8 ± 7.4	38.5 ± 2.7	42.6 ± 1.7
<i>N. africana</i> NBRC 14745 ^T	28.2 ± 1.1	37.9 ± 2.9	100	28.6 ± 1.0	29.2 ± 0.9
<i>N. roseola</i> NBRC 14685 ^T	20.7 ± 1.9	45.3 ± 6.2	26.6 ± 4.3	100	41.4 ± 1.8
<i>N. recticatena</i> NBRC 14525 ^T	19.7 ± 9.0	48.6 ± 3.9	25.1 ± 5.3	44.9 ± 3.3	100

4.3 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

4.3.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านการเจริญของจุลินทรีย์จากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงจำนวน 109 ไอโซเลต โดยวิธี Disc diffusion พบว่าสารสกัดหยาบในชั้นเอทิลอะซิเตตของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตจำนวน 27 ไอโซเลต (ร้อยละ 25) มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อย่างน้อย 1 ชนิด ในจำนวนนี้มี 23 ไอโซเลต (ร้อยละ 85) แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Bacillus subtilis* ATCC 6633 *Kocuria rhizophila* ATCC 9341 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Methicillin resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA) DMST 20654 และ Vancomycin-resistance *Enterococcus fecium* (VRE) ATCC 51559 ได้ และจำนวน 12 ไอโซเลต (ร้อยละ 44) แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *Candida albicans* ATCC 10231 ได้ แต่ไม่มีเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตไอโซเลตใดเลยที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ คือ *Escherichia coli* ATCC 25922 และ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ได้ (ตารางที่ 4.11) โดยเมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบแล้ว พบว่าเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตจำนวน 13 ไอโซเลต (ร้อยละ 48) ได้แก่ KE1-1 AN2-10 CL3-1 AG2-1 AG2-5 AG2-6 AN1-38 AN3-6 CP1-6 KE2-1 KG1-1 ZM2-9 และ ZM3-2 มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์แบบกว้าง (broad activity) กับแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด รวมทั้งแบคทีเรียแกรมบวกคือยา มีจำนวน 8 ไอโซเลต (ร้อยละ 30) ได้แก่ BR3-4 AN2-7 ZO1-7 ZZ2-2 AK1-1 AN3-4 ZZ1-3 และ ZZ2-1 มีฤทธิ์แบบกว้างกับแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิดรวมทั้งยีสต์ มีจำนวน 4 ไอโซเลต (ร้อยละ 15) ได้แก่ AN2-9 AX1-2 CL2-6 และ KM1-5 มีฤทธิ์แบบเฉพาะ (specific activity) กับยีสต์ และมีจำนวน 2 ไอโซเลต (ร้อยละ 7) ได้แก่ AN1-19 และ CL1-2 มีฤทธิ์เฉพาะกับแบคทีเรียแกรมบวก 1 ชนิด คือ *Bacillus subtilis*

4.3.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมalaria (anti-malarial activity)

จากการทดสอบฤทธิ์ในการต้านเชื้อก่อโรคมalaria เรีย *Plasmodium falciparum* สายพันธุ์ K1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ดื้อยาหลายชนิด (multidrug resistant strain) ของสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่แยกได้จาก *Alpinia galanga* (ข่า) ที่คัดเลือกมาศึกษาจำนวน 7 ไอโซเลต พบว่าสารสกัดหยาบของไอโซเลต AG2-1 AG2-5 และ AG2-6 สามารถต้านเชื้อก่อโรคมalaria เรีย ได้ โดยมีค่า IC_{50} คือ 0.03 0.15 และ 0.02 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยชุดควบคุมเชิงบวกคือ dihydroartemisinin และ mefloquine มีค่า IC_{50} 0.00079 และ 0.01665 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

4.3.3 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง

จากการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็งของสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่แยกได้จาก *Alpinia galanga* (ข่า) ที่คัดเลือกมาศึกษาจำนวน 7 ไอโซเลต พบว่าสารสกัดหยาบของไอโซเลต AG2-1 AG2-5 และ AG2-6 สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งปอด (NCI-H187-small cell lung cancer) ได้ โดยมีค่า IC_{50} คือ 0.40 0.27 และ 0.27 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมเชิงบวก พบว่าทั้ง 3 ไอโซเลต ให้ผลดีกว่า ellipticine ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.51 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และให้ผลใกล้เคียงกับ doxorubicin ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.140 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้สารสกัดหยาบของไอโซเลต AG2-1 AG2-5 และ AG2-6 ยังสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งช่องปาก (KB-Oral cavity cancer) ได้ โดยมีค่า IC_{50} คือ 3.31 3.72 และ 0.04

ตามลำดับ โดยเมื่อเทียบกับชุดควบคุมเชิงบวก พบว่าไอโซเลต AG2-1 AG2-5 ให้ผลใกล้เคียงกับ ellipticine ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และไอโซเลต AG2-6 ให้ผลดีกว่า ellipticine และ doxorubicin (IC_{50} เท่ากับ 1.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

4.3.4 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์

จากการทดสอบความเป็นพิษต่อ Vero cell ของสารสกัดหยาบในชั้นเอทิลอะซิเตตของ เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท์ที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงจำนวน 109 ไอโซเลต พบว่าจำนวน 76 ไอโซเลต (ร้อยละ 70) ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ (ตารางที่ 4.11)

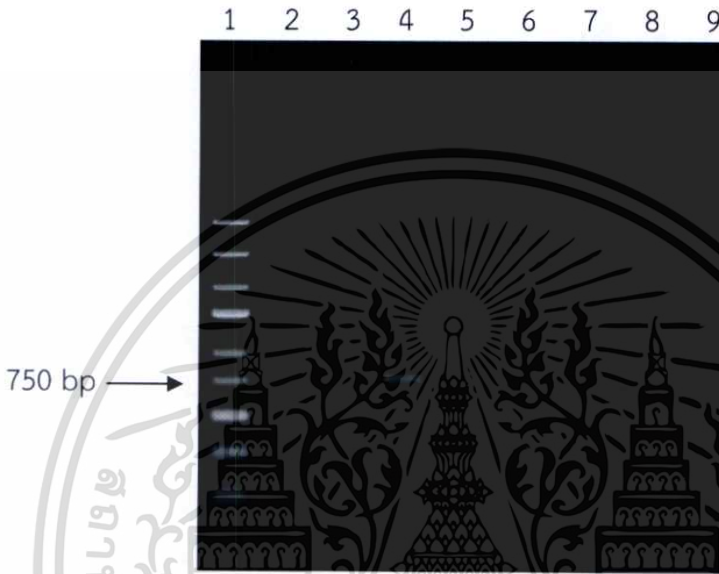
จากผลการทดสอบฤทธิ์ด้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท์ที่มีฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์ส่วนมากจัดอยู่ในสกุล *Streptomyces* (19 ไอโซเลต) รองลงมาคือ *Microbispora* (3 ไอโซเลต) *Actinomadura* (2 ไอโซเลต) *Dactylosporangium* (1 ไอโซเลต) *Micromonospora* (1 ไอโซเลต) และ *Kutzneria* (1 ไอโซเลต) สอดคล้องกับรายงานของ Bérdy (2005) ที่รายงานว่า *Streptomyces* เป็นสกุลที่สร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้มากที่สุด รองลงมาคือ *Micromonospora* และสกุลอื่นๆ เช่น *Microbispora* *Actinomadura* *Dactylosporangium* *Kutzneria* ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ *Streptomyces* เป็นสกุลที่มีศักยภาพในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ในปริมาณมากและหลากหลาย เนื่องจากสามารถเจริญได้ในสภาวะและอาหารชนิดต่างๆ และเป็นเชื้อสกุลที่มีประชากรมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์กับผลการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity) พบว่าไอโซเลตที่มีฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์มักมีความเป็นพิษต่อเซลล์เช่นเดียวกัน โดยเมื่อดูจากผลของเชื้อที่มีฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวน 27 ไอโซเลต นั้นพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์มากถึง 21 ไอโซเลต (ร้อยละ 78) แต่มีจำนวน 6 ไอโซเลต (ร้อยละ 22) ได้แก่ AN2-7 AN2-10 CL3-1 KE2-1 KM1-5 และ ZM3-2 ที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ ซึ่งเชื้อทั้ง 6 ไอโซเลต นี้เป็นเชื้อที่น่าสนใจที่จะนำไปศึกษาต่อในแง่ของการพัฒนาเพื่อใช้เป็นยาต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่มีความเป็นพิษกับเซลล์ในร่างกายของผู้รับยา

จากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจาก *Streptomyces* ที่แยกได้จาก *Alpinia galanga* (ข่า) ที่คัดเลือกมาศึกษาจำนวน 7 ไอโซเลต พบว่ามี 3 ไอโซเลต ได้แก่ AG2-1 AG2-5 และ AG2-6 มีฤทธิ์แบบกว้าง (broad activity) โดยมีฤทธิ์ทั้งกับแบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียแกรมบวกดื้อยา เชื้อก่อโรคมะเร็ง เซลล์มะเร็งปอด และเซลล์มะเร็งช่องปาก แต่พบว่ามี cytotoxicity ส่วนเชื้ออีก 4 ไอโซเลต (AG2-3 AG2-4 AS1-6 และ AS1-8) พบว่าไม่มี bioactivity และไม่มี cytotoxicity อย่างไรก็ตามได้นำ *Streptomyces* ทั้ง 7 ไอโซเลตนี้ไปศึกษาความหลากหลายของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบโพลีคีไทด์ในขั้นตอนต่อไป

4.4 การตรวจหายีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1

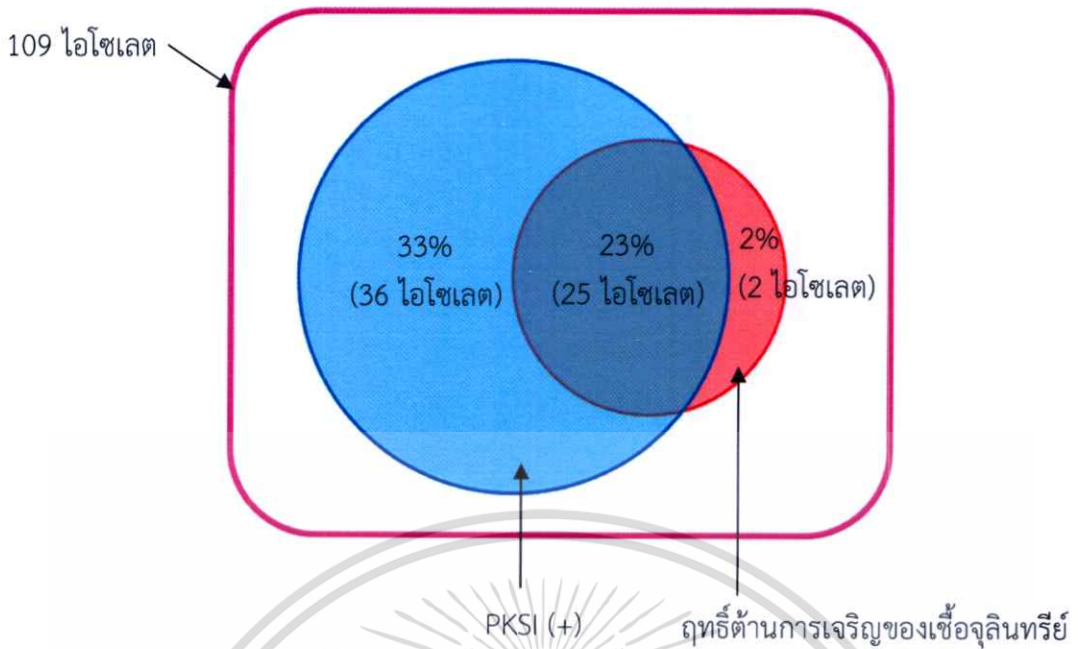
จากผลการเพิ่มปริมาณยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 บริเวณ KS domain จากจีโนมิกส์ดีเอ็นเอของเชื้อที่แยกได้ทั้งหมดโดยใช้ดีเจเนอเรทไพรเมอร์ (degenerate primers) และวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้โดยวิธีเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส ดังตัวอย่างรูปที่ 4.39 พบเชื้อที่ให้ผลบวกคือมีผลิตภัณฑ์พีซีอาร์มีขนาดประมาณ 740-780 bp จำนวน 61 ไอโซเลต จาก 109 ไอโซเลต (ร้อยละ 56) (ตารางที่ 4.11)



รูปที่ 4.39 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์โดยวิธีเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส
 แถวที่ 1 คือ 1 kb DNA ladder
 แถวที่ 2-5 คือ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 โดยแถวที่ 4 6 และ 8 เป็นตัวอย่างที่ให้ผลบวก

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์กับผลการตรวจสอบยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 4.40 พบว่าจากกลุ่มของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์จำนวน 27 ไอโซเลต (ร้อยละ 25) ตรวจพบยีน จำนวน 25 ไอโซเลต (ร้อยละ 23) มีเพียง 2 ไอโซเลต คือ AK1-1 และ ZM3-2 ที่ตรวจไม่พบยีนดังกล่าว ซึ่งอาจบอกได้ว่าฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของทั้ง 25 ไอโซเลต นั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับสารประกอบโพลีคีไทด์ ส่วนอีก 2 ไอโซเลต นั้นเป็นฤทธิ์ที่มีผลมาจากสารในกลุ่มอื่น ส่วนเชื้อไอโซเลตที่ตรวจพบยีน แต่ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ (ร้อยละ 33) นั้นเป็นไปได้ว่าเชื้อเหล่านี้อาจสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มโพลีคีไทด์ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นนอกเหนือจากฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์หรือเกิดจากสภาวะการเพาะเลี้ยงยังไม่เหมาะสมสำหรับการสร้างสารออกฤทธิ์ โดยกลุ่มของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตในวงกลมสีฟ้าทั้งหมดเป็นกลุ่มเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่น่าสนใจนำไปศึกษาการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดอื่นๆ และการศึกษาสภาวะในการเพาะเลี้ยงเพื่อให้สามารถผลิตสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 แสดงความสัมพันธ์ของผลการทดสอบฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์กับผลการตรวจสอบยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1

4.5 การศึกษาความหลากหลายของยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1

การศึกษาความหลากหลายของยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 ทำในแอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่เป็นกลุ่มเชื้อ *Streptomyces* จำนวน 7 ไอโซเลต คือ AG2-1 AG2-3 AG2-4 AG2-5 AG2-6 AS1-6 และ AS1-8 ที่แยกได้จาก *Alpinia galanga* (ข่า) จำนวน 2 ตัวอย่าง ซึ่งเก็บจากจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดอยุธยา โดยมีจำนวน 3 ไอโซเลต มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4.3 การศึกษาความหลากหลายของยีน ทำโดยนำซันดีเอ็นเอของยีนที่บริเวณ KS domain มาทำการโคลน โดยได้โคลนทั้งหมด 43 ชนิด นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากแต่ละโคลนมาแปลงให้เป็นลำดับกรดอะมิโนแล้วสร้างแผนภาพ phylogenetic tree (รูปที่ 4.41) และเปรียบเทียบความใกล้เคียงกับลำดับกรดอะมิโนที่ปรากฏในฐานข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 4.12

จากผลการศึกษาความหลากหลายของยีน พบว่าได้ยีนที่แตกต่างกันทั้งหมด 43 ชนิด โดยเฉลี่ยแล้ว *Streptomyces* 1 ไอโซเลต พบยีนที่มีลำดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกันจำนวน 6 ชนิด โดยไอโซเลตที่มีความหลากหลายของยีนมากที่สุด คือ AG2-5 ซึ่งได้ยีนทั้งหมดจำนวน 11 ชนิด และไอโซเลตอื่นๆ เช่น AG2-1 AG2-6 และ AS1-6 ก็พบว่ามีหลากหลายของยีนเป็น 8 6 และ 9 ชนิดตามลำดับ จากการทดลองนี้กล่าวได้ว่าดีเจเนอเรทไพรเมอร์ที่ออกแบบมา มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะจับกับยีนความหลากหลาย ในขณะเดียวกันไอโซเลต AG2-3 AG2-4 และ AS1-8 มีความหลากหลายของยีนต่ำกว่าที่คาดไว้ โดยแต่ละไอโซเลตพบยีนเพียง 3 ชนิด อาจเป็นเพราะเชื้อเหล่านี้มีจำนวนชนิดของยีนที่ต่ำ หรือยีนมีความจำเพาะสูงซึ่งไพรเมอร์ที่ออกแบบมาไม่สามารถจับได้นอกจากนี้ยังพบว่า *Streptomyces* ไอโซเลตที่ต่างกัน หรือแยกได้จากพืชในพื้นที่คนละจังหวัดกันแต่พบยีนที่อยู่ใน clade เดียวกัน เช่น ไอโซเลต AG2-6 no.10 และ AS1-6 no.3 ซึ่งอาจเกิดได้จากการถ่ายทอดยีนในแนวราบ (horizontal gene transfer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี agar disc diffusion ความเป็นพิษต่อเซลล์ และผลการตรวจหายีนโพลีคีโตจีนเทสชนิดที่ 1

สกุล	รหัส	PKS I gene	ความเป็นพิษต่อเซลล์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิเมตร)							
				<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. rhizophila</i>	<i>C. albicans</i>	MRSA	VRE
<i>Jiangella</i>	KE2-3	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZM2-6	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asanoa</i>	BR3-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dactylosporangium</i>	KE1-1	+	Cytotoxic	-	15	12	-	16	-	14	10
<i>Jishengella</i>	AN1-5	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-14	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AP1-2	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AX1-4	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CL2-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CL2-5	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP1-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micromonospora</i>	AN1-19	+	Cytotoxic	-	-	10	-	-	-	-	-
	AN1-32	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-37	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN2-6	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN3-10	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AP1-5	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CZ1-1	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KG1-3	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KK1-2	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.11 แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี agar disc diffusion ความเป็นพิษต่อเซลล์ และผลการตรวจหายีนโพลีคีโตจีนเทสชนิดที่ 1 (ต่อ)

สกุล	รหัส	PKS I gene	ความเป็นพิษต่อเซลล์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิเมตร)							
				<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. rhizophila</i>	<i>C. albicans</i>	MRSA	VRE
<i>Micromonospora</i>	SC1-2	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZM2-2	-	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZO1-2	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phytohabitans</i>	KK1-3	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kutzneria</i>	BR3-4	+	Cytotoxic	-	7	17	-	10	20	9	10
<i>Saccharopolyspora</i>	AK1-2	-	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microbispora</i>	AN2-5	+	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN2-7	+	Non-cytotoxic	-	-	10	-	8	11	-	-
	BR3-3	-	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	CL1-1	+	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	CL2-2	+	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	KE1-2	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KE1-3	+	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	KE2-2	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KE2-4	+	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	KE2-5	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KK1-10	+	Cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	KK1-11	+	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	KM1-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KM1-2	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.11 แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี agar disc diffusion ความเป็นพิษต่อเซลล์ และผลการตรวจหายีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 (ต่อ)

สกุล	รหัส	PKS I gene	ความเป็นพิษต่อเซลล์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิเมตร)							
				<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. rhizophila</i>	<i>C. albicans</i>	MRSA	VRE
<i>Microbispora</i>	ZO1-7	+	Cytotoxic	-	-	9	-	8	10	-	-
	ZZ1-4	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZZ2-2	+	Cytotoxic	-	-	10	-	8	9	-	-
<i>Nonomuraea</i>	AN1-27	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-36	+	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN3-11	-	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	HC1-7	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1-1	-	Cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planotatraspora</i>	BR3-5	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaerisporangium</i>	AN1-28	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KM1-3	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Streptosporangium</i>	AN1-26	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN3-5	-	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinomadura</i>	AN2-10	+	Non-cytotoxic	-	7	-	-	17	-	-	-
	CL3-1	+	Non-cytotoxic	-	7	-	-	14	-	7	-
	KG1-2	-	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Streptomyces</i>	AG2-1	+	Cytotoxic	-	21	25	-	30	-	22	20
	AG2-2	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AG2-3	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AG2-4	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.11 แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี agar disc diffusion ความเป็นพิษต่อเซลล์ และผลการตรวจหายีนโพลีคีไทด์จีนเทสชนิดที่ 1 (ต่อ)

สกุล	รหัส	PKS I gene	ความเป็นพิษต่อเซลล์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิเมตร)							
				<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. rhizophila</i>	<i>C. albicans</i>	MRSA	VRE
<i>Streptomyces</i>	AG2-5	+	Cytotoxic*	-	16	20	-	25	-	17	18
	AG2-6	+	Cytotoxic	-	21	22	-	25	-	23	20
	AK1-1	-	Cytotoxic	-	7	7	-	7	9	7	-
	AN1-8	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-12	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-18	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-25	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-29	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN1-38	+	Cytotoxic	-	7	7	-	7	-	7	-
	AN2-3	-	Non-cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	AN2-9	+	Cytotoxic	-	-	-	-	-	25	-	-
	AN3-4	+	Cytotoxic	-	-	7	-	9	7	-	-
	AN3-6	+	Cytotoxic	-	21	26	-	30	-	24	21
	AP1-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AP1-3	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AP1-4	+	Cytotoxic*	-	-	-	-	-	-	-	-
	AS1-1	-	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AS1-6	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AS1-8	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	AX1-2	+	Cytotoxic	-	-	-	-	-	11	-	-

ตารางที่ 4.11 แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี agar disc diffusion ความเป็นพิษต่อเซลล์ และผลการตรวจหายีนโพลีคีไทด์จีนเทสชนิดที่ 1 (ต่อ)

สกุล	รหัส	PKS I gene	ความเป็นพิษต่อเซลล์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิเมตร)							
				<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. rhizophila</i>	<i>C. albicans</i>	MRSA	VRE
<i>Streptomyces</i>	BR2-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CL2-6	+	Cytotoxic	-	-	-	-	-	14	-	-
	CL3-4	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CP1-2	+	Cytotoxic*	-	-	8	-	-	-	-	-
	CP1-6	+	Cytotoxic	-	9	14	-	13	-	10	11
	CX1-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CZ1-3	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	CZ1-4	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	EE1-2	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	EE1-8	+	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	HC1-4	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	HC1-8	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	HC1-9	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	HC1-10	-	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KE1-4	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	KE2-1	+	Non-cytotoxic	-	13	9	-	13	-	12	-
	KG1-1	+	Cytotoxic	-	-	17	-	-	-	-	10
	KM1-5	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	10	-	-
	ZM1-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZM2-1	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.11 แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี agar disc diffusion ความเป็นพิษต่อเซลล์ และผลการตรวจหายีนโพลีคีไทด์จีนเทสชนิดที่ 1 (ต่อ)

สกุล	รหัส	PKS I gene	ความเป็นพิษต่อเซลล์	เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิเมตร)							
				<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. rhizophila</i>	<i>C. albicans</i>	MRSA	VRE
<i>Streptomyces</i>	ZM2-9	+	Cytotoxic	-	-	8	-	18	-	-	10
	ZM2-12	-	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZM3-2	-	Non-cytotoxic	-	-	11	-	17	-	10	-
	ZM3-3	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZM3-9	-	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZO1-8	+	Non-cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZZ1-3	+	Cytotoxic	-	18	20	-	26	8	18	15
	ZZ1-7	+	Cytotoxic	-	-	-	-	-	-	-	-
	ZZ2-1	+	Cytotoxic	-	26	29	-	35	8	25	24

หมายเหตุ : *B. subtilis* ATCC 6633

E. coli ATCC 25922

K. rhizophila ATCC 9341

P. aeruginosa ATCC 27853

S. aureus ATCC 25923

C. albicans ATCC 10231

MRSA คือ Methicillin resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA) DMST 20654

VRE คือ Vancomycin-resistance *Enterococcus fecium* (VRE) ATCC 51559

* สารสกัดละลายได้บางส่วนใน 100% DMSO

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนบริเวณ KS domain กับกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโพลีคีโตนเทซินเนสชนิดที่ 1

รหัส	<i>E. coli</i> clone no.	ความยาว (aa)	% similarity	ยีนในฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Accession no.)	สารโพลีคีโตนที่คาดว่าจะสร้างจากยีนในฐานข้อมูล	เอกสารอ้างอิง
AG2-1	1	259	95	MerC [<i>Streptomyces violaceusniger</i>] (ABJ97439)	Meridamycin	Sun <i>et al.</i> , 2006
	2	259	95	NigAll [<i>Streptomyces violaceusniger</i>] (ABC84457)	Nigericin	Harvey <i>et al.</i> , 2007
	3	260	95	polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. PRh5] (EXU68742)	Nigericin Nocardamine	Yang <i>et al.</i> , 2014
	5	258	96	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. PRh5] (WP_051573878)	Unknown	-
	6	259	95	hypothetical protein M271_49110 [<i>Streptomyces rapamycinicus</i> NRRL 5491] (AGP61184)	Rapamycin	Baranasic <i>et al.</i> , 2013
	8	260	78	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces roseocinereus</i>] (BAH67129)	Unknown	-
	9	257	95	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. PRh5] (WP_051573878)	Unknown	-
	11	259	96	modular polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. PRh5] (EXU68741)	Nigericin Nocardamine	Yang <i>et al.</i> , 2014
AG2-3	1	250	91	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces diastatochromogenes</i>] (WP_094219157)	Unknown	-
	2	258	90	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces diastatochromogenes</i>] (WP_094219157)	Unknown	-
	4	258	90	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces diastatochromogenes</i>] (WP_094219157)	Unknown	-

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนบริเวณ KS domain กับกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโพลีคีโตนเทซินเทซินชนิดที่ 1 (ต่อ)

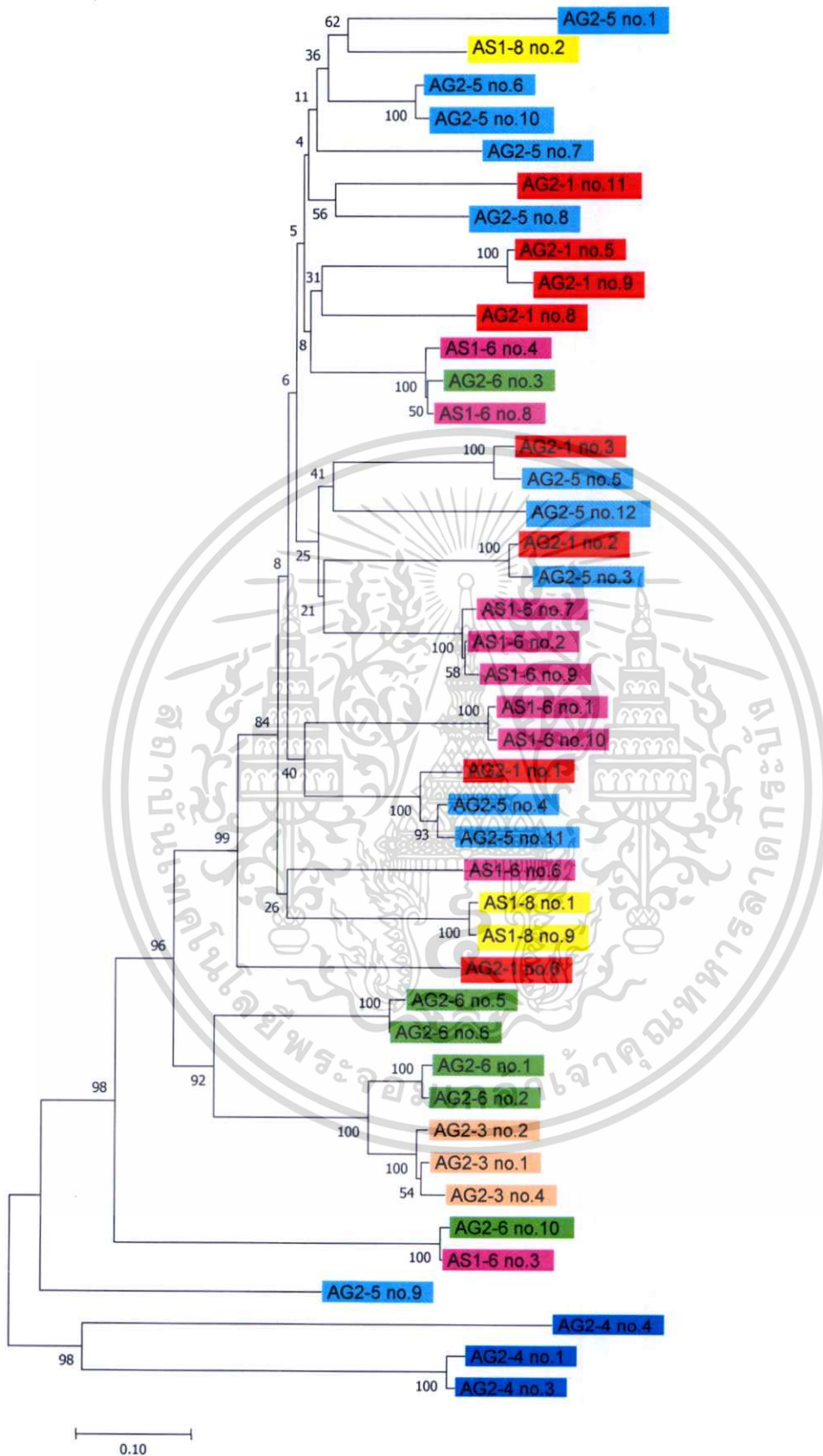
รหัส	<i>E. coli</i> clone no.	ความยาว (aa)	% similarity	ยีนในฐานข้อมูลที่ใกล้เคียง (Accession no.)	สารโพลีคีโตนที่คาดว่าจะสร้างจากยีนในฐานข้อมูล	เอกสารอ้างอิง
AG2-4	1	257	96	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces misionensis</i>] (WP_074993663)	Unknown	-
	3	257	96	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces misionensis</i>] (WP_074993663)	Unknown	-
	4	253	73	hypothetical protein [<i>Streptomyces</i> sp. NBS 14/10] (WP_089504844)	Unknown	-
AG2-5	1	260	99	polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. 211726] (ARM20284)	Azalomycin	Xu <i>et al.</i> , 2017
	3	260	97	NigAll [<i>Streptomyces violaceusniger</i>] (ABC84457)	Nigericin	Harvey <i>et al.</i> , 2007
	4	260	97	polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. NRRL 30748] (ABC87511)	Meridamycin	He <i>et al.</i> , 2006
	5	261	98	polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. PRh5] (EXU68742)	Nigericin Nocardamine	Yang <i>et al.</i> , 2014
	6	260	97	polyketide synthase [<i>Streptomyces rapamycinicus</i> NRRL 5491] (AGP57750)	Rapamycin	Baranasic <i>et al.</i> , 2013
	7	261	95	hypothetical protein M271_46360 [<i>Streptomyces rapamycinicus</i> NRRL 5491] (AGP60637)	Rapamycin	Baranasic <i>et al.</i> , 2013
	8	261	96	hypothetical protein M271_46355 [<i>Streptomyces rapamycinicus</i> NRRL 5491] (AGP60636)	Rapamycin	Baranasic <i>et al.</i> , 2013
	9	247	93	hypothetical protein M271_05860 [<i>Streptomyces rapamycinicus</i> NRRL 5491] (AGP52798)	Rapamycin	Baranasic <i>et al.</i> , 2013
	10	260	97	polyketide synthase [<i>Streptomyces rapamycinicus</i> NRRL 5491] (AGP57750)	Rapamycin	Baranasic <i>et al.</i> , 2013

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนบริเวณ KS domain กับกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโพลีคีโตนเทสชนิดที่ 1 (ต่อ)

รหัส	<i>E. coli</i> clone no.	ความยาว (aa)	% similarity	ยีนในฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Accession no.)	สารโพลีคีโตนที่คาดว่าจะสร้างจากยีนในฐานข้อมูล	เอกสารอ้างอิง
AG2-5	11	260	96	polyketide synthase [<i>Streptomyces</i> sp. NRRL 30748] (ABC87511)	Meridamycin	He <i>et al.</i> , 2006
	12	260	93	HbmAll [<i>Streptomyces hygroscopicus</i>] (AAY28226)	Herbimycin	Rascher <i>et al.</i> , 2005
			93	GdmAll [<i>Streptomyces hygroscopicus</i>] (AAO06917)	Geldanamycin	Rascher <i>et al.</i> , 2003
			93	GelB [<i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp. <i>duamyceticus</i>] (ABB86409)	Geldanamycin	Jin-Chul <i>et al.</i> , 2008
AG2-6	1	258	97	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces bungoensis</i>] (WP_061917030)	Unknown	-
	2	258	97	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces bungoensis</i>] (WP_061917030)	Unknown	-
	3	259	80	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp. <i>hygroscopicus</i>] (BAH67162)	Unknown	-
	5	258	96	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces bungoensis</i>] (WP_061917030)	Unknown	-
	6	258	97	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces bungoensis</i>] (WP_061917030)	Unknown	-
	10	261	97	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces bungoensis</i>] (WP_061917030)	Unknown	-

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าร้อยละความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนบริเวณ KS domain กับกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโพลีคีโตนินเทสชนิดที่ 1 (ต่อ)

รหัส	<i>E. coli</i> clone no.	ความยาว (aa)	% similarity	ยีนในฐานข้อมูลที่ใกล้เคียง (Accession no.)	สารโพลีคีโตนินที่คาดว่า จะสร้างจากยีนใน ฐานข้อมูล	เอกสารอ้างอิง
AS1-6	1	260	83	type I polyketide synthase [<i>Amycolatopsis australiensis</i>] (WP_072480211)	Unknown	-
	2	260	76	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces blastmyceticus</i>] (BAH67198)	Unknown	-
	3	260	98	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces bungoensis</i>] (WP_061914689)	Unknown	-
	4	259	79	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp. <i>hygroscopicus</i>] (BAH67162)	Unknown	-
	6	260	77	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces</i> sp. ID05-A0263] (BAH67886)	Unknown	-
	7	258	75	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces</i> sp. ID05-A0089] (BAH67675)	Unknown	-
	8	260	80	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces blastmyceticus</i>] (BAH67371)	Unknown	-
	9	260	76	polyketide synthase, partial [<i>Streptomyces</i> sp. ID05-A0082] (BAH67666)	Unknown	-
	10	260	83	type I polyketide synthase [<i>Amycolatopsis australiensis</i>] (WP_072480211)	Unknown	-
	AS1-8	1	260	98	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces misionensis</i>] (WP_074995146)	Unknown
2		260	99	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces misionensis</i>] (WP_074995144)	Unknown	-
9		260	97	type I polyketide synthase [<i>Streptomyces misionensis</i>] (WP_074995146)	Unknown	-



รูปที่ 4.41 แสดงความสัมพันธ์ของลำดับกรดอะมิโนบริเวณ KS domain ที่เป็นส่วนประกอบของ โพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method) ที่ได้ จาก *Streptomyces* spp. ที่แยกได้จากข่า (*Alpinia galangal*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อให้นักศึกษาและคณาจารย์นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้สามารถแยกแอสโคสปอร์ไดโพลิดิกแอคติโนมัยสีทจำนวน 109 ไอโซเลตได้จากชิ้นส่วนใบ ลำต้น เหง้า และราก ของพืชวงศ์ขิงที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จำนวน 20 ชนิด ซึ่งเก็บได้จากหลายพื้นที่ใน 8 จังหวัดของประเทศไทย ได้แก่ ออยุธยา นนทบุรี ปทุมธานี สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี อุตรธานี และอุบลราชธานี จากการพิสูจน์เอกลักษณ์เบื้องต้น โดยการศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์และวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene พบว่าเป็นแอคติโนมัยสีทที่จัดอยู่ใน 6 วงศ์ ได้แก่ *Jiangellaceae* *Micromonosporaceae* *Pseudonocardiaceae* *Streptosporangiaceae* *Thermomonosporaceae* และ *Streptomyetaceae* โดยแบ่งเป็น 15 สกุล ได้แก่ *Jiangella* *Asanoa* *Dactylosporangium* *Jishengella* *Micromonospora* *Phytohabitans* *Kutzneria* *Saccharopolyspora* *Microbispora* *Nonomuraea* *Planotetraspora* *Sphaerisporangium* *Streptosporangium* *Actinomadura* และ *Streptomyces* ซึ่งแต่ละสกุลมีลักษณะ ดังนี้

1. สกุล *Jiangella* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างเส้นใยอาหารเป็นสายยาวและเส้นใยมักแตกหัก (fragment) เป็นแท่งสั้นหรือแท่งยาว สร้างเส้นใยอากาศได้ แต่ไม่พบการสร้างสปอร์ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ KE2-3 และ ZM2-6

2. สกุล *Asanoa* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างสปอร์ต่อกันเป็นสาย (มีจำนวนสปอร์มากกว่า 10 สปอร์ต่อสาย) บนปลายของก้านชูสปอร์ขนาดสั้นซึ่งชูขึ้นมาโดยตรงจากผิวอาหาร ไม่สร้างเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 1 ไอโซเลต คือ BR3-1

3. สกุล *Dactylosporangium* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างโครงสร้างลักษณะกลม (globose bodies) อยู่บนเส้นใยอาหาร ไม่สร้างเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 1 ไอโซเลต คือ KE1-1

4. สกุล *Jishengella* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างสปอร์เดี่ยวรูปร่างกลมอยู่บนเส้นใยอาหารที่มีลักษณะแตกกิ่งก้าน ไม่สร้างเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 7 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-5 AX1-4 CL2-5 CP1-1 AN1-14 AP1-2 และ CL2-1

5. สกุล *Micromonospora* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างสปอร์เดี่ยวอยู่บนเส้นใยอาหาร ไม่สร้างเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 12 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-19 AN1-32 AN1-37 AN2-6 AN3-10 AP1-5 CZ1-1 KG1-3 KK1-2 SC1-2 ZM2-2 และ ZO1-2

6. สกุล *Phytohabitans* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างทั้งสปอร์เดี่ยวรูปกลมและสปอร์สายยาว (มากกว่า 10 สปอร์) ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 1 ไอโซเลต คือ KK1-3

7. สกุล *Kutzneria* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างเส้นใยอากาศที่แตกแขนงเป็นกิ่งก้าน และสร้างสปอร์ที่มีถุงหุ้ม (sporangium) ลักษณะกลมอยู่ที่ปลายของก้านชูสปอร์ขนาดยาวบนเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 1 ไอโซเลต คือ BR3-4

8. สกุล *Saccharopolyspora* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างเส้นใยอาหารที่มีลักษณะแตกกิ่งก้านและมักแตกหัก (fragment) เป็นท่อนสั้นๆ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 1 ไอโซเลต คือ AK1-2

9. สกุล *Microbispora* เป็นแอคติโนมัยสีทที่สร้างเส้นใยอาหารที่มีลักษณะแตกกิ่งก้านและสร้างสปอร์คู่อยู่บนก้านชูสปอร์สั้นๆ บนเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 17 ไอโซเลต ได้แก่

AN2-5 AN2-7 BR3-3 CL1-1 CL2-2 KE1-2 KE1-3 KE2-2 KE2-4 KE2-5 KK1-10 KK1-11 KM1-1
KM1-2 ZO1-7 ZZ1-4 และ ZZ2-2

10. สกุล *Nonomuraea* เป็นแอสโคดิโนมัยสิทที่สร้างสปอร์สายสั้นบนเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-27 AN1-36 AN3-11 HC1-7 และ SC1-1

11. สกุล *Planotetraspora* เป็นแอสโคดิโนมัยสิทที่สร้างสปอร์ที่มีถุงหุ้มอยู่บนก้านชูสปอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งภายในบรรจุสปอร์จำนวน 4 สปอร์ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 1 ไอโซเลต คือ BR3-5

12. สกุล *Sphaerisporangium* เป็นแอสโคดิโนมัยสิทที่สร้างสปอร์อยู่ภายในถุงหุ้มทรงกลมบนเส้นใยอากาศ เส้นใยมีจุดโปร่งแสงและทึบแสงสลับกัน ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-28 และ KM1-3

13. สกุล *Streptosporangium* เป็นแอสโคดิโนมัยสิทที่สร้างสปอร์อยู่ภายในถุงหุ้มสปอร์ทรงกลมบนเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ AN1-26 และ AN3-5

14. สกุล *Actinomadura* เป็นแอสโคดิโนมัยสิทที่สร้างเส้นใยอาหารแตกแขนงเป็นกิ่งก้าน และสร้างสปอร์สายสั้นๆ บนเส้นใยอากาศ ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 3 ไอโซเลต ได้แก่ AN2-10 CL3-1 และ KG1-2

15. สกุล *Streptomyces* เป็นแอสโคดิโนมัยสิทที่สร้างเส้นใยอาหารแตกแขนงเป็นกิ่งก้านและสร้างเส้นใยอากาศปริมาณมาก สร้างสปอร์หลากหลายรูปแบบ เช่น สปอร์สายยาวที่มีลักษณะตรง สปอร์ที่มีลักษณะคล้ายรูปตะขอ สปอร์ที่มีลักษณะเป็นเกลียว ประกอบด้วยเชื้อจำนวน 53 ไอโซเลต ได้แก่ AG2-1 AG2-2 AG2-3 AG2-4 AG2-5 AG2-6 AK1-1 AN1-8 AN1-12 AN1-18 AN1-25 AN1-29 AN1-38 AN2-3 AN2-9 AN3-4 AN3-6 AP1-1 AP1-3 AP1-4 AS1-1 AS1-6 AS1-8 AX1-2 BR2-1 CL2-6 CL3-4 CP1-2 CP1-6 CX1-1 CZ1-3 CZ1-4 EE1-2 EE1-8 HC1-4 HC1-8 HC1-9 HC1-10 KE1-4 KE2-1 KG1-1 KM1-5 ZM1-1 ZM2-1 ZM2-9 ZM2-12 ZM3-2 ZM3-3 ZM3-9 ZO1-8 ZZ1-3 ZZ1-7 และ ZZ2-1

จากการศึกษาอนุกรมวิธานแบบพอลิฟาสิก (polyphasic taxonomy) ของเอนโดไฟติกแอสโคดิโนมัยสิทที่คัดเลือกมาจำนวน 3 ไอโซเลต ได้แก่ BR3-1 KK1-3 และ SC1-1 พบว่าเป็นแอสโคดิโนมัยสิทสปีชีส์ใหม่และให้ชื่อว่า *Asanoa endophytica* *Phytohabitans kaempferiae* และ *Nonomuraea stahlianthi* ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลของเอนโดไฟติกแอสโคดิโนมัยสิทสายพันธุ์ดังกล่าวได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (Niemhom et al., 2016a ; Niemhom et al., 2016b ; Niemhom et al., 2017)

จากการศึกษาฤทธิ์ด้านการเจริญของจุลินทรีย์ด้วยวิธี disc diffusion ของสารสกัดหยาบในชั้นเอทิลอะซิเตตจากน้ำหมักของเอนโดไฟติกแอสโคดิโนมัยสิทที่แยกได้ทั้งหมดจำนวน 109 ไอโซเลต โดยใช้จุลินทรีย์ทดสอบ 8 ชนิด คือ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 *Escherichia coli* ATCC 25922 *Kocuria rhizophila* ATCC 9341 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 *Candida albicans* ATCC 10231 และ Methicillin resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA) DMST 20654 พบว่าจำนวน 27 ไอโซเลต (ร้อยละ 25) มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อย่างน้อย 1 ชนิด ในจำนวนนี้มี 23 ไอโซเลต (ร้อยละ 85) แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ และจำนวน 12 ไอโซเลต (ร้อยละ 44) แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *Candida albicans* ATCC 10231 ได้ แต่ไม่มีเอนโดไฟติกแอสโคดิโนมัยสิทไอโซเลตใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลยที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบได้ และจากการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์พบว่าสารสกัดหยาบจากเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียจำนวน 76 ไอโซเลต (ร้อยละ 70) ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์

จากผลการตรวจหายีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 โดยการออกแบบดีเจเนอเรทไพรเมอร์ พบว่าไพรเมอร์มีความจำเพาะต่อยีนดังกล่าว และมีความหลากหลายเพียงพอสำหรับใช้ตรวจสอบยีนดังกล่าวได้ โดยพบว่ามีเชื้อที่ผลบวก 61 ไอโซเลต (ร้อยละ 56) และเชื้อกลุ่มนี้มีการแสดงฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคอีกด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือก *Streptomyces* ที่แยกได้จาก *Alpinia galanga* (ข่า) จำนวน 7 ไอโซเลต คือ AG2-1 AG2-3 AG2-4 AG2-5 AG2-6 AS1-6 และ AS1-8 มาศึกษาความหลากหลายของยีน เนื่องจากตรวจพบยีนทั้งหมด และมีเชื้อจำนวน 3 ไอโซเลต คือ AG2-1 AG2-5 และ AG2-6 แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี เมื่อทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มเติม พบว่า AG2-1 AG2-5 และ AG2-6 แสดงทั้งฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคมาลาเรีย ฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งปอด และเซลล์มะเร็งช่องปาก โดยผลการศึกษาคความหลากหลายของยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 โดยสร้างแผนภาพ phylogenetic tree พบว่า *Streptomyces* จำนวน 4 ไอโซเลต ได้แก่ AG2-1 AG2-5 AG2-6 และ AS1-6 มีความหลากหลายของยีนสูง โดยมียีนที่มีลำดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกันไม่ต่ำกว่า 6 โคลนในหนึ่งไอโซเลต

จากผลการศึกษาพบว่าพืชวงศ์ขิงเป็นแหล่งของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และยังเป็นแหล่งของเชื้อที่ไม่เคยมีการค้นพบมาก่อน นอกจากนี้เชื้อจุลินทรีย์ที่พบยังมีศักยภาพในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มโพลีคีไทด์อีกด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมและการหาฤทธิ์ทางชีวภาพใหม่ๆ ด้วย

งานวิจัยนี้ได้เก็บรวบรวมสายพันธุ์ ข้อมูลของฤทธิ์ทางชีวภาพในด้านต่างๆ และความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสียที่พบจากพืชวงศ์ขิง รวมถึงห้องสมุดของยีนโพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการสร้างสารประกอบในกลุ่มโพลีคีไทด์จาก *Streptomyces* ที่แยกได้จากข่า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยด้านอื่นเช่นทางด้านเภสัชศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์สาธารณสุขต่อไปได้

บรรณานุกรม

- Ab-Satah, K.M. 1996. "Amphotericin B: an update, Br." *J Biomed Sci.* 53 : 122-133.
- Alexander, M. 1977. **Introduction to soil microbiology**, 2nd ed. John Wiley and sons, Inc. New York, USA.
- Altschul, S.F., Madden, T.L., Schäffer, A.A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W. and Lipman, D.J. 1997. "Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs." *Nucleic Acids Res.* 25 : 3389-402.
- Ara, I. and Kudo, T. 2007. "*Sphaerosporangium* gen. nov., a new member of the family *Streptosporangiaceae*, with descriptions of three new species as *Sphaerosporangium melleum* sp. nov., *Sphaerosporangium rubeum* sp. nov. and *Sphaerosporangium cinnabarinum* sp. nov., and transfer of *Streptosporangium viridialbum* Nonomura and Ohara 1960 to *Sphaerosporangium viridialbum* comb. nov." *Actinomycetologica.* 21 : 11-21.
- Arai, T. 1975. **Culture Media for Actinomycetes.** Tokyo : The Society for Actinomycetes.
- Asolkar, L.V., Kakkar, K.K. and Chakre, O.J. 1992. **Second Supplement to Glossary of Indian Medicinal Plants with Active Principles Part I (A-K).** New Delhi : Publications and Informations Directorate (CSIR).
- Baranasic, D., Gacesa, R., Starcevic, A., Zucko, J., Blažič, M., Horvat, M., Gjuračić, K., Fujs, S., Hranueli, D., Kosec, G., Cullum, J. and Petković, H. 2013. "Draft Genome Sequence of *Streptomyces rapamycinicus* Strain NRRL 5491, the Producer of the Immunosuppressant Rapamycin." *Genome Announc.* 1(4) : e00581-13.
- Bérdy, J. 2005. "Bioactive microbial metabolites." *J Antibiot.* 58 : 1-26.
- Bieber, B., Nuske, J., Ritzau, M. and Grafe, U. 1998. "Alnumycin, a new naphthoquinone antibiotic, produced by an endophytic *Streptomyces* sp." *J Antibiot.* 51 : 381-382.
- Bredholt, H.E., Fjarvik, G.J. and Zotchev, S.B. 2008. "Actinomycetes from sediments in the Trondheim Fjord, Norway: Diversity and biological activity." *Mar Drugs.* 6 : 12-24
- Brien, J.O., Wilson, I., Orton, T. and Pognan, F. 2000. "Investigation of the alamar blue (resazurin) fluorescent dye for the assessment of mammalian cell cytotoxicity." *Eur J Biochem.* 267 : 5421-5426.
- Bull, A.T., Stach, J.E.M., Ward, A.C. and Goodfellow, M. 2005. "Marine actinobacteria: Perspectives, challenges, future directions." *Antonie Van Leeuwenhoek.* 87 : 65-79.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Caffrey, P. 2003. "Conserved amino acid residues correlating with ketoreductase stereospecificity in modular polyketide synthases." *Chembiochem.* 4 : 654-657.
- Callaham, D., Del Tredici, P. and Torrey, J. G. 1978. "Isolation and cultivation *in vitro* of the actinomycete causing root nodulation in *Comptonia*." *Science.* 199 : 899-902.
- Cao, L., Qiu, Z., Dai, X., Tan, H., Lin, Y. and Zhou, S. 2004. "Isolation of endophytic actinomycetes from roots and leaves of banana (*Musa acuminata*) plants and their activities against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*." *World J Microbiol Biotechnol.* 20 : 501-504.
- Cao, L., Qiu, Z., You, J., Tan, H. and Zhou, S. 2005. "Isolation and characterization of endophytic streptomycete antagonists of *Fusarium* wilt pathogen from surface-sterilized banana roots." *FEMS Microbiol Lett.* 247 : 147-152.
- Castillo, U.F., Strobel, G.A., Ford, E.J., Hess, W.M., Porter, H., Jensen, J.B., Albert, H. and Robison, R. 2002. "Munumbicins, wide-spectrum antibiotics produced by *Streptomyces* NRRL 30562, endophytic on *Kennedia nigricans*." *Microbiology.* 148(9) : 2675-2685.
- Changsen, C., Franzblau, S.G. and Palittapongpim, P. 2003. "Improved green fluorescent protein reporter gene-based microplate screening for antituberculosis compounds by utilizing an acetamidase promoter." *Antimicrob Agents Chemother.* 47 : 3682-3687.
- Collins, M.D., Pirouz, T., Goodfellow, M. and Minnikin, D.E. 1977. "Distribution of menaquinones in actinomycetes and corynebacteria." *J Gen Microbiol.* 100 : 221-230.
- Coombs, J.T. and Franco, C.M.M. 2003. "Isolation and identification of actinobacteria from surface-sterilized wheat roots." *Appl Environ Microbiol.* 69 : 5603-5608.
- Coyne, M.S. 1999. **Soil microbiology : An exploratory approach delmar.** An International Thomson Publishing. USA.
- Crawford, D.L., Lynch, J.M., Whipps, J.M. and Ousley, M.A. 1993. "Isolation and characterization of actinomycete antagonists of fungal root pathogen." *Appl Environ Microbiol.* 59 : 3899-3905.
- Cross, T. 1981. "Aquatic actinomycetes: A critical survey of the occurrence, growth and role of actinomycetes in aquatic habitats." *J Appl Bacteriol.* 50 : 397-423.
- Dai, H.Q., Wang, J., Xin, Y.H., Pei, G., Tang, S.K., Ren, B., Ward, A., Ruan, J.S., Li, W.J. and Zhang, L.X. 2010. "*Verrucosipora sediminis* sp. nov., a cyclodipeptide-producing actinomycete from deep-sea sediment." *Int J Syst Evol Microbiol.* 60 : 1807-1812.
- Delin, W. and Larsen, K. 2000. "Zingiberaceae." *Flora of China.* 24 : 322-377.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Desjardins, R.E., Canfield, C.J., Haynes, J.D. and Chulay, J.D. 1979. "Quantitative assessment of antimalarial activity *in vitro* by a semiautomated microdilution technique. *Antimicrob Agents Chemother.* 16 : 710-718.
- Dharmaraj, S. 2010. "Marine *Streptomyces* as a novel source of bioactive substances." *World J Microbiol Biotechnol.* 26 : 2123-2139.
- Donadio, S., Busti, E., Monciardini, P., Bamonte, R., Mazza, P., Sosio, M. and Cavaletti, L. 2005. Sources of polyketides and nonribosomal peptides. In **Biocombinatorial approaches for drug finding**, pp. 19-41. W. Wohlleben, T. Spelling and B. Müller-Tiemann, eds. Berlin: Ernst Schering Research Foundation, Springer.
- Droumev, D. 1983. "Review of antimicrobial growth promoting agents available." *Vet Res Commun.* 7 : 85-99.
- Duangmal, K., Mingma, R., Pathom-Aree, W., Inahashi, Y., Matsumoto, A., Thamchaipenet, A. and Takahashi, Y. 2011. "*Sphaerisporangium siamense* sp. nov., an actinomycete isolated from rubber-tree rhizospheric soil." *J Antibiot.* 64(4) : 293-296.
- Duangmal, K., Thamchaipenet, A., Ara, I., Matsumoto, A. and Takahashi, Y. 2008. "*Kineococcus gynurae* sp. nov., isolated from a Thai medicinal plant." *Int J Syst Evol. Microbiol.* 58 : 2439-2442.
- El-Enshasy, H.A., Mohamed, N.A., Farid, M.A. and El-Diwany, A.I. 2008. "Improvement of erythromycin production by *Saccharopolyspora erythraea* in molasses based medium through cultivation medium optimization." *Bioresource Technol.* 99 : 4263-4268.
- Ezaki, T., Hashimoto, Y. and Yabuuchi, E. 1989. "Fluorometric deoxyribonucleic acid-deoxyribonucleic acid hybridization in microdilution wells as an alternative to membrane filter hybridization in which radioisotopes are used to determine genetic relatedness among bacterial strains." *Int J Syst Bacteriol.* 39 : 224-229.
- Felsenstein, J. 1985. "Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap." *Evolution.* 39 : 783-791.
- Finlay, A.C., Hobby, G.L., P'an, S.Y., Regna, P.P., Routien, J.B., Seeley, D.B., Shull, G.M. Sobin, B.A., Solomons, I.A., Vinson, J.W. and Kane, J.H. 1950. "Terramycin, a new antibiotic." *Science.* 111 : 85.
- Goodfellow, M. and Haynes, J.A. 1984. Actinomycetes in marine sediments. In Ortiz-ortiz, L., Bojalil, L.F. and Yokoleff, V. **Biological, biochemical and biomedical aspects of actinomycetes**. Orlando : Academic press.
- Goodfellow, M. and Williams, S.T. 1983. "Ecology of actinomycetes." *Annu Rev Microbiol.* 37 : 189-216.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Gu, Q., Luo, H.L., Zheng, W., Liu, Z.H. and Huang, Y. 2006. “*Pseudonocardia oroxyli* sp. nov., isolated from *Oroxylum indicum* root.” *Int J Syst Evol Microbiol.* 56 : 2193-2197.
- Gupta, S.K., Banerjee, A.B. and Achari, B. 1976. “Isolation of ethyl-p methoxycinnamate, the major antifungal principle of *Curcuma zedoaria*. *Lloydia.* 39 : 218.
- Hall, T. A. 1999. “BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98 NT.” *Nucleic Acids Symp Ser.* 41 : 95-98.
- Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., Mahaffee, W. F. and Kloepper, J. W. 1997. “Bacterial endophytes in agricultural crops.” *Can J Microbiol.* 43 : 895-914.
- Harvey, B.M., Mironenko, T., Sun, Y., Hong, H., Deng, Z., Leadlay, P. F., Weissman, K.J. and Haydock, S.F. 2007. “Insights into Polyether Biosynthesis from Analysis of the Nigericin Biosynthetic Gene Cluster in *Streptomyces* sp. DSM4137.” *Chem Biol.* 14 : 703-714.
- Hasegawa, S., Meguro, A. Shimizu, M. Nishimura, T. and Kunoh, H. 2006. “Endophytic actinomycetes and their interaction with host plants.” *Actinomycetologica.* 20 : 72-81.
- Hayakawa, K.I. and Nonomura, H. 1988. “Distribution of rare Actinomycetes in Japanese Soils.” *J Ferment Technol.* 66 : 361-373.
- Hayakawa, M. 2008. “Studies on the isolation and distribution of rare actinomycetes in soil.” *Actinomycetologica.* 22 : 12-19.
- He, M., Haltli, B., Summers, M., Feng, X. and Hucul, J. 2006. “Isolation and characterization of meridamycin biosynthetic gene cluster from *Streptomyces* sp. NRRL 30748.” *Gene.* 377 : 109-118.
- He, W., Wu, L., Gao, Q., Du, Y. and Wang, Y. 2006. “Identification of AHBA biosynthetic genes related to geldanamycin biosynthesis in *Streptomyces hygroscopicus* 17997.” *Curr. Microbiol.* 52 : 197-203.
- Hertweck, C. 2009. “The Biosynthetic Logic of Polyketide Diversity.” *Angew Chem Int Ed.* 48 : 4688-4716.
- Hill, A.M. and Staunton, J. 2010. “Type I modular PKS.” 385-452. In Mander, L. and Liu, H.W. **Comprehensive natural products II: chemistry and biology, vol 1.** Oxford : Elsevier.
- Hopwood, D.A., Bibb, M.J., Chater, K.F., Kieser, T., Bruton, C.J., Kieser, H.M., Lydiate, D.J., Smith, C.P., Ward, J.M. and Schrempf, H. 1985. Preparation of Chromosomal, Plasmid and Phage DNA. pp. 70-74. In Hopwood, D.A., Bibb, M.J., Chater, K.F., Kieser, T., Bruton, C.J., Kieser, H.M., Lydiate, D.J., Smith, C.P., Ward J.M. and Schrempf, H. **Genetic Manipulation of *Streptomyces* A Laboratory manual.** UK : Cold Spring Harbor Laboratory Press.

- Hopwood, D.A. and Sherman, D.H. 1990. "Molecular genetics of polyketides and its comparison to fatty acid biosynthesis." *Annu Rev Genet.* 24 : 37-66.
- Horsman, G.P., Van Lanen, S.G. and Shen, B. 2009. "Iterative type I polyketide synthases for enediyne core biosynthesis." *Methods Enzymol.* 459 : 97-112.
- Hranueli, D., Perić, N., Borovića, B., Bogdan, S., Cullum, J., Waterman, P.G. and Hunter, I.S. 2001. "Molecular Biology of Polyketide Biosynthesis." *Food technol biotechnol.* 39(3) : 203-213.
- Igarashi, Y, Ogawa, M., Sato, Y., Saito, N., Yoshida, R., Kunoh, H., Onaka, H. and Furumai, T. 2000. "Fistupyrone, a novel inhibitor of the infection of Chinese cabbage by *Alternaria brassicicola*, from *Streptomyces* sp. TP-A0569." *J Antibiot.* 53(10) :1117-22.
- Igarashi, Y., Trujillo, M.E., Martinez-Molina, E., Miyanaga, S., Obata, T., Sakurai, H., Saiki, I., Fujita, T. and Furumai, T. 2007. "Antitumor anthraquinones from an endophytic actinomycete *Micromonospora lupini* sp. nov." *Bioorg Med Chem Lett.* 17 : 3702-3705.
- Itoh, T., Kudo, T., Parenti, F. and Seino, A. 1989. "Amended description of the genus *Kineosporia*, based on chemotaxonomic and morphological studies. *Int J Syst Bacteriol.* 39 : 168-173.
- Jin Chul, S., Na, Z., Lee, D., Kim, W., Lee, K., Shen, Y. and Paik, S. 2008. "Characterization of Tailoring Genes Involved in the Modification of Geldanamycin Polyketide in *Streptomyces hygroscopicus* JCM4427." *J Microbiol Biotechnol.* 18(6) : 1101-1108.
- Jirovetz, L., Buchbauer, G., Shafi, M.P., Leela, N.K. 2003. "Analysis of the essential oils of the leaves, stems, rhizomes and roots of the medicinal plant *Alpinia galanga* from Southern India." *Acta Pharm.* 53 : 73-81.
- Kaur, H., Gangwar, M. and Kalia, A. 2015. "Diversity of actinomycetes from fodder leguminous plants and their biocontrol potential." *Int J Adv Res.* 3(8) : 1141-1151.
- Kelly, K.L. 1964. **Inter-Society Color Council-National Bureau of Standard Color Name Charts Illustrated with Centroid Colors.** Washington, DC : Government Printing Office.
- Kim, O.S., Cho, Y.J., Lee, K., Yoon, S.H., Kim, M., Na, H., Park, S.C., Jeon, Y.S., Lee, J.H., Yi, H., Won, S. and Chun, J. 2012. "Introducing EzTaxon-e: a prokaryotic 16S rRNA gene sequence database with phylotypes that represent uncultured species." *Int J Syst Evol Microbiol.* 62 : 716-721.
- Komagata, K. and Suzuki, K.I. 1987. "Lipid and cell-wall analysis in bacterial systematics." *Methods Microbiol.* 19 : 161-207.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. 2016. "MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets." *Mol Biol Evol.* 33 : 1870-1874.
- Larsen, K. and Larsen, S.S. 2006. **Gingers of Thailand.** Queen Sirikit Botanic Garden. Thailand.
- Lechevalier, M.P. and Lechevalier, H.A. 1970. "Chemical composition as a criterion in the classification of aerobic actinomycetes." *Int J Syst Evol Microbiol.* 20 : 435-443.
- Lechevalier, M.P., DeBievre, C. and Lechevalier, H.A. 1977. "Chemotaxonomy of aerobic actinomycetes: phospholipid composition." *Biochem Syst Ecol.* 5 : 249-260.
- Li, J., Zhao, G.Z., Huang, H.Y., Zhu, W.Y., Lee, J.C., Kim, C.J., Xu, L.H., Zhang, L.X., Li, W.J. 2010. "*Pseudonocardia rhizophila* sp. nov., a novel actinomycete isolated from a rhizosphere soil." *Antonie Van Leeuwenhoek.* 98(1) : 77-83.
- Liao, Z.L., Tang, S.K., Guo, L., Zhang, Y.Q., Tian, X.P., Jiang, C.L., Xu, L.H. and Li, W.J. 2009. "*Verrucosipora lutea* sp. nov., isolated from a mangrove sediment sample." *Int J Syst Evol Microbiol.* 59 : 2269-2273.
- Lorain, V. 1980. **Antibiotics in laboratory medicine.** Baltimore : The Williams & Wilkins Co.
- Makkar, N.S. and Cross, T. 1982. "Actinoplanetes in soil and on plant litter from freshwater habitats." *J Appl Microbiol.* 52(2) : 209-218.
- Margalith, P. and Beretta, G. 1960. "Rifamycin. XI. Taxonomic study on *Streptomyces mediterranei* nov. sp." *Mycopathol Mycol Appl.* 8 : 321-30.
- Minnikin, D.E., O'Donnell, A.G., Goodfellow, M., Alderson, G., Athalye, M., Schaal, A. and Parlett, J.H. 1984. "An integrated procedure for the extraction of bacterial isoprenoid quinones and polar lipids." *J Microbiol Methods.* 2 : 233-241.
- Minnikin, D.E., Alshamaony, L. and Goodfellow, M. 1975. "Differentiation of *Mycobacterium*, *Nocardia* and related taxa by thin-layer chromatographic analysis of whole-organism methanolysates." *J Gen Microbiol.* 88 : 200-204.
- Miyadoh, S. 1997. **Atlas of Actinomycetes.** The Society for Actinomycetes Japan. Asakura Publishing.
- Negi, P.S., Jayaprakasha, G.K., Jagan, L., Mohan, R. and Sakariah, K.K. 1999. "Antibacterial activity of turmeric oil: a byproduct from curcumin." *J Agric Food Chem.* 47 : 4297-4300.
- Nguefack, J., Leth, V., Amvam Zollo, P.H., Mathur, S.B. 2004. "Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling food spoilage and mycotoxin producing fungi." *Int J Food Microbiol.* 94 : 329-334.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Niemhom, N., Chutrakul, C., Suriyachadkun, C. and Thawai, C. 2016a. “*Asanoa endophytica* sp. nov., an endophytic actinomycete isolated from the rhizome of *Boesenbergia rotunda*.” *Int J Syst Evol Microbiol.* 66 : 1377-1382.
- Niemhom, N., Chutrakul, C., Suriyachadkun, C. and Thawai, C. 2016b. “*Phytohabitans kaempferiae* sp. nov., an endophytic actinomycete isolated from the leaf of *Kaempferia larsenii*.” *Int J Syst Evol Microbiol.* 66 : 2917-2922.
- Niemhom, N., Chutrakul, C., Suriyachadkun, C. and Thawai, C. 2017. “*Nonomuraea stahlianthi* sp. nov., an endophytic actinomycete isolated from the stem of *Stahlianthus campanulatus*.” *Int J Syst Evol Microbiol.* 67 : 2879-2884.
- Norajit, K., Laohakunjit, N. and Kerdchoechuen, O. 2007. “Antibacterial Effect of Five *Zingiberaceae* Essential Oils.” *Molecules.* 12 : 2047-2060.
- Oshima, K., Hattori, M., Shimizu, H., Fukuda, K., Nemoto, M. Inagaki, K. and Tamura, T. 2015. “Draft Genome Sequence of *Streptomyces incarnatus* NRRL8089, which Produces the Nucleoside Antibiotic Sinefungin.” *Genome Announc.* 3(4) : e00715-15.
- Parrot, D., Peresse, T., Hitti, E., Carrie, D., Grube, M. and Tomasi, S. 2015. “Qualitative and spatial metabolite profiling of lichens by a LC-MS approach combined with optimised extraction.” *Phytochem Anal.* 26 : 23-33.
- Passari, A.K., Mishra, V.K., Saikia, R., Gupta, V.K. and Singh, B.P. 2015. “Isolation, abundance and phylogenetic affiliation of endophytic actinomycetes associated with medicinal plants and screening for their *in vitro* antimicrobial biosynthetic potential.” *Front Microbiol.* 6 : 273-285.
- Petrolini, B., Quaroni, S., Saracchi, M. and Sardi, P. 1996. “Studies on the streptomycete population inhabiting plant roots.” *Actinomycetes.* 7 : 66-78.
- Rascher, A., Hu, Z., Buchanan, G.O., Reid, R. and Hutchinson, C.R. 2005. “Insights into the Biosynthesis of the Benzoquinone Ansamycins Geldanamycin and Herbimycin, Obtained by Gene Sequencing and Disruption.” *Appl Environ Microbiol.* 71(8) : 4862-4871.
- Ridley, C.P. and Khosla, C. 2009. “Polyketides.” 472-481. In Schaechter, M. **Encyclopedia of Microbiology.** London : Academic Press.
- Rohr, J. and Hertweck, C. 2010. Type II PKS, pp. 227-303. In L. Mander and H.W. Liu, eds. *Comprehensive natural products II: Chemistry and biology, vol I.* Oxford : Elsevier.
- Saini, P., Gangwar, M., Kalia, A., Singh, N. and Narang, D. 2016. “Isolation of endophytic actinomycetes from *Syzygium cumini* and their antimicrobial activity against human pathogens.” *Journal of Applied and Natural Science.* 8(1) : 416-422.

- Saitou, N. and Nei, M. 1987. "The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees." *Mol Biol Evol.* 4 : 406-425.
- Sambrook, J. and Russell, D.W. 2001. **Molecular Cloning: a Laboratory Manual**. 3rd ed. New York : Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Sardi, P., Saracchi, M., Quaroni, S., Petrolini, B., Borgonovi, E. and Merli, S. 1992. "Isolation of endophytic *Streptomyces* strains from surface-sterilized roots." *Appl Environ Microbiol.* 58 : 2691-2693.
- Sasser, M. 1990. **Identification of Bacteria by Gas Chromatography of Cellular Fatty Acids (MIDI Technical Note 101)**. Newark, DE : MIDI.
- Scartezzini, P. and Speroni, E. 2000. "Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity." *J Ethnopharmacol.* 71 : 23-43.
- Sekiwa, Y., Kubota, K. and Kobayashi, A. 2000. "Isolation of novel glucosides related to gingerdiol from ginger and their antioxidative activities." *J Agric Food Chem.* 48 : 373-377
- Shirling, E.B. and Gottlieb, D. 1966. "Methods for characterization of *Streptomyces* species." *Int J Syst Bacteriol.* 16 : 313-340.
- Simpson, T.J. 1995. "Polyketide biosynthesis." *Chem Ind.* 11 : 407-411.
- Sneader, W. 2005. **Drug discovery : A history**. John Wiley & Sons. UK.
- Srimal, R.C., Sharma, S.C. and Tandon, J.S. 1984. "Antiinflammatory and other pharmacological effects of *Hedychium spicatum*." *Indian J Pharmacol.* 16 : 143.
- Staunton, J. and Weissman, K. J. 2001. "Polyketide biosynthesis: a millennium review." *Nat Prod Rep.* 18 : 380-416.
- Sun, Y., Hong, H., Sambosky, M., Mironenko, T., Leadlay, P.F. and Haydock, S.F. 2006. "Organization of the biosynthetic gene cluster in *Streptomyces* sp. DSM 4137 for the novel neuroprotectant polyketide meridamycin." *Microbiology.* 152 : 3507-3515.
- Suriyachadkun, C., Chunhametha, S., Thawai, C., Tamura, T., Potacharoen, W., Kirtikara, K. and Sanglier, J.J. 2009. "*Plansotetraspora thailasndica* sp. nov., isolated from soil in Thailand." *Int J Syst Evol Microbiol.* 59 : 992-997.
- Taechowisan, T., Peberdy, J. F. and Lumyong, S. 2003. "Isolation of endophytic actinomycetes from selected plants and their antifungal activity." *World J Microbiol Biotechnol.* 19 : 381-385.
- Takahashi, Y., Matsumoto, A., Seino, A., Ueno, J., Iwai, Y. and Omura, S. 2002. "*Streptomyces avermectinius* sp. Nov., an avermectin-producing strains." *Int J Syst Evol MiCrobiol.* 52 : 2163-2168.

- Tamaoka, J. and Komagata, K. 1984. "Determination of DNA base composition by reversed-phase high-performance liquid chromatography." *FEMS Microbiol Lett.* 25 : 25-128.
- Tamaoka, J. 1994. "Determination of DNA Base Composition." 463-470. In Goodfellow, M. and O'Donnell A. G. (eds.), **Chemical Methods in Prokaryotic Systematics**. Chichester : John Wiley and Sons.
- Tamura, T. and Sakane, T. 2005. "*Asanoa iriomotensis* sp. nov., isolated from mangrove soil." *Int J Syst Evol Microbiol.* 55 : 725-727.
- Thompson, J.D., Higgins, D.G. and Gibson, T.J. 1994. "CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice." *Nucleic Acids Res.* 22 : 4673-4680.
- Tian, X.L., Cao, L.X. Tan, H.M. Zeng, Q.G. Jia, Y.Y., Han, W.Q. and Zhou, S.N. 2004. "Study on the communities of endophytic fungi and endophytic actinomycetes from rice and their antipathogenic activities *in vitro*." *World J Microbiol Biotechnol.* 20 : 303-309.
- Trager, W. and Jensen, J.B. 1976. "Human malaria parasites in continuous culture." *Science.* 193 : 673-675.
- Trcek, J. and Teuber, M. 2002. "Genetic and restriction analysis of the 16S-23S rDNA internal transcribed spacer regions of the acetic acid bacteria." *FEMS Microbiol Lett.* 19 : 69-75.
- Van Lanen, S.G. and Shen, B. 2008. "Biosynthesis of enediyne antitumor antibiotics." *Curr Top Med Chem.* 8 : 448-459.
- Vega, V.L. and Majo, A.D. 2003. "Geldanamycin Treatment Ameliorates the Response to LPS in Murine Macrophages by Decreasing CD14 Surface Expression." *Molecular Biology of the Cell.* 14 : 764-773.
- Velayudhan, K.C., Muralidharan, V.K., Amalraj, V.A., Rana, R.S., Singh, B. and Thomas, T.A. 1994. **Genetic resources of *Curcuma***. NBPGR : Thrissur.
- Verceisi, A. and Nasini, G. 1992. "Biological and chemical characterization of the antibiotic activity of *Streptomyces* species isolated from grapevine carposphere." *Actinomycetes.* 3 : 12-18.
- Verlander, C.P. 1992. "Detection of horseradish peroxidase by colorimetry." 185-201. In Kricka, L.J. **Nonisotopic DNA Probe Techniques**. New York : Academic Press.
- Vezina, C., Kudelski, A. and Sehgal, S.N. 1975. "Rapamycin (AY-22,989), a new antifungal antibiotic. I. Taxonomy of the producing streptomycete and isolation of the active principle." *J Antibiot.* 28 : 721-726.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Waksman, S.A. 1959. **The Actinomycetes: Isolation, identification, cultivation and preservation.** Baltimore : Williams and Wilkins Company.
- Walsh, T.J. and Giri. N. 1997. "Pradimicins: a novel class of broad-spectrum antifungal compounds." *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 16 : 93-97.
- Wayne, L.G., Brenner, D.J., Colwell, R.R., Grimont, P.A.D., Kandler, O., Krichevsky, M.I., Moore, L.H., Moore, W.E.C., Murray, R.G.E., Stackebrandt, E., Starr, M.P. and Trüper, H.G. 1987. "Report of the Ad Hoc Committee on Reconciliation of Approaches to Bacterial Systematics." *Int J Syst Bacteriol.* 37 : 463-464.
- Weiss, R.B. 1992. "The anthracyclines: will we ever find a better doxorubicin." *Semin Oncol.* 19 : 670-686.
- Williams, S.T., Sharpe, M.E. and Holt, J.G. 1989. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology.** Volume 4, Lippincott Williams and Wilkins Co., Baltimore.
- Wilken, R., Veena, M.S., Wang, M.B. and Srivatsan, E.S. 2011. "Curcumin: A review of anti-cancer properties and therapeutic activity in head and neck squamous cell carcinoma." *Molecular Cancer.* 1-19.
- Xu, W., Zhai, G., Liu, Y., Li, Y., Shi, Y., Hong, K., Hong, H., Leadlay, P.F., Deng, Z. and Sun, Y. 2017. "An Iterative Module in the Azalomycin F Polyketide Synthase Contains a Switchable Enoylreductase Domain *Angew.*" *Chem Int Ed.* 56 : 5503-5506.
- Yang, H., Zhang, Z., Yan, R., Wang, Y. and Zhua, D. 2014. "Draft Genome Sequence of *Streptomyces* sp. Strain PRh5, a Novel Endophytic Actinomycete Isolated from Dongxiang Wild Rice Root." *Genome Announc.* 2(2) : e00012-14.
- Zhao, G.Z., Li, J., Huang, H.Y., Zhu, W.Y., Xu, L.H. and Li, W.J. 2011. "*Nonomuraea rhizophila* sp. nov., an actinomycete isolated from rhizosphere soil." *Int J Syst Evol Microbiol.* 61(9) : 2141-2145.
- Zhao, K., Penttinen, P., Guan, T., Xiao, J., Chen, Q., Xu, J., Lindstrom, Km., Zhang, L., Zhang, X., Strobel, G.A. 2011. "The diversity and anti-microbial activity of endophytic actinomycetes isolated from medicinal plants in Panxi Plateau, China." *Curr Microbiol.* 62 : 182-190.
- Zheng, G.Q., Kenney, P.M. and Lam, L.K.T. 1993. "Potential anti-carcinogenic natural products from lemongrass oil and galanga root oil." *J Agric Food Chem.* 41(2) : 153-156.
- Zhi, X.Y., Li, W.J. and Stackebrandt, E. 2009. "An update of the structure and 16S rRNA gene sequence-based definition of higher ranks of the class *Actinobacteria*, with the proposal of two new suborders and four new families and emended descriptions of the existing higher taxa." *Int J Syst Evol Microbiol.* 59 : 589-608.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก อาหารเลี้ยงเชื้อ

Starch casein agar (SCA)

Soluble starch	10	กรัม
KNO ₃	2	กรัม
Casein	0.3	กรัม
K ₂ HPO ₄	2	กรัม
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.05	กรัม
NaCl	2	กรัม
CaCO ₃	0.02	กรัม
FeSO ₄ .7H ₂ O	0.01	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.0		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Humic acid-vitamin (HV) agar (สูตรดัดแปลง)

Humic acid (ละลายใน 0.2 N NaOH ปริมาตร 10 มิลลิลิตร)	1	กรัม
Yeast extract	0.05	กรัม
Casamino acids	0.02	กรัม
Na ₂ HPO ₄	0.2	กรัม
KCl	1.7	กรัม
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.05	กรัม
CaCl ₂	0.01	กรัม
Trace elements mix 1	0.2	มิลลิลิตร
Agar	18	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.0		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		
ทิ้งไว้ให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วเติม vitamin mix A1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร		

Soil extract agar (สูตรดัดแปลง)

CaSO ₄ .2H ₂ O	0.5	กรัม
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	0.25	กรัม
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.05	กรัม
K ₂ SO ₄	0.03	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KH_2PO_4	0.02	กรัม
NaHCO_3	0.1	กรัม
Trace element mix 1	0.3	มิลลิลิตร
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.02	กรัม
Yeast extract	0.1	กรัม
Casamino acids	0.1	กรัม
Glucose	0.2	กรัม
Soil extract	100	มิลลิลิตร
Agar	18	กรัม
น้ำกลั่น	900	มิลลิลิตร

pH 7.0

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ทิ้งไว้ให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วเติม vitamin mix A1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

Soil extract

Humic soil	1	กิโลกรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		
กรองด้วยสำลีและทำให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (นำส่วนใสไปใช้)		

Trace elements mix 1

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	4.0	กรัม
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.0	กรัม
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	0.1	กรัม
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5.0	กรัม
KI	0.05	กรัม
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.5	กรัม
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.2	กรัม
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2.0	กรัม
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.05	กรัม
H_2SO_4 (95-97% p.a.)	1.0	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

Vitamin Mix A1

p-aminobenzoic acid	0.05	กรัม
Calcium pantothenate	0.05	กรัม
Inositol	0.05	กรัม
Niacin	0.05	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pyridoxin HCl	0.05	กรัม
Riboflavin	0.05	กรัม
Thiamine HCl	0.05	กรัม
Biotin	0.025	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร
กรองด้วยแผ่นกรองขนาด 0.2 ไมโครเมตร		

Yeast extract - malt extract agar (ISP 2)

Yeast extract	4	กรัม
Malt extract	10	กรัม
Glucose	4	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.3		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Oatmeal agar (ISP 3)

Oatmeal	20	กรัม
Tract salts solution	1	มิลลิลิตร
Agar	18	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.2		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Inorganic salts - starch agar (ISP 4)

Soluble starch	10	กรัม
K_2HPO_4	1	กรัม
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	1	กรัม
NaCl	1	กรัม
$(NH_4)_2SO_4$	2	กรัม
$CaCO_3$	2	กรัม
Trace salts solution	1	มิลลิลิตร
Agar	20	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.0-7.4		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Glycerol - asparagine agar (ISP 5)

L-asparagine	1	กรัม
Glycerol	10	กรัม
K ₂ HPO ₄	1	กรัม
Trace salts solution	1	มิลลิลิตร
Agar	20	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.0-7.4		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Peptone - yeast extract iron agar (ISP 6)

Peptone iron agar (Difco)	36	กรัม
Yeast extract	1	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.0-7.2		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Tyrosine agar (ISP 7)

Glycerol	15	กรัม
L-tyrosine	0.5	กรัม
L- asparagine	1	กรัม
K ₂ HPO ₄	0.5	กรัม
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5	กรัม
NaCl	0.5	กรัม
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.01	กรัม
Trace salts solution	1	มิลลิลิตร
Agar	20	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.2-7.4		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Trace salts solution

FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.1	กรัม
MnCl ₂ ·4H ₂ O	0.1	กรัม
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Czapek's sucrose agar

Sucrose	30	กรัม
K ₂ HPO ₄	1	กรัม
MgSO ₄	0.5	กรัม
KCl	0.5	กรัม
FeSO ₄	0.01	กรัม
Agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.0-7.2		

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Glucose asparagine agar

Glucose	10	กรัม
Asparagine	0.5	กรัม
K ₂ HPO ₄	0.5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 6.8-7.0		

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Nutrient agar (Difco)

Beef Extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 6.8		

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Bouillon gelatin broth

Peptone	1	กรัม
Meat extract	0.5	กรัม
NaCl	0.5	กรัม
Gelatin	15	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร
pH 7.0-7.2		

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Peptone KNO₃ broth

Peptone	10	กรัม
KNO ₃	1	กรัม
NaCl	5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

pH 7.0

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Peptonization and Coagulation test medium

Skim milk (Difco)	10	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

Carbon utilization medium (ISP 9)Carbon sources

Carbohydrate	10	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

Pridham and Gottlieb trace salts

CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.64	กรัม
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.11	กรัม
MnCl ₂ ·4H ₂ O	0.79	กรัม
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.15	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

Basal mineral salts agar

(NH ₄) ₂ SO ₄	2.64	กรัม
KH ₂ PO ₄ ·anhydrous	2.38	กรัม
K ₂ HPO ₄ ·3H ₂ O	5.65	กรัม
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1	กรัม
Pridham and Gottlieb trace salts	1	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	900	มิลลิลิตร
Agar	15	กรัม

pH 6.8-7.0

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ทิ้งไว้ให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วเติม carbohydrate ที่ปราศจากเชื้อ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงใน basal mineral salts agar

Mueller Hinton agar (Difco)

Beef extract powder	2.0	กรัม
Acid digest of casein	17.5	กรัม
Starch	1.5	กรัม
Agar	17.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.3		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Sabouraud dextrose agar (Difco)

Pancreatic digest of casein	5	กรัม
Peptic digest of animal tissue	5	กรัม
Dextrose	40	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 5.6		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

Luria-Bertani (LB) agar

Tryptone	10	กรัม
Yeast extract	5	กรัม
NaCl	5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
pH 7.0		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

ภาคผนวก ข สารเคมี

Nitrate reduction test reagent

Sulphanilic acid solution

Sulphanilic acid	0.8	กรัม
5 N Acetic acid	100	มิลลิลิตร

ละลาย Sulphanilic acid ใน 5 N Acetic acid โดยใช้ความร้อน

N,N-dimethyl-1-naphthylamine solution

N,N-dimethyl-1-naphthylamine	0.5	กรัม
5 N Acetic acid	100	มิลลิลิตร

ละลาย N,N-dimethyl-1-naphthylamine ใน 5 N Acetic acid โดยใช้ความร้อน

DON reagent

2,7-Dihydroxynaphthalene	10	มิลลิกรัม
Conc. H ₂ SO ₄	50	มิลลิลิตร

ละลาย 2,7-dihydroxynaphthalene ใน conc. H₂SO₄ จะได้สารละลายสีเหลือง หุ้มภาชนะที่บรรจุด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ เก็บไว้ข้ามคืนในที่มืด สารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นไม่มีสี

Aniline phthalate

Phthalic acid	3.25	กรัม
Water-saturated n-butanol	100	มิลลิลิตร
Aniline	2	มิลลิลิตร

Phosphomolybdic acid

Phosphomolybdic acid	10	กรัม
Absolute ethanol	100	มิลลิลิตร

Dittmer and Lester reagent

Solution A

Molybdic anhydride (MoO ₃)	4.011	กรัม
25 N H ₂ SO ₄	100	มิลลิลิตร

ละลาย MoO₃ ใน 25N H₂SO₄ โดยใช้ความร้อน

Solution B

Molybdic anhydride (MoO ₃)	0.178	กรัม
Solution A	50	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลาย molybdic anhydride ใน solution A โดยใช้ความร้อนและต้มให้เดือดเป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งให้เย็น เทแยกส่วนที่ตกตะกอนทิ้ง ก่อนใช้ผสม solution A ปริมาตร 50 มิลลิลิตร กับ solution B ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

Ninhydrin reagent

Ninhydrin	0.4	กรัม
Water-saturated n-butanol	100	มิลลิลิตร

Anisaldehyde reagent

Ethanol	90	มิลลิลิตร
H ₂ SO ₄	5	มิลลิลิตร
p-Anisaldehyde	5	มิลลิลิตร
Acetic acid	1	มิลลิลิตร

Dragendorff reagent

<u>Solution A</u>		
Basic bismuth nitrate	1.7	กรัม
Acetic acid	20	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	80	มิลลิลิตร
<u>Solution B</u>		
KI	40	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

ก่อนใช้ผสม solution A ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กับ solution B ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ acetic acid ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

Reagent 1: Cellular fatty acid analysis (Saponification reagent)

Sodium hydroxide	15	กรัม
Methanol (HPLC grade)	50	มิลลิลิตร
Milli-Q water	50	มิลลิลิตร

ละลาย sodium hydroxide ใน Milli-Q water แล้วจึงเติม methanol

Reagent 2: Cellular fatty acid analysis (Methylation reagent)

6 N Hydrochloric acid	65	มิลลิลิตร
Methanol (HPLC grade)	55	มิลลิลิตร
pH ต้องต่ำกว่า 1.5		

Reagent 3: Cellular fatty acid analysis (Extraction solvent)

n-Hexane (HPLC grade)	50	มิลลิลิตร
Methyl-tert-Butyl Ether (HPLC grade)	50	มิลลิลิตร

Reagent 4: Cellular fatty acid analysis (Base wash)

Sodium hydroxide	1.2	กรัม
Milli-Q water	100	มิลลิลิตร

Reagent 5: Cellular fatty acid analysis (Saturated sodium chloride)

Sodium chloride	40	กรัม
Milli-Q water	100	มิลลิลิตร

TE buffer

10 mM Tris-HCl, pH 8.0
 1 mM EDTA-Na₂, pH 8.0
 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

10% SDS

Sodium dodecyl sulphate 10 กรัม
 น้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 100 มิลลิลิตร

Phenol:Chloroform (1:1, v/v)

Phenol (liquid) 100 มิลลิลิตร
 Chloroform 100 มิลลิลิตร

หลอมผลึก phenol ให้เป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่อง water bath แล้วผสมกับ chloroform ในอัตราส่วน 1:1 (v/v) เก็บรักษาสารละลายไว้ในขวดสีชา

20X SSC buffer

3 M NaCl
 0.1 M Tri-sodium citrate
 pH 7.2 (ใช้ NaOH)
 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1X SSC buffer

20X SSC 5 มิลลิลิตร
 น้ำกลั่น 95 มิลลิลิตร
 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.1X SSC buffer

1X SSC	10	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	90	มิลลิลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

0.2X SSC buffer

1X SSC	20	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	80	มิลลิลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Nuclease P₁ solution

Nuclease P1	0.1	มิลลิกรัม
40 mM CH ₃ COONa + 12 mM ZnSO ₄ , pH5.3	1	มิลลิลิตร

เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Alkaline phosphatase solution

Alkaline phosphatase	2.4	units
0.1 M Tris-HCl, pH 8.0	1	มิลลิลิตร

เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

0.8% Agarose gel (ย้อมด้วย SYBR[®] Safe DNA gel stain)

Agarose	0.08	กรัม
0.5X TBE buffer	10	มิลลิลิตร
SYBR [®] Safe DNA gel stain	0.5	ไมโครลิตร

เติม agarose 0.08 กรัม ลงใน 0.5X TBE buffer ปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วให้ความร้อนด้วย microwave oven จากนั้นตั้งทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส จึงเติม SYBR[®] Safe DNA gel stain ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร ลงไปในสารละลาย

0.5x TBE buffer (Invitrogen)

50 mM Tris
45 mM boric acid
0.5 mM EDTA
pH 8.4

RNase A solution

RNase A	20	มิลลิกรัม
0.15 M NaCl	10	มิลลิลิตร

ละลาย RNase A ใน 0.15 M NaCl แล้วต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5-10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ -20 องศาเซลเซียส

RNase T₁ solution

RNase T ₁	80	ไมโครลิตร
0.1 M Tris-HCl, pH 7.5	10	มิลลิลิตร

เติม RNase T₁ ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ลงใน 0.1 M Tris-HCl (pH 7.5) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ -20 องศาเซลเซียส

Proteinase K solution

Proteinase K	4	มิลลิกรัม
50 mM Tris-HCl, pH 7.5	1	มิลลิลิตร

เตรียมใหม่ก่อนใช้

Prehybridization solution

20X SSC	1	มิลลิลิตร
50X Denhardt' solution	1	มิลลิลิตร
Denatured salmon sperm DNA (10 mg/ml)	0.1	มิลลิลิตร
Formamide	5	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	2.9	มิลลิลิตร

Hybridization solution

Distilled water	2.8	มิลลิลิตร
Dextran sulfate	0.25	กรัม
20X SSC	1	มิลลิลิตร
50X Denhardt' solution	1	มิลลิลิตร
Denatured salmon sperm DNA (10 mg/ml)	0.1	มิลลิลิตร
Formamide	5	มิลลิลิตร

Solution I

Bovine serum albumin (Fraction V)	0.25	กรัม
Triton X-100	50	ไมโครลิตร
1X PBS	50	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solution II

Streptavidin-POD	1	ไมโครลิตร
Solution I	4	มิลลิลิตร

Solution III

3,3',5,5'-Tetramethylbenzidine (TMB) (10 mg/ml in DMFO)	100	ไมโครลิตร
0.3% H ₂ O ₂	100	ไมโครลิตร
0.1 M Citric acid + 0.2 M Na ₂ HPO ₄ in 10% DMFO, pH 6.2	5	มิลลิลิตร

Denatured salmon sperm DNA

Salmon sperm DNA	10	มิลลิกรัม
TE buffer	1	มิลลิลิตร

ละลาย Salmon sperm DNA น้ำหนัก 10 มิลลิกรัม ใน TE buffer ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นลงทันทีโดยแช่ในน้ำแข็ง แล้วนำไปเข้าเครื่อง sonicator นาน 3 นาที

100x denhardt solution

Bovine serum albumin (fraction V)	2	กรัม
Polyvinylpyrrolidone	2	กรัม
Ficoll 400	2	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

0.1 M Tris-HCl buffer pH 9.0

Tris-HCl	1.576	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร
pH 9.0		

1X PBS

Na ₂ HPO ₄ (8 mM)	1.15	กรัม
KH ₂ PO ₄ (1.5 mM)	0.2	กรัม
NaCl (137 mM)	8.0	กรัม
KCl (2.7 mM)	0.2	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

pH 7.0

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2X PBS

Na_2HPO_4 (8 mM)	1.15	กรัม
KH_2PO_4 (1.5 mM)	0.2	กรัม
NaCl (137 mM)	8.0	กรัม
KCl (2.7 mM)	0.2	กรัม
น้ำกลั่น	500	มิลลิลิตร
pH 7.0		
นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที		

1X TAE buffer

40 mM Tris, pH 7.6
20 mM acetic acid
1 mM EDTA

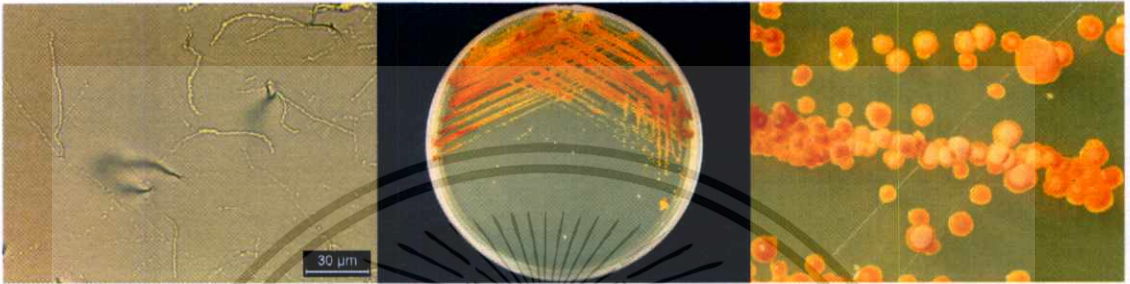


ภาคผนวก ค

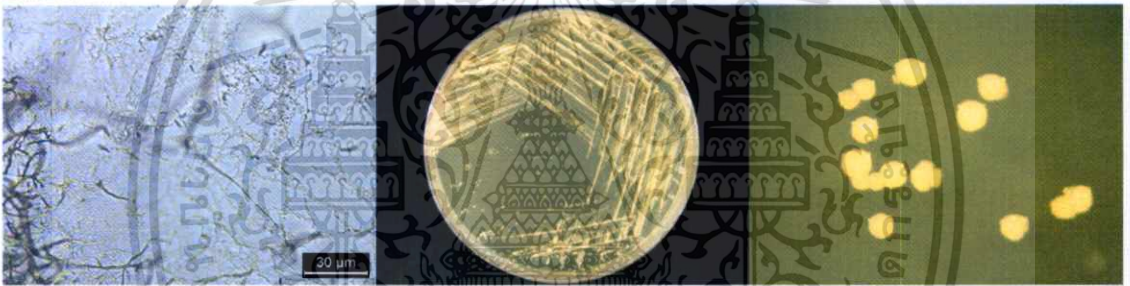
ลักษณะสปอร์เมื่อเจริญบนอาหาร soil extract agar และโคโลนีเมื่อเจริญบนอาหาร ISP2 ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสิตที่แยกได้

1. สกุล *Jiangella*

KE2-3



ZM2-6



2. สกุล *Asanoa*

BR3-1



3. สกุล *Dactylosporangium*

KE1-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำออกไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

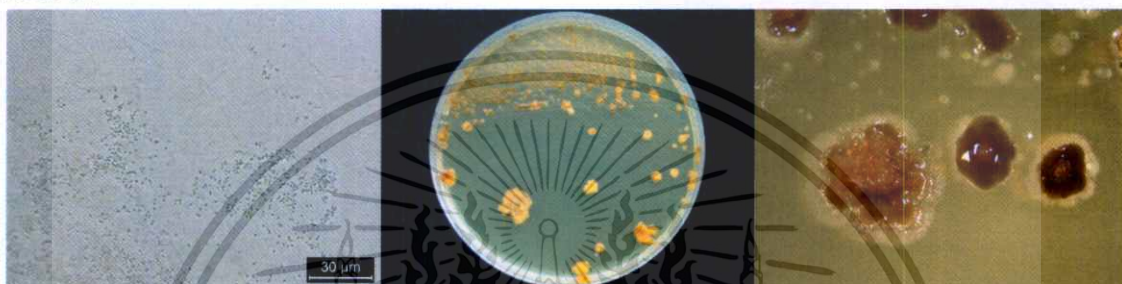
คำ

4. สกุล *Jishengella*

AN1-5



AN1-14



AP1-2



AX1-4

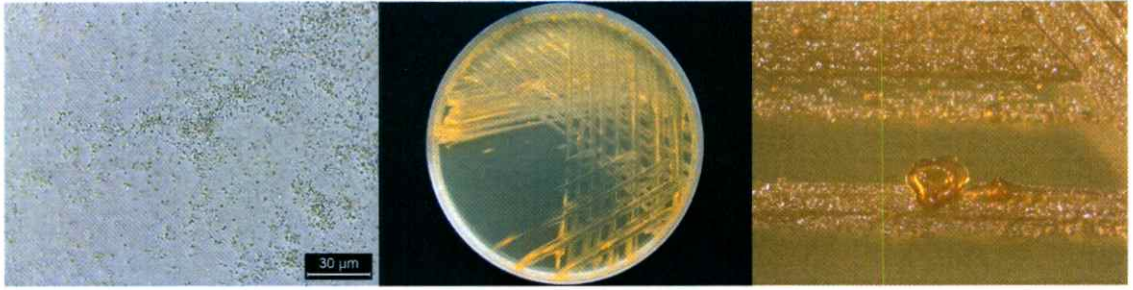


CL2-1

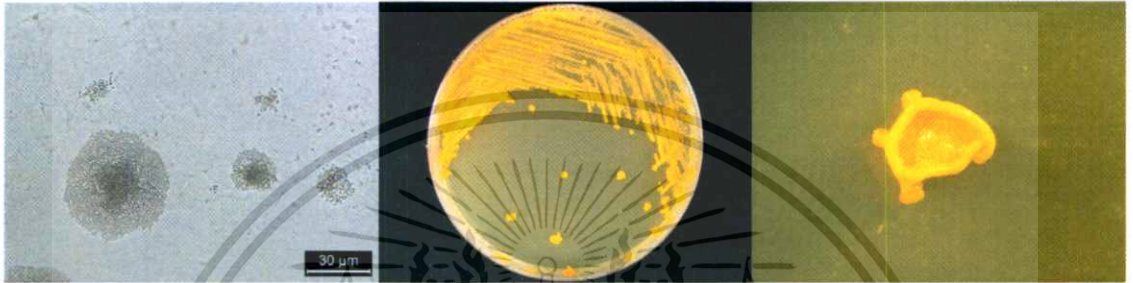


เอกสารฉบับเอกสารทสลงวนเวลาสำหรับกรเซงานเพอการศกษาแทนน เมอณูญาดเตนาเปไซบระเฮจนตานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL2-5



CP1-1

5. สกุล *Micromonospora*

AN1-19



AN1-32



AN1-37



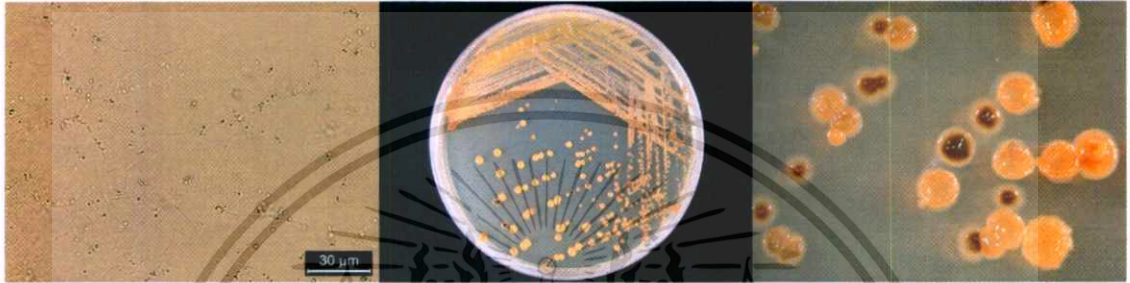
เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

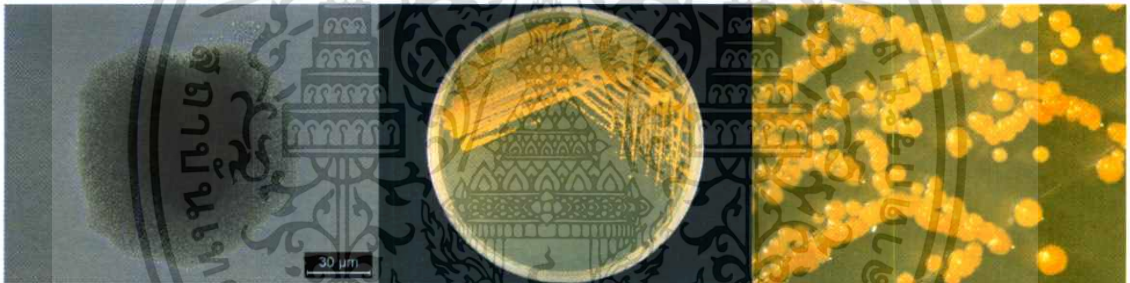
AN2-6



AN3-10



AP1-5



CZ1-1



KG1-3

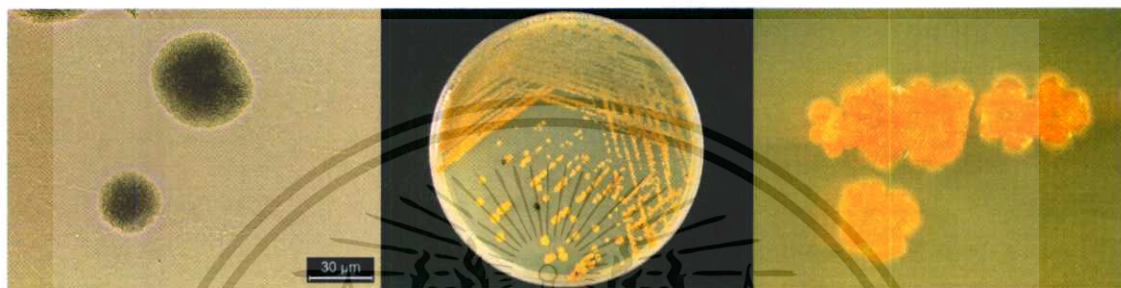


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

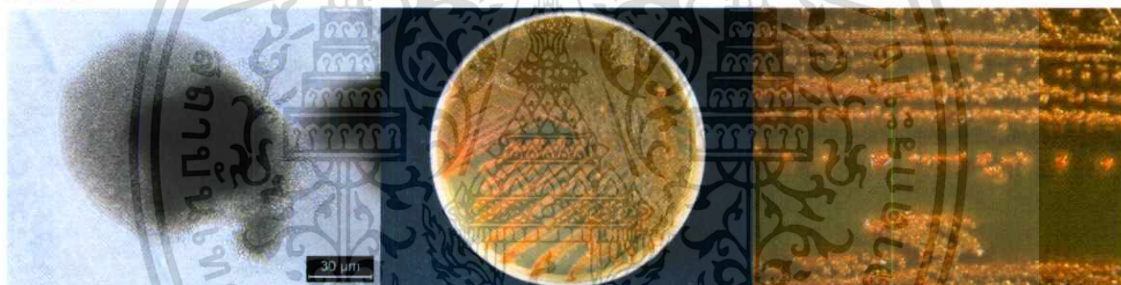
KK1-2



SC1-2



ZM2-2

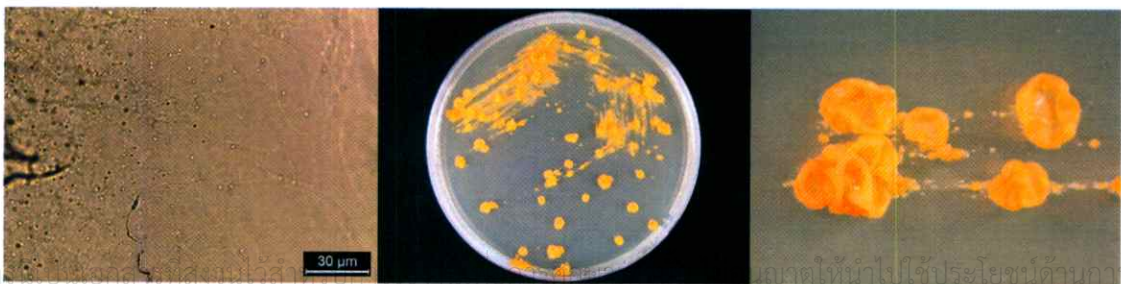


ZO1-2



6. สกุล *Phytoh abitans*

KK1-3



เอกสาร

คุณต๋อไม่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สกุล *Kutzneria*

BR3-4

8. สกุล *Saccharopolyspora*

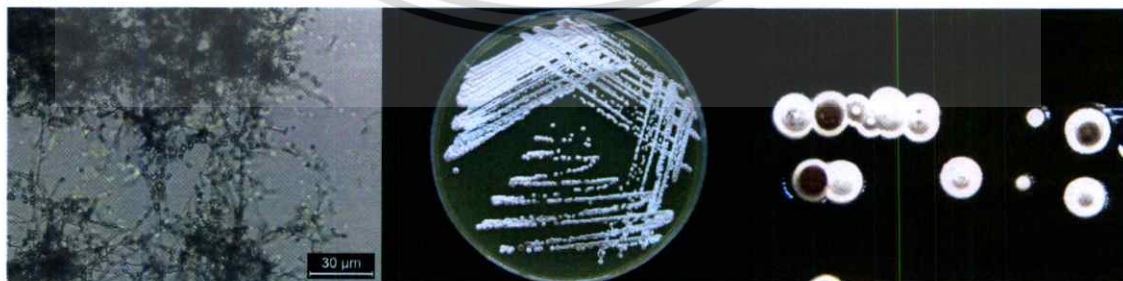
AK1-2

9. สกุล *Microbispora*

AN2-5



AN2-7

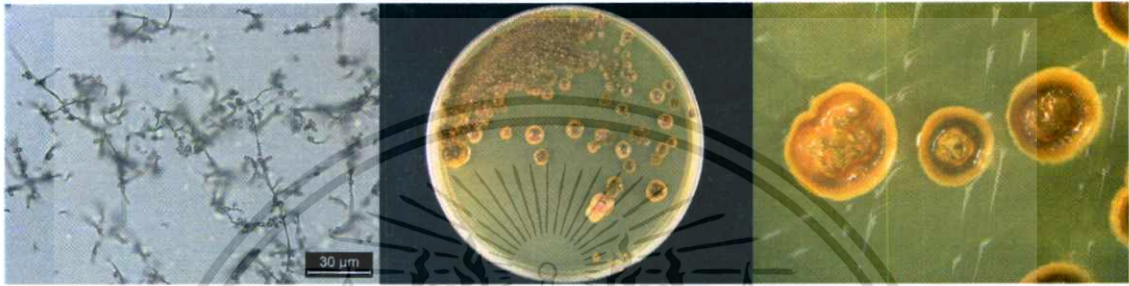


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

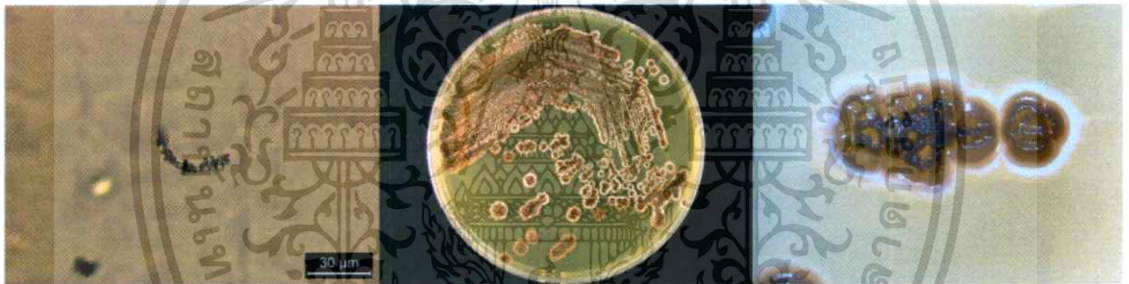
BR3-3



CL1-1



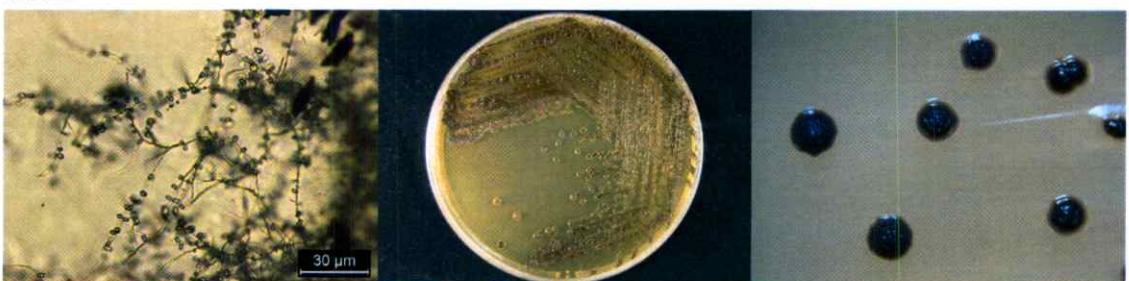
CL2-2



KE1-2



KE1-3

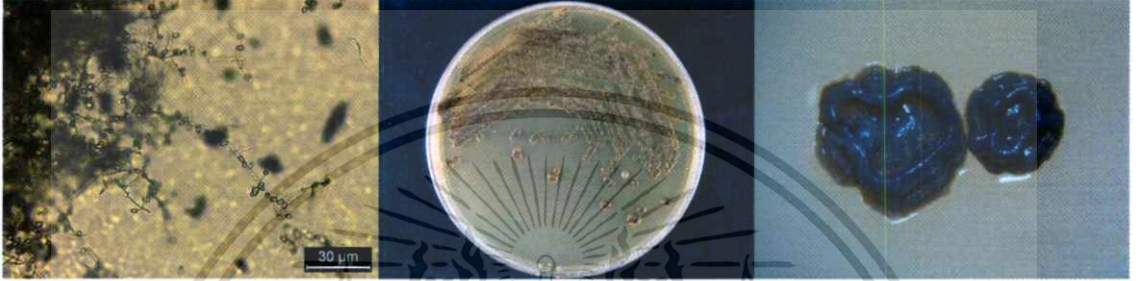


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KE2-2



KE2-4



KE2-5



KK1-10



KK1-11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KM1-1



KM1-2



ZO1-7



ZZ1-4



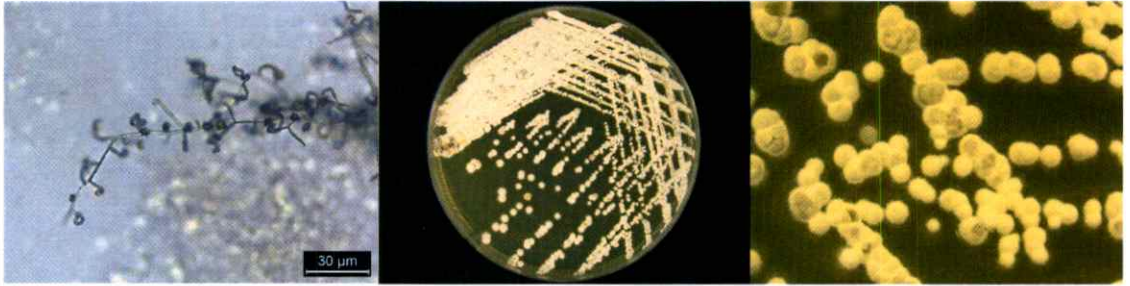
ZZ2-2



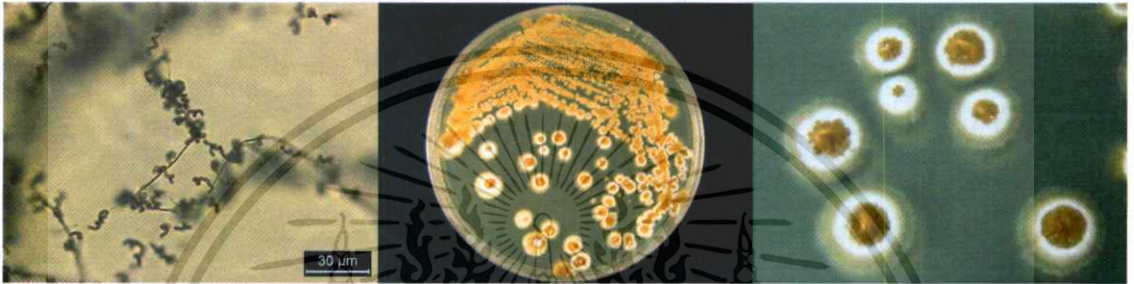
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. สกุล *Nonomuraea*

AN1-27



AN1-36



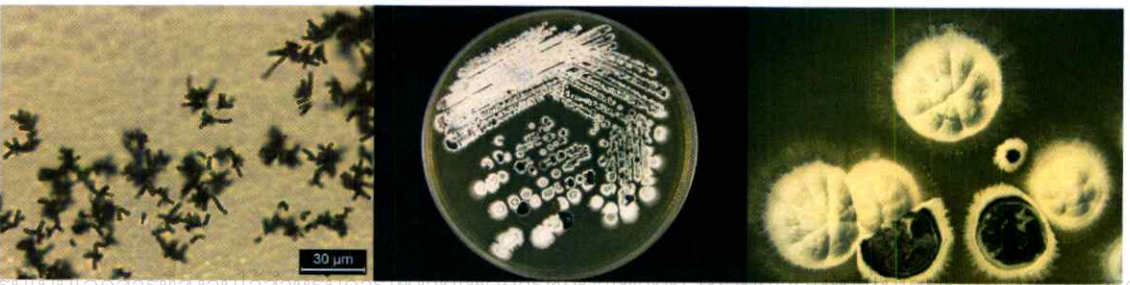
AN3-11



HC1-7



SC1-1



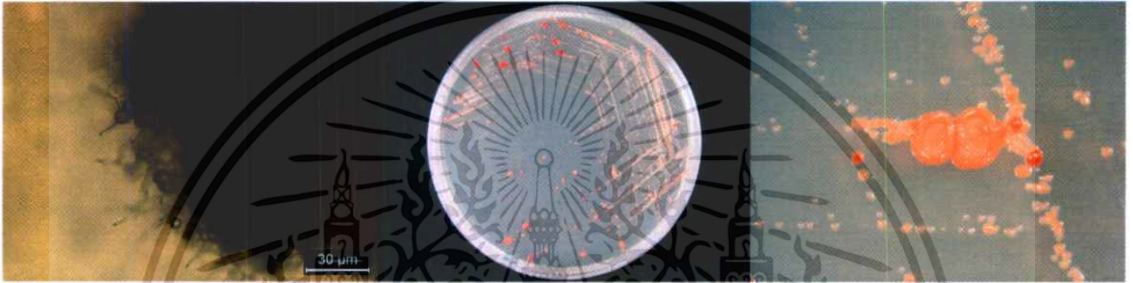
เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนเวลาหรับการใชงานเพื่อการศึกษาเทานั้น เมื่อผูยูดเตเห็นเป็เซอริะเออชนตงการค้
ไม่วารณใดทงห้สน อีทงห้ทมิให้ดตเปลงเนื้อหา และตอแงอึงถึงเจ้าของเอกสารทุกคร้งที่มิการนำไปใช้

11. สกุล *Planotatraspora*

BR3-5

12. สกุล *Sphaerisporangium*

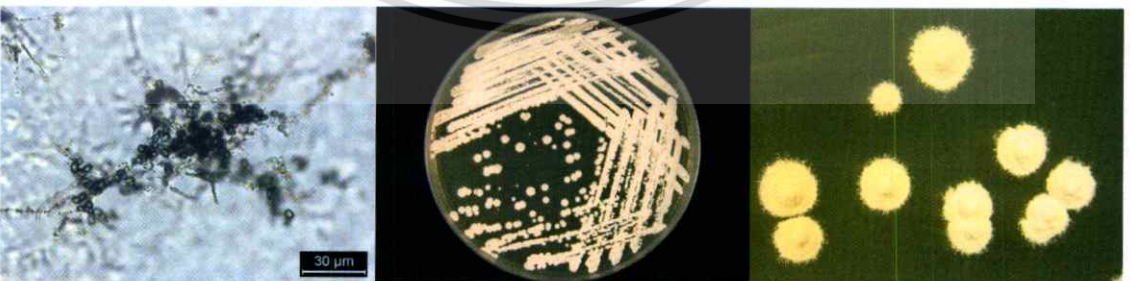
AN1-28



KM1-3

13. สกุล *Streptosporangium*

AN1-26



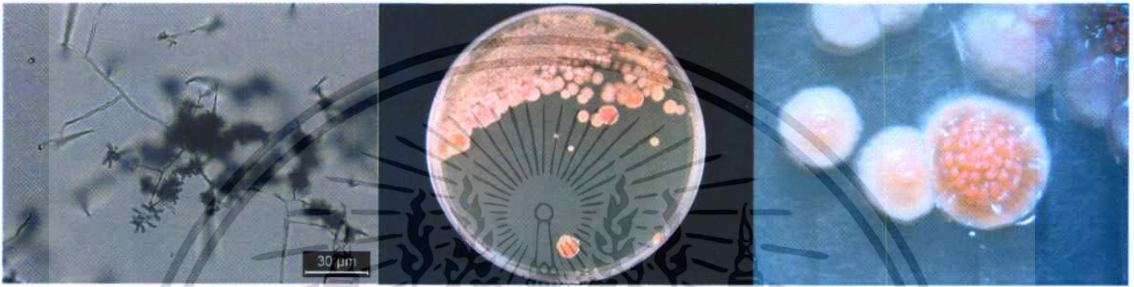
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AN3-5



14. สกุล *Actinomadura*

AN2-10



CL3-1



KG1-2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. สกุล *Streptomyces*

AG2-1



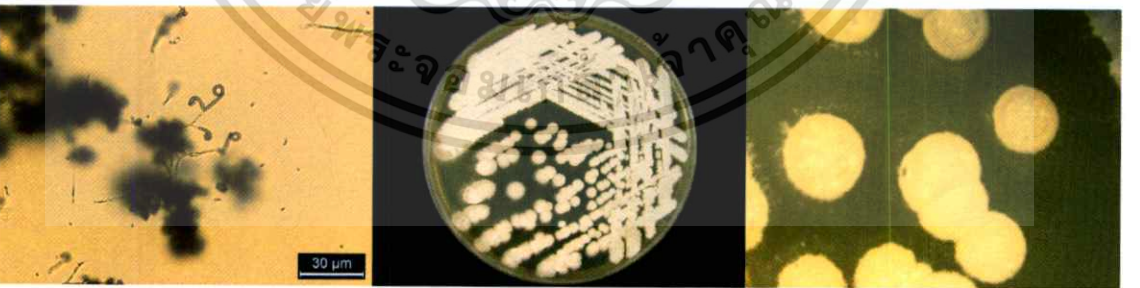
AG2-2



AG2-3



AG2-4

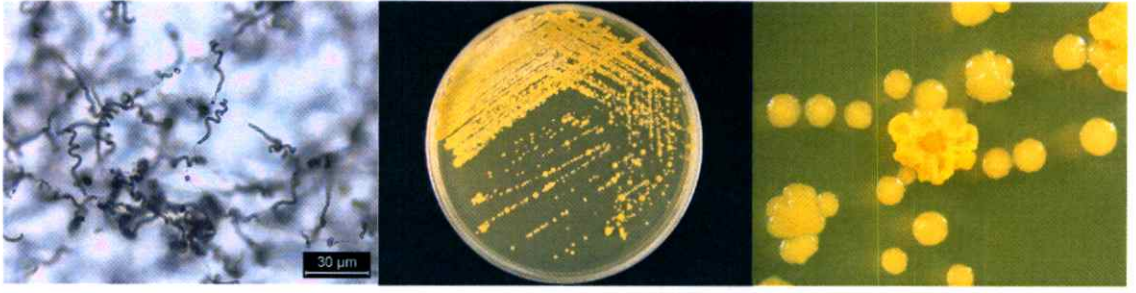


AG2-5

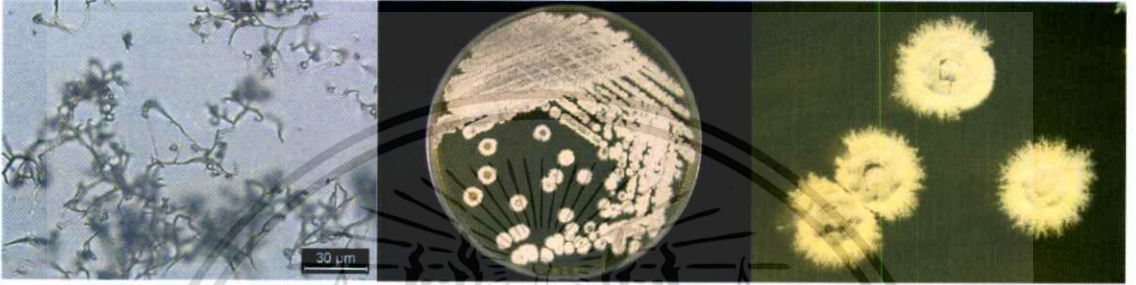


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้นำเอกสารนี้ไปใช้
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AG2-6



AK1-1



AN1-8



AN1-12



AN1-18

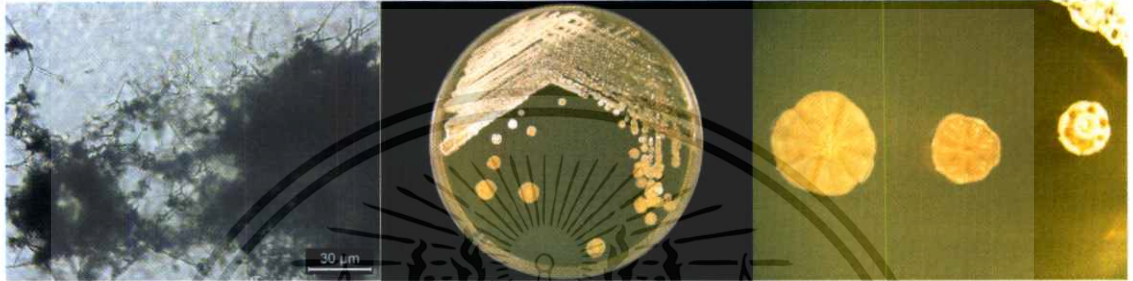


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AN1-25



AN1-29



AN1-38



AN2-3



AN2-9

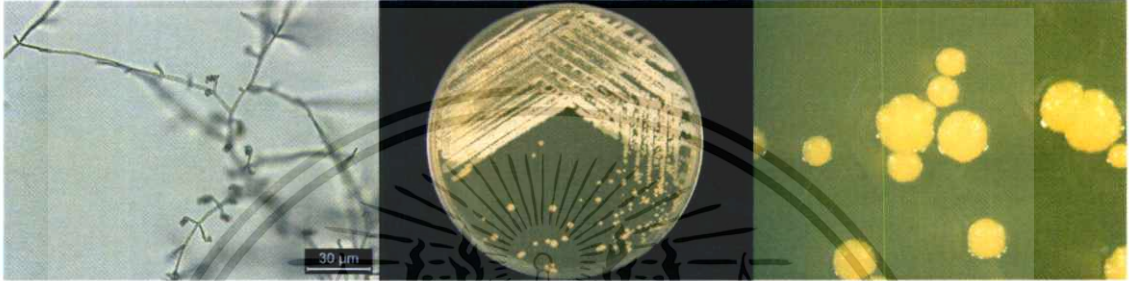


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AN3-4



AN3-6



AP1-1



AP1-3



AP1-4

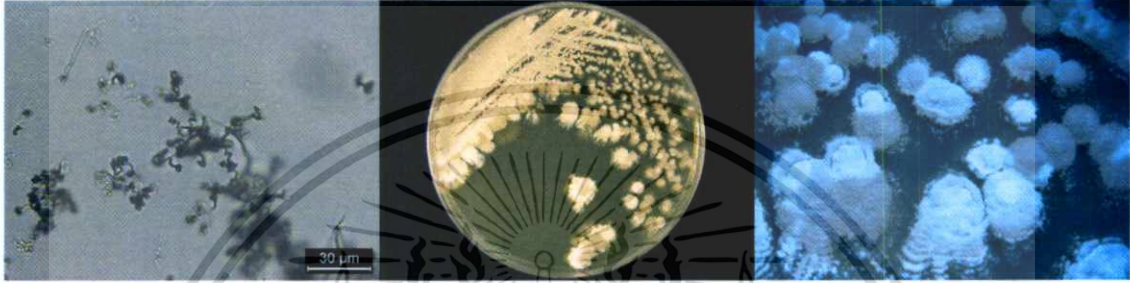


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AS1-1



AS1-6



AS1-8



AX1-2

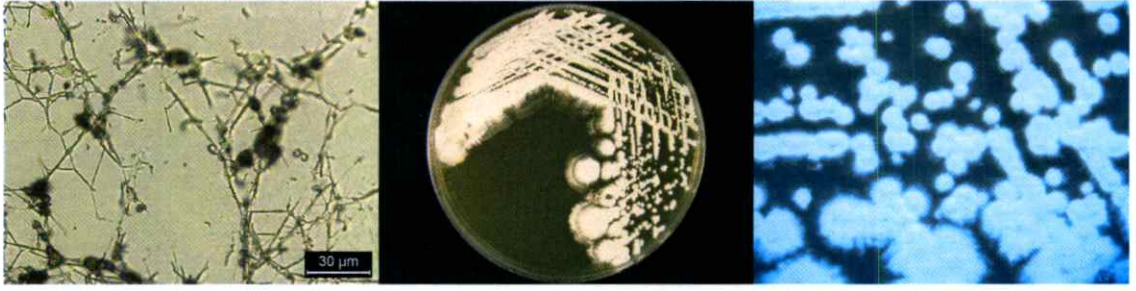


BR2-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CL2-6



CL3-4



CP1-2



CP1-6



CX1-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CZ1-3



CZ1-4



EE1-2



EE1-8



HC1-4

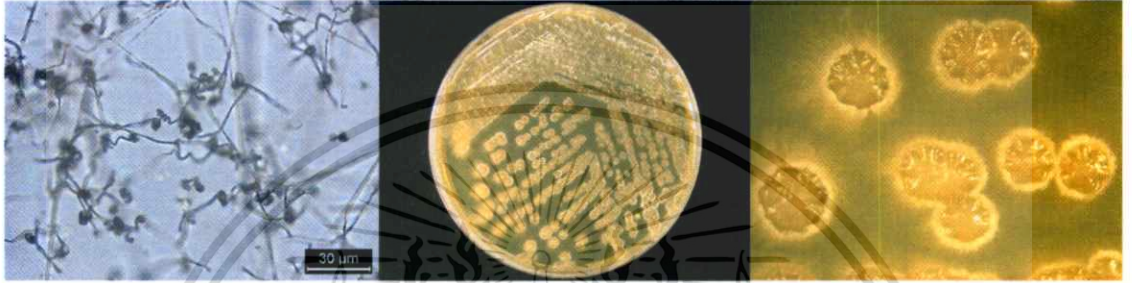


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HC1-8



HC1-9



HC1-10



KE1-4



KE2-1

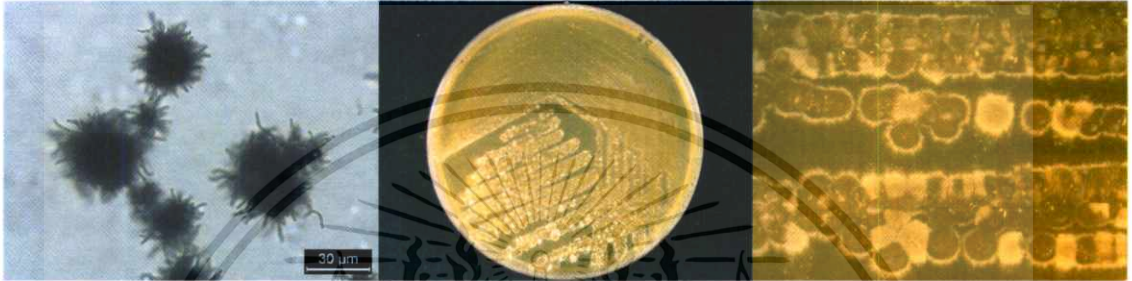


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KG1-1



KM1-5



ZM1-1



ZM2-1



ZM2-9

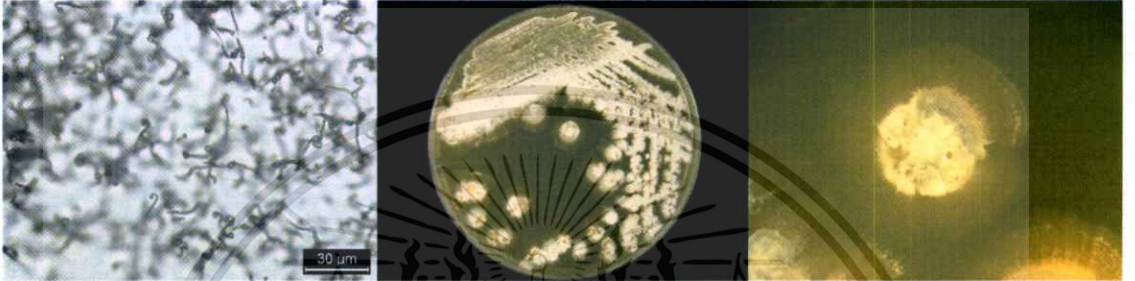


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZM2-12



ZM3-2



ZM3-3



ZM3-9



ZO1-8

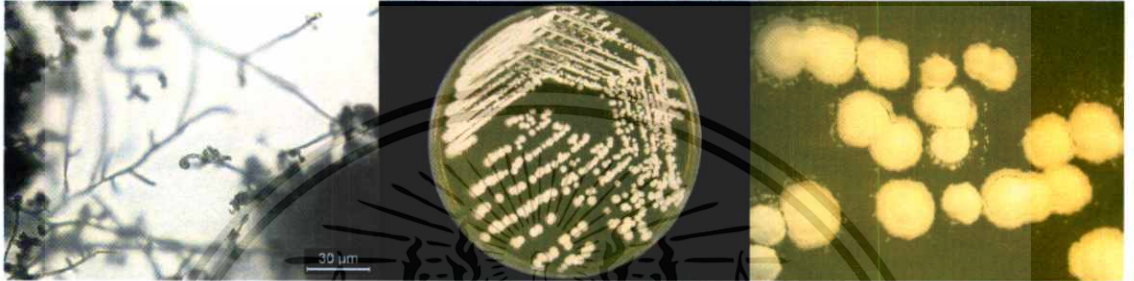


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZZ1-3



ZZ1-7



ZZ2-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ลักษณะการเจริญของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Jiangella* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
KE2-3	ISP2	Good	-	Strong Yellowish Brown	-
	ISP3	Good	-	Strong Yellowish Brown	-
	ISP4	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Light Grayish Brown	-
	ISP7	Good	-	Strong Yellowish Brown	-
	Glu.A.	Poor	-	Light Yellowish Brown	-
	Cz.sucrose	Moderate	-	Dark Yellowish Brown	-
	N.A.	Moderate	-	Light Yellowish Brown	-
ZM2-6	ISP2	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP3	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP4	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	Grayish Greenish Yellow	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	Grayish Greenish Yellow	Grayish Greenish Yellow	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Asanoa* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
BR3-1	ISP2	Good	-	Deep Orange	Strong Reddish Orange
	ISP3	Good	-	Grayish Brown	-
	ISP4	Poor	-	Pale Orange Yellow	-
	ISP5	Poor	-	Pale Orange Yellow	-
	ISP6	Moderate	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP7	Poor	-	Light Orange Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Orange Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Pale Orange Yellow	-
	N.A.	Moderate	-	Brilliant Orange Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Dactylosporangium* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
KE1-1	ISP2	Good	-	Pale Yellow	-
	ISP3	Good	-	Brilliant Orange Yellow	-
	ISP4	Good	-	Vivid Yellow	-
	ISP5	Poor	-	Pale Orange Yellow	-
	ISP6	Good	-	Light Grayish Brown	-
	ISP7	Moderate	-	Dark Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Light Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Moderate Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	-	Dark Yellow	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Jishengella* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN1-5	ISP2	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Brilliant Orange Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP5	Good	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP6	Good	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP7	Good	-	Strong Orange Yellow	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Moderate	-	Moderate Orange Yellow	-
	N.A.	Moderate	-	Brilliant Orange Yellow	-
AN1-14	ISP2	Good	-	Light Orange Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Light Orange Yellow	-
	ISP6	Moderate	-	Light Yellowish Brown	-
	ISP7	Good	-	Moderate Yellowish Brown	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Moderate	-	Pale Orange Yellow	-
	N.A.	Moderate	-	Olive Black	-
AP1-2	ISP2	Good	-	Pale Orange Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Moderate Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP5	Good	-	Light Yellowish Brown	-
	ISP6	Good	-	Light Grayish Yellowish Brown	-
	ISP7	Good	-	Light Grayish Yellowish Brown	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Moderate	-	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	-	Grayish Yellowish Brown	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Jishengella* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AX1-4	ISP2	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP3	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP4	Good	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP5	Good	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP6	Poor	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP7	Good	-	Deep Orange Yellow	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Moderate Orange Yellow	-
	N.A.	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
CL2-1	ISP2	Good	-	Light Orange Yellow	-
	ISP3	Good	-	Light Orange Yellow	-
	ISP4	Good	-	Light Orange Yellow	-
	ISP5	Good	-	Light Orange Yellow	-
	ISP6	Good	-	Light Yellowish Brown	-
	ISP7	Good	-	Light Yellowish Brown	-
	Glu.A.	Moderate	-	Light Yellowish Brown	-
	Cz.sucrose	Moderate	-	Pale Orange Yellow	-
	N.A.	Good	-	Brownish Black	-
CL2-5	ISP2	Good	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP3	Poor	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Pale Orange Yellow	-
	ISP5	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP6	Good	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP7	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Moderate	-	Dark Grayish Yellow	-
	N.A.	Moderate	-	Vivid Orange Yellow	-
CP1-1	ISP2	Moderate	-	Light Orange Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP5	Good	-	Deep Yellowish Brown	-
	ISP6	Good	-	Strong Yellowish Brown	-
	ISP7	Good	-	Deep Yellowish Brown	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Light Yellowish Pink	-
	N.A.	Moderate	-	Moderate yellowish brown	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Micromonospora* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN1-19	ISP2	Poor	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP3	Good	-	Strong Yellowish Brown	-
	ISP4	Poor	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP6	Moderate	-	Deep Orange Yellow	-
	ISP7	Moderate	-	Deep Orange Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Moderate Orange Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Pale Orange Yellow	-
	N.A.	Moderate	-	Moderate Orange Yellow	-
AN1-32	ISP2	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP3	Poor	-	Light Orange Yellow	-
	ISP4	No growth	-	-	-
	ISP5	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP7	Poor	-	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	-	Moderate Orange Yellow	-
AN1-37	ISP2	Good	-	Vivid Orange Yellow	Light Orange Yellow
	ISP3	Poor	-	Light Orange Yellow	-
	ISP4	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Deep Orange Yellow	-
	ISP7	Poor	-	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Good	-	Deep Orange Yellow	-
AN2-6	ISP2	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP3	Good	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP4	Poor	-	Pale Yellow	-
	ISP5	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Pale Orange Yellow	-
	ISP7	Moderate	-	Pale Orange Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	-	Light Orange Yellow	-
AN3-10	ISP2	Abundant	-	Strong Orange Yellow	Pale Orange Yellow
	ISP3	Poor	-	Light Orange Yellow	-
	ISP4	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	ISP5	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	ISP6	Moderate	-	Dark Orange Yello	-
	ISP7	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	-	Moderate yellowish brown	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Micromonospora* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AP1-5	ISP2	Good	-	Moderate Orange Yellow	Pale Orange Yellow
	ISP3	Good	-	Dark Brown	-
	ISP4	Moderate	-	Brownish Gray	-
	ISP5	Moderate	-	Grayish Olive	-
	ISP6	Moderate	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP7	Moderate	-	Dark Olive	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Light Yellowish Brown	-
	N.A.	Moderate	-	Brownish Black	-
CZ1-1	ISP2	Abundant	Deep Orange Yellow	Deep Orange Yellow	Brilliant Yellow
	ISP3	Good	Light Orange Yellow	Light Orange Yellow	-
	ISP4	Poor	Pale Yellowish Pink	Pale Yellowish Pink	-
	ISP5	Poor	Pale Yellowish Pink	Pale Yellowish Pink	-
	ISP6	Good	Moderate Orange Yellow	Moderate Orange Yellow	-
	ISP7	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Glu.A.	No growth	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	Dark Orange Yellow	Dark Orange Yellow	-
KG1-3	ISP2	Moderate	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Light Orange Yellow	-
	ISP4	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	ISP5	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	ISP6	Good	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP7	Poor	-	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Good	-	Dark Orange Yellow	-
KK1-2	ISP2	Abundant	-	Deep Olive Green	Moderate Olive Green
	ISP3	Good	-	Greenish Black	Greenish Gray
	ISP4	Poor	-	Grayish Green	-
	ISP5	Poor	-	Pale Green	-
	ISP6	Moderate	-	Light Grayish Yellowish Brown	-
	ISP7	Poor	-	Pale Green	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Green	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Pale Green	-
	N.A.	Moderate	-	Dark Green	-
SC1-2	ISP2	Good	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Strong Reddish Orange	-
	ISP4	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	ISP5	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	ISP6	Good	-	Moderate Orange Yellow	-
	ISP7	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	N.A.	Good	-	Deep Yellowish Brown	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Micromonospora* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
ZM2-2	ISP2	Moderate	-	Vivid Orange Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Strong Yellowish Brown	-
	ISP4	Moderate	-	Brilliant Orange Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP6	Moderate	-	Deep Yellowish Brown	-
	ISP7	Good	-	Moderate Orange Yellow	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Light Yellowish Pink	-
	N.A.	Good	-	Dark Orange Yellow	-
ZO1-2	ISP2	Moderate	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP3	Poor	-	Pale Orange Yellow	-
	ISP4	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	ISP6	Good	-	Dark Orange Yellow	-
	ISP7	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Pale Yellowish Pink	-
	N.A.	Good	-	Dark Orange Yellow	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Phytohabitans* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
KK1-3	ISP2	Good	-	Strong Yellow	-
	ISP3	Good	-	Strong Orange Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Strong Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Brilliant Yellow	-
	ISP6	Good	-	Dark Yellow	-
	ISP7	Moderate	White	Strong Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Strong Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Brilliant Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	-	Strong Yellow	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Kutzneria* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
BR3-4	ISP2	Abundant	White	Pale Yellow	-
	ISP3	Abundant	-	Light Yellow	-
	ISP4	Good	White	Pale Yellow	-
	ISP5	Abundant	White	Grayish Yellow	Moderate Yellow
	ISP6	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Abundant	-	Pale Yellow	Yellowish White
	Glu.A.	Abundant	White	Moderate Greenish Yellow	Pale Yellow
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	-	Yellowish White	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Saccharopolyspora* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AK1-2	ISP2	Abundant	-	Yellowish White	-
	ISP3	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP4	Moderate	-	Greenish White	-
	ISP5	Moderate	-	Greenish White	-
	ISP6	Good	-	Yellowish Gray	-
	ISP7	Good	-	Pale Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Abundant	-	Yellowish White	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Microbispora* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN2-5	ISP2	Abundant	White	Moderate Brown	-
	ISP3	Good	Pinkish White	Light Brown	-
	ISP4	Poor	White	White	-
	ISP5	Poor	White	White	-
	ISP6	Moderate	White	Dark Grayish Yellow	-
	ISP7	Poor	White	White	-
	Glu.A.	Poor	White	White	-
	Cz.sucrose	Poor	Pinkish Gray	Pinkish Gray	-
	N.A.	Good	-	Dark Grayish Yellow	-
AN2-7	ISP2	Good	Pinkish White	Grayish Reddish Purple	Moderate Greenish Yellow
	ISP3	Abundant	Dark Greenish Gray	Moderate Greenish Yellow	Moderate Greenish Yellow
	ISP4	Poor	White	Brownish Pink	-
	ISP5	Moderate	Pinkish White	Dark Orange Yellow	Moderate Greenish Yellow
	ISP6	Moderate	Pinkish Gray	Light Yellowish Brown	-
	ISP7	Moderate	Pinkish White	Dark Orange Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Pinkish Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Pinkish Gray	Pinkish Gray	-
	N.A.	Moderate	Pinkish White	Grayish Yellowish Brown	-
BR3-3	ISP2	Abundant	-	Strong Yellowish Pink	-
	ISP3	Good	Pinkish White	Dark Yellowish Pink	-
	ISP4	Poor	White	White	-
	ISP5	Poor	White	White	-
	ISP6	Good	Pinkish Gray	Grayish Yellowish Pink	-
	ISP7	Poor	White	White	-
	Glu.A.	Poor	White	White	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	Pinkish White	Pinkish Gray	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Microbispora* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
CL1-1	ISP2	Good	-	Dark Reddish Gray	-
	ISP3	Good	Pinkish White	Grayish Reddish Orange	-
	ISP4	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	ISP5	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	ISP6	Moderate	-	Light Olive Gray	-
	ISP7	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	Glu.A.	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	N.A.	Moderate	White	Light Olive Gray	-
CL2-2	ISP2	Good	-	Light Grayish Reddish Brown	-
	ISP3	Good	Pinkish White	Grayish Purplish Red	-
	ISP4	Poor	White	White	-
	ISP5	Poor	White	White	-
	ISP6	Moderate	-	Reddish Gray	-
	ISP7	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	Glu.A.	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	N.A.	Moderate	-	Light Yellowish Brown	-
KE1-2	ISP2	Abundant	-	Strong Yellowish Pink	-
	ISP3	Good	Pinkish White	Dark Yellowish Pink	-
	ISP4	Poor	White	White	-
	ISP5	Poor	White	White	-
	ISP6	Good	Pinkish Gray	Grayish Yellowish Pink	-
	ISP7	Poor	White	White	-
	Glu.A.	Poor	White	White	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	Pale Yellowish Pink	Light Yellowish Pink	-
KE1-3	ISP2	Good	-	Light Orange Yellow	-
	ISP3	Good	-	Dark Grayish Red	-
	ISP4	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	ISP5	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	ISP6	Poor	-	Grayish Olive	-
	ISP7	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	Glu.A.	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	N.A.	Moderate	-	Dark Yellowish Brown	-
KE2-2	ISP2	Moderate	-	Strong Yellowish Brown	-
	ISP3	Good	Pinkish White	Dark Yellowish Pink	-
	ISP4	Poor	White	White	-
	ISP5	Poor	White	White	-
	ISP6	Good	Pinkish White	Grayish Yellowish Pink	-
	ISP7	Poor	Pale Greenish Yellow	Pale Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	Pale Greenish Yellow	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Moderate	Dark Grayish Yellow	Dark Grayish Yellow	-
	N.A.	Good	Pinkish White	Grayish Yellowish Pink	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Microbispora* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
KE2-4	ISP2	Moderate	-	Dark Yellowish Brown	-
	ISP3	Good	White	Very Dark Purplish Red	Medium Gray
	ISP4	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	ISP5	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	ISP6	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	ISP7	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	Glu.A.	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Medium Gray	Medium Gray	-
	N.A.	Moderate	-	Deep Yellowish Brown	-
KE2-5	ISP2	Good	-	Pale Greenish Yellow	-
	ISP3	Moderate	-	Pale Greenish Yellow	-
	ISP4	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Poor	-	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish Gray	-
	N.A.	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
KK1-10	ISP2	Moderate	-	Dark Purplish Gray	-
	ISP3	Good	-	Purplish Black	-
	ISP4	Poor	-	Medium Gray	-
	ISP5	Poor	-	Medium Gray	-
	ISP6	Poor	-	Purplish Gray	-
	ISP7	Poor	-	Medium Gray	-
	Glu.A.	Poor	-	Medium Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Medium Gray	-
	N.A.	Good	-	Dark Purplish Gray	-
KK1-11	ISP2	Good	White	Moderate Yellowish Pink	-
	ISP3	Good	White	Moderate Pink	-
	ISP4	Poor	White	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP6	Good	White	Pinkish Gray	-
	ISP7	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Pale Greenish Yellow	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
KM1-1	ISP2	Abundant	White	Moderate Yellowish Pink	-
	ISP3	Abundant	Pinkish White	Grayish Yellowish Pink	-
	ISP4	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Grayish Yellow	-
	ISP7	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Pale Greenish Yellow	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Moderate	White	Pale Greenish Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Microbispora* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
KM1-2	ISP2	Abundant	Pinkish White	Brownish Pink	-
	ISP3	Abundant	Pinkish White	Light Yellowish Pink	-
	ISP4	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP6	Abundant	White	Moderate Brown	-
	ISP7	Poor	Pale Greenish Yellow	Pale Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	Pale Greenish Yellow	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish Gray	Yellowish Gray	-
	N.A.	Good	Pinkish White	Moderate Brown	-
ZO1-7	ISP2	Good	White	Strong Brown	
	ISP3	Good	White	Light Brown	-
	ISP4	Poor	White	White	-
	ISP5	Poor	White	White	-
	ISP6	Good	-	Light Olive Gray	-
	ISP7	Poor	White	White	-
	Glu.A.	Poor	White	White	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish Gray	Yellowish Gray	-
	N.A.	Moderate	-	Light Olive Gray	-
ZZ1-4	ISP2	Good	Pinkish White	Moderate Olive Brown	Light Yellow
	ISP3	Good	Pinkish White	Light Yellowish Pink	Grayish Yellow
	ISP4	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	ISP5	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	ISP6	Moderate	White	Grayish Yellow	-
	ISP7	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	Glu.A.	Poor	Light Gray	Light Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish Gray	Yellowish Gray	-
	N.A.	Moderate	White	Dark Grayish Yellow	-
ZZ2-2	ISP2	Moderate	-	Moderate Brown	-
	ISP3	Good	-	Very Dark Reddish Purple	Medium Gray
	ISP4	Poor	Dark Purplish Gray	Dark Purplish Gray	-
	ISP5	Poor	Dark Purplish Gray	Dark Purplish Gray	-
	ISP6	Poor	-	Light Grayish Reddish Brown	-
	ISP7	Poor	Dark Purplish Gray	Dark Purplish Gray	-
	Glu.A.	Poor	Dark Purplish Gray	Dark Purplish Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Dark Purplish Gray	Dark Purplish Gray	-
	N.A.	Moderate	-	Purplish Black	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Nonomuraea* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN1-27	ISP2	Abundant	White	Pale Yellow	-
	ISP3	Good	White	Pale Yellow	-
	ISP4	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Poor	-	Light Yellow Green	-
	ISP6	Abundant	-	Dark Grayish Yellow	-
	ISP7	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Light Yellow Green	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
AN1-36	ISP2	Abundant	-	Dark Yellow	-
	ISP3	Abundant	White	Strong Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	-	Light Yellow Green	-
	ISP5	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Good	-	Grayish Yellowish Brown	-
	ISP7	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Light Yellow Green	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	-	Light Olive Brown	-
AN3-11	ISP2	Moderate	-	Moderate yellowish brown	-
	ISP3	Good	-	Moderate Olive	-
	ISP4	Moderate	-	Dark Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Good	-	Light Grayish Olive	-
	ISP7	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	-	Moderate Olive Brown	-
HC1-7	ISP2	Good	-	Moderate Brown	-
	ISP3	Abundant	White	Grayish Red	-
	ISP4	Moderate	White	Light Brown	-
	ISP5	Good	White	Light Brown	-
	ISP6	Abundant	White	Grayish Brown	-
	ISP7	Good	White	Grayish Reddish Brown	-
	Glu.A.	Poor	-	Grayish Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish Gray	-
	N.A.	Good	White	Moderate Yellowish Brown	-
SC1-1	ISP2	Abundant	White	Purplish Black	-
	ISP3	Good	Pale Purplish Blue	Dark Purplish Gray	Purplish Gray
	ISP4	Poor	White	Pale Blue	-
	ISP5	Poor	White	Moderate Greenish Yellow	-
	ISP6	Good	-	Light Yellowish Brown	-
	ISP7	Poor	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Very Pale Blue	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Green	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Planotraspora* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
BR3-5	ISP2	Good	-	Yellowish White	-
	ISP3	Good	-	Yellowish White	-
	ISP4	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP6	Poor	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Moderate	-	Yellowish White	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Poor	-	Yellowish White	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Sphaerisorangium* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN1-28	ISP2	Moderate	-	Strong Yellowish Pink	-
	ISP3	Good	-	Deep Yellowish Pink	-
	ISP4	Poor	-	Moderate Yellowish Pink	-
	ISP5	Moderate	-	Moderate Yellowish Pink	-
	ISP6	Moderate	-	Dark Yellowish Pink	-
	ISP7	Moderate	-	Moderate Yellowish Pink	-
	Glu.A.	Poor	-	Vivid Yellowish Pink	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Moderate Pink	-
	N.A.	Moderate	-	Grayish Red	-
KM1-3	ISP2	Good	Pinkish White	Moderate Yellowish Pink	-
	ISP3	Good	-	Vivid Yellowish Pink	-
	ISP4	Poor	White	White	-
	ISP5	Poor	White	White	-
	ISP6	Moderate	Light Yellowish Pink	Light Yellowish Pink	-
	ISP7	Poor	White	Pinkish Gray	-
	Glu.A.	Poor	White	White	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Pinkish Gray	-
	N.A.	Moderate	White	Pale Yellow	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptosporangium* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN1-26	ISP2	Abundant	Pinkish White	Light Brown	-
	ISP3	Abundant	Pinkish White	Dark Orange Yellow	-
	ISP4	Poor	White	Light Greenish Yellow	-
	ISP5	Poor	Pinkish White	Yellowish Gray	-
	ISP6	Good	White	Dark Grayish Yellow	-
	ISP7	Moderate	White	Grayish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	Yellowish Gray	Grayish Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptosporangium* บนอาหารต่างๆ(ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN3-5	ISP2	Abundant	-	Light Olive Brown	-
	ISP3	Abundant	Pinkish White	Moderate yellowish brown	-
	ISP4	Moderate	White	Light Yellow Green	-
	ISP5	Moderate	White	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Dark Grayish Yellow	-
	ISP7	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	-	Dark Grayish Yellow	-

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Actinomadura* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN2-10	ISP2	Good	Moderate Pink	Strong Pink	-
	ISP3	Good	Pale Pink	Vivid Pink	-
	ISP4	Good	Pale Pink	Vivid Pink	-
	ISP5	Moderate	Pale Pink	Moderate Pink	-
	ISP6	Poor	-	Grayish Yellow	-
	ISP7	Good	Pale Pink	Moderate Pink	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Pinkish White	-
	N.A.	Poor	White	Pale Greenish Yellow	-
CL3-1	ISP2	Good	Pinkish White	Moderate Pink	-
	ISP3	Good	Grayish Yellowish Pink	Moderate Pink	-
	ISP4	Moderate	Grayish Yellowish Pink	Grayish Pink	-
	ISP5	Moderate	Grayish Yellowish Pink	Grayish Pink	-
	ISP6	Good	-	Light Yellowish Brown	-
	ISP7	Moderate	Pale Pink	Moderate Pink	-
	Glu.A.	Poor	-	Light Yellowish Pink	-
	Cz.sucrose	Moderate	Pale Pink	Pinkish Gray	-
	N.A.	Moderate	Pinkish White	Grayish Greenish Yellow	-
KG1-2	ISP2	Good	-	Light Yellow Green	-
	ISP3	Poor	-	Light Yellow Green	-
	ISP4	Poor	-	Light Yellow Green	-
	ISP5	Moderate	-	Light Yellow Green	-
	ISP6	Good	-	Moderate Yellow Green	-
	ISP7	Good	-	Moderate Yellow Green	Grayish Greenish Yellow
	Glu.A.	Poor	-	Light Yellow Green	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Light Yellow Green	-
	N.A.	Moderate	-	Light Yellow Green	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AG2-1	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	Grayish Purplish Blue	Yellowish White	-
	ISP5	Good	White	Pale Greenish Yellow	-
	ISP6	Good	Yellowish Gray	Yellowish Gray	-
	ISP7	Good	Greenish Gray	Light Greenish Gray	-
	Glu.A.	Moderate	White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Moderate	Greenish Gray	Light Greenish Gray	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
AG2-2	ISP2	Good	-	Light Yellowish Brown	Grayish Yellow
	ISP3	Moderate	White	Light Yellowish Brown	Light Grayish Yellowish Brown
	ISP4	Moderate	Light Gray	Pale Yellow	-
	ISP5	Abundant	Light Gray	Grayish Yellow	Pale Yellow
	ISP6	Good	-	Dark Grayish Olive	Grayish Olive
	ISP7	Abundant	White	Grayish Olive	Light Grayish Olive
	Glu.A.	Good	-	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Grayish Greenish Yellow	-
	N.A.	Moderate	Yellowish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
AG2-3	ISP2	Abundant	Medium Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Medium Gray	Pale Greenish Yellow	-
	ISP4	Moderate	Medium Gray	Pale Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	Light Gray	Pale Yellow	-
	ISP6	Good	Light Grayish Olive	Olive Gray	-
	ISP7	Good	Light Gray	Pale Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	-	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish Gray	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
AG2-4	ISP2	Good	Purplish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Moderate	Light Olive Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Moderate	Light Olive Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	Purplish Gray	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Abundant	Purplish Gray	Light Greenish Gray	-
	Glu.A.	Poor	White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	Purplish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
AG2-5	ISP2	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Yellow	-
	ISP4	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	Yellowish White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Moderate	Light Olive Gray	Yellowish Gray	-
	ISP7	Good	Greenish Gray	Light Olive Gray	Grayish Greenish Yellow
	Glu.A.	Poor	White	Light Greenish Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Greenish Gray	Light Greenish Gray	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AG2-6	ISP2	Abundant	White	Vivid Yellow	Pale Yellow
	ISP3	Abundant	Light Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	Pale Blue	Brilliant Yellow	-
	ISP5	Good	Yellowish White	Brilliant Greenish Yellow	-
	ISP6	Good	-	Light Olive	Light Grayish Olive
	ISP7	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	-	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	Pale Yellow
AK1-1	ISP2	Good	White	Grayish Pink	Pinkish Gray
	ISP3	Moderate	White	Pale Purple	-
	ISP4	Moderate	White	Yellowish White	-
	ISP5	No growth	-	-	-
	ISP6	Good	-	Light Greenish Gray	-
	ISP7	Good	White	Pinkish Gray	Pinkish Gray
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	Greenish White	Greenish White	-
	N.A.	Moderate	White	Yellowish White	-
AN1-8	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Pale Yellow	-
	ISP3	Abundant	Pale Violet	Dark Purple	-
	ISP4	Abundant	Purplish Gray	Greenish White	-
	ISP5	Moderate	White	Pale Yellow	-
	ISP6	Good	Olive Gray	Olive Gray	Grayish Yellowish Green
	ISP7	Good	Pinkish White	Grayish Yellowish Pink	-
	Glu.A.	Moderate	-	Yellowish Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	Light Purplish Gray	Light Purplish Gray	-
	N.A.	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
AN1-12	ISP2	Good	White	Yellowish White	-
	ISP3	Good	White	Yellowish White	-
	ISP4	Good	White	Yellowish White	-
	ISP5	Good	White	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Good	White	Yellowish White	-
	Glu.A.	Moderate	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	White	White	-
	N.A.	Good	White	Yellowish White	-
AN1-18	ISP2	Abundant	White	Pale Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	White	Yellowish White	-
	ISP5	Abundant	-	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Abundant	-	Pale Yellow	-
	Glu.A.	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN1-25	ISP2	Abundant	-	Yellowish White	-
	ISP3	Abundant	-	Yellowish White	-
	ISP4	Abundant	-	Yellowish White	-
	ISP5	Good	-	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	-	White	-
N.A.	Moderate	-	Moderate Greenish Yellow	-	
AN1-29	ISP2	Good	White	Light Yellow	-
	ISP3	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Pale Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	-	Yellowish White	-
	ISP6	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Good	-	Moderate Greenish Yellow	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	Pale Greenish Yellow	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	White	Yellowish White	-
AN1-38	ISP2	Good	White	Pinkish Gray	-
	ISP3	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Good	White	Grayish Pink	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	White	Yellowish White	-
AN2-3	ISP2	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	White	Pinkish White	Pinkish Gray
	ISP4	Good	Greenish Gray	Pinkish Gray	-
	ISP5	Good	White	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	Pinkish White	Moderate Yellowish Pink	-
	ISP7	Good	White	Pinkish White	-
	Glu.A.	Moderate	-	White	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
AN2-9	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	Moderate Yellow
	ISP3	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	White	Yellowish White	-
	ISP5	Good	White	Yellowish White	-
	ISP6	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
N.A.	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AN3-4	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Moderate	Dark Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	Greenish Gray	Yellowish White	-
	ISP5	Good	-	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Yellowish Gray	-
	ISP7	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
AN3-6	ISP2	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	Moderate Olive
	ISP4	Good	Dark Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	White	Yellowish White	-
	ISP6	Good	White	Light Olive Gray	-
	ISP7	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Grayish Greenish Yellow	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
AP1-1	ISP2	Good	White	Light Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP5	Moderate	White	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Dark Olive	Moderate Olive
	ISP7	Abundant	White	Grayish Green	-
	Glu.A.	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	White	Dark Grayish Yellow	-
AP1-3	ISP2	Moderate	Light Greenish Gray	Pale Yellow	-
	ISP3	Abundant	Light Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	-	Pale Greenish Yellow	-
	ISP5	Abundant	-	Pale Yellow	-
	ISP6	Good	-	Olive Black	-
	ISP7	Good	Dark Grayish Yellow	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	-	Pale Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Yellowish White	-
	N.A.	Good	Light Greenish Gray	Light Olive Gray	-
AP1-4	ISP2	Abundant	White	Light Yellowish Brown	Yellowish Gray
	ISP3	Abundant	White	Moderate Brown	Light Brown
	ISP4	Good	-	Yellowish White	Yellowish Gray
	ISP5	Good	-	Yellowish White	Yellowish Gray
	ISP6	Good	-	Dark Olive	Light Grayish Olive
	ISP7	Good	-	Grayish Green	Light Olive Brown
	Glu.A.	Moderate	-	Yellowish White	Pale Orange Yellow
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish Gray	Yellowish White	-
	N.A.	Abundant	Dark Grayish Yellow	Dark Grayish Yellow	Yellowish Gray

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
AS1-1	ISP2	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Good	Greenish Gray	Pale Green	-
	ISP4	Good	Greenish Gray	Dark Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Deep Yellow	Grayish Yellow
	ISP6	Abundant	Purplish Gray	Grayish Reddish Purple	Pale Reddish Purple
	ISP7	Good	Greenish Gray	Grayish Brown	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	Greenish Gray	Grayish Purplish Pink	-
	N.A.	Good	Pale Blue	Grayish Olive	-
AS1-6	ISP2	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Good	White	Yellowish White	-
	ISP4	Moderate	White	Yellowish White	-
	ISP5	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	No growth	-	Light Olive Gray	Yellowish Gray
	Cz.sucrose	Poor	White	White	-
	N.A.	Moderate	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
AS1-8	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Light Gray	Light Grayish Brown	Medium Gray
	ISP4	Abundant	Light Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Abundant	Light Gray	Yellowish Gray	-
	ISP6	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP7	Abundant	Light Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Good	White	Light Yellow Green	-
	Cz.sucrose	Poor	White	White	-
	N.A.	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
AX1-2	ISP2	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	Grayish Yellowish Green
	ISP4	Good	Greenish Gray	Yellowish White	Very Pale Green
	ISP5	Good	White	Yellowish Gray	-
	ISP6	Good	White	Yellowish Gray	-
	ISP7	Good	Greenish Gray	Yellowish Gray	-
	Glu.A.	Poor	White	Grayish Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Yellowish White	Very Pale Green
	N.A.	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
BR2-1	ISP2	Moderate	White	Brilliant Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Deep Purplish Red	-
	ISP4	Abundant	Greenish Gray	Light Reddish Purple	-
	ISP5	Good	White	Dark Yellowish Pink	-
	ISP6	Abundant	White	Dark Reddish Purple	-
	ISP7	Good	Moderate Pink	Dark Reddish Purple	-
	Glu.A.	Poor	-	Brilliant Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Moderate	Greenish Gray	Light Reddish Purple	-
	N.A.	Moderate	Greenish Gray	Dark Reddish Purple	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
CL2-6	ISP2	Abundant	White	Grayish Yellowish Pink	Moderate Pink
	ISP3	Abundant	White	Yellowish White	-
	ISP4	Good	White	Pinkish Gray	Light Pink
	ISP5	Good	Yellowish White	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	White	Light Greenish Gray	-
	ISP7	Good	White	Light Greenish Gray	-
	Glu.A.	Moderate	White	Greenish White	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Light Greenish Gray	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
CL3-4	ISP2	Moderate	White	Pale Yellow	-
	ISP3	Good	-	Moderate Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	-	Light Grayish Yellowish Brown	Brilliant Orange Yellow
	ISP6	Moderate	-	Olive Gray	Light Olive Gray
	ISP7	Moderate	Greenish Gray	Dark Greenish Gray	Greenish Gray
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	-	Grayish Yellowish Brown	Light Grayish Yellowish Brown
CP1-2	ISP2	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Moderate	White	Pinkish Gray	-
	ISP5	Good	White	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Grayish Yellowish Green	-
	ISP7	Good	White	Light Grayish Olive	-
	Glu.A.	Moderate	-	Grayish Yellowish Pink	-
	Cz.sucrose	Poor	White	White	-
	N.A.	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
CP1-6	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Grayish Red	Grayish Pink
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Dark Red	Grayish Red
	ISP4	Abundant	Greenish Gray	Grayish Reddish Orange	Light Grayish Red
	ISP5	Abundant	Light Pink	Strong Red	Light Grayish Red
	ISP6	Good	White	Light Olive Gray	-
	ISP7	Abundant	Greenish Gray	Dark Grayish Red	Dark Grayish Red
	Glu.A.	Good	-	Vivid Red	Moderate Yellowish Pink
	Cz.sucrose	Poor	Greenish Gray	Light Yellowish Pink	Light Pink
	N.A.	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	Grayish Greenish Yellow
CX1-1	ISP2	Good	Light Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Light Greenish Gray	Light Grayish Olive	-
	ISP4	Abundant	Light Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	Grayish Greenish Yellow	Light Greenish Yellow	-
	ISP6	Abundant	Light Greenish Gray	Greenish Gray	-
	ISP7	Moderate	-	Yellowish Gray	-
	Glu.A.	Poor	-	Light Yellowish Pink	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
CZ1-3	ISP2	Good	White		-
	ISP3	Abundant	Light Greenish Gray		Light Grayish Olive
	ISP4	Good	White		Grayish Greenish Yellow
	ISP5	Good	White		-
	ISP6	Good	White		Grayish Olive
	ISP7	Moderate	Moderate Greenish Yellow		-
	Glu.A.	Poor	-		-
	Cz.sucrose	Poor	Pale Greenish Yellow		-
	N.A.	Good	White		Light Grayish Yellowish Brown
CZ1-4	ISP2	Good	White	Brilliant Yellow	Moderate Yellow
	ISP3	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	White	Pale Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Abundant	White	Olive Gray	Dark Grayish Yellow
	ISP7	Moderate	White	Light Olive Gray	-
	Glu.A.	Poor	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Moderate Greenish Yellow	Moderate Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	White	Dark Grayish Yellow	Yellowish Gray
EE1-2	ISP2	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	White	Dark Grayish Yellow	-
	ISP4	Good	White	Yellowish White	-
	ISP5	Abundant	White	Very Pale Green	-
	ISP6	Good	White	Dark Grayish Yellow	-
	ISP7	Good	Moderate Yellow Green	Yellowish Gray	-
	Glu.A.	Poor	Moderate Yellow Green	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
EE1-8	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Light Olive	-
	ISP3	Abundant	Light Greenish Gray	Moderate Yellow Green	-
	ISP4	Good	Light Greenish Gray	Light Grayish Olive	-
	ISP5		White	Moderate Greenish Yellow	-
	ISP6	Abundant	White	Grayish Yellow	-
	ISP7	Abundant	Pale Green	Dark Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	White	Moderate Yellow Green	-
	Cz.sucrose	Poor	White	White	-
	N.A.	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
HC1-4	ISP2	Good	Light Greenish Gray	Light Olive Gray	-
	ISP3	Abundant	Moderate Yellow Green	Grayish Olive Green	Grayish Yellow
	ISP4	Good	Very Pale Green	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Good	White	Grayish Yellow	-
	ISP7	Abundant	Grayish Purplish Pink	Dark Grayish Yellow	Yellowish Gray
	Glu.A.	Poor	White	Very Pale Green	-
	Cz.sucrose	Poor	Very Pale Green	Yellowish White	-
	N.A.	Good	Light Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
HC1-8	ISP2	Abundant	-	Yellowish White	-
	ISP3	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP4	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP5	Poor	-	Yellowish White	-
	ISP6	Good	-	Light Olive Gray	-
	ISP7	Poor	Light Olive Gray	Light Olive Gray	-
	Glu.A.	Moderate	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Pinkish Gray	Pinkish Gray	-
	N.A.	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
HC1-9	ISP2	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Yellow	Light Olive Gray
	ISP4	Good	White	Pale Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	White	Light Grayish Olive	-
	ISP6	Good	-	Olive Gray	Moderate Olive Brown
	ISP7	Abundant	Olive Gray	Olive Gray	Light Olive Gray
	Glu.A.	Moderate	Moderate Greenish Yellow	Moderate Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	White	Light Olive Gray	Light Grayish Yellowish Brown
HC1-10	ISP2	Good	White	Moderate Yellowish Brown	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	Pale Green	Yellowish Gray	-
	ISP5	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP6	Moderate	-	Light Grayish Olive	-
	ISP7	Moderate	-	Dark Grayish Olive	Moderate Olive
	Glu.A.	Moderate	-	Yellowish Gray	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish Gray	Pale Pink
	N.A.	Moderate	White	Light Grayish Olive	-
KE1-4	ISP2	Good	-	Light Yellowish Brown	Pale Orange Yellow
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	Dark Grayish Yellow
	ISP4	Good	Greenish Gray	Grayish Yellow	Pale Orange Yellow
	ISP5	Abundant	White	Light Yellowish Brown	Moderate Yellow
	ISP6	Good	-	Olive Black	Olive Gray
	ISP7	Good	Light Gray	Light Olive Gray	Grayish Olive
	Glu.A.	Moderate	-	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	Pinkish Gray	Pinkish Gray	-
	N.A.	Good	White	Moderate Yellowish Brown	Light Grayish Yellowish Brown
KE2-1	ISP2	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Good	-	Light Grayish Olive	-
	ISP4	Moderate	-	Pale Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	-	Pale Greenish Yellow	-
	ISP6	Poor	-	Yellowish Gray	-
	ISP7	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	-	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Moderate	-	Pale Greenish Yellow	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
KG1-1	ISP2	Abundant	Grayish Blue	Light Olive Gray	Grayish Greenish Yellow
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Yellowish White	Grayish Greenish Yellow
	ISP4	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	Grayish Greenish Yellow	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Abundant	-	Olive Gray	Moderate Olive Brown
	ISP7	Moderate	-	Olive Gray	Light Olive Gray
	Glu.A.	Poor	Light Yellow Green	Light Yellow Green	-
	Cz.sucrose	Poor	White	White	-
	N.A.	Good	Pinkish White	Pinkish Gray	-
KM1-5	ISP2	Abundant	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Pale Green	Dark Greenish Yellow	Pale Green
	ISP4	Abundant	Pale Green	Moderate Yellow Green	-
	ISP5	Abundant	White	Moderate Greenish Yellow	-
	ISP6	Abundant	White	Light-Olive Gray	-
	ISP7	Abundant	Pale Green	Light Grayish Olive	-
	Glu.A.	Poor	White	Greenish White	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Yellowish White	-
	N.A.	Abundant	Light Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
ZM1-1	ISP2	Abundant	White	Yellowish Gray	-
	ISP3	Abundant	Yellowish White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Good	Pinkish White	Yellowish White	-
	ISP5	Moderate	White	Grayish Yellow	-
	ISP6	Moderate	-	Yellowish Gray	-
	ISP7	Good	Light Greenish Gray	Dark Grayish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	Yellowish White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Poor	White	White	-
	N.A.	Good	Grayish Greenish Yellow	Grayish Greenish Yellow	-
ZM2-1	ISP2	Good	White	Dark Grayish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Dark Grayish Yellow	Light Grayish Olive
	ISP4	Good	Greenish Gray	Strong Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	Greenish Gray	Dark Yellow	Pale Greenish Yellow
	ISP6	Good	-	Olive Gray	Moderate Olive
	ISP7	Abundant	Greenish Gray	Moderate Olive Brown	-
	Glu.A.	Good	White	Strong Yellow	Light Yellow
	Cz.sucrose	Poor	Yellowish White	Yellowish White	-
	N.A.	Moderate	Moderate Yellowish Brown	Moderate Yellowish Brown	Light Yellowish Brown
ZM2-9	ISP2	Good	White	Moderate Yellowish Brown	Moderate Yellow
	ISP3	Good	White	Dark Brown	Light Brown
	ISP4	Moderate	White	Moderate Brown	Light Gray
	ISP5	Moderate	White	Moderate Brown	-
	ISP6	Poor	-	Light Grayish Brown	-
	ISP7	Good	White	Dark Brown	Light Grayish Brown
	Glu.A.	No growth	-	-	-
	Cz.sucrose	Poor	White	Light Grayish Yellowish Brown	-
	N.A.	Moderate	Light Grayish Olive	Light Grayish Olive	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
ZM2-12	ISP2	Abundant	Grayish Yellowish Pink	Deep Brown	-
	ISP3	Abundant	Grayish Yellowish Pink	Deep Brown	Grayish Yellowish Brown
	ISP4	Moderate	Grayish Yellowish Pink	Moderate Brown	-
	ISP5	Moderate	-	Moderate Yellowish Brown	-
	ISP6	Good	Yellowish Gray	Dark Grayish Yellow	-
	ISP7	Good	Grayish Yellowish Pink	Grayish Brown	-
	Glu.A.	Moderate	Light Greenish Gray	Pale Greenish Yellow	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Grayish Yellowish Brown	Pale Yellow
	N.A.	Good	Grayish Yellowish Pink	Light Grayish Brown	-
ZM3-2	ISP2	Abundant	Greenish Gray	Light Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Abundant	Grayish Blue	Light Greenish Yellow	-
	ISP5	Moderate	-	Yellowish White	-
	ISP6	Good	White	Light Olive Gray	-
	ISP7	Good	Greenish Gray	Pale Yellow	-
	Glu.A.	Poor	White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Pale Yellow	-
	N.A.	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
ZM3-3	ISP2	Good	White	Grayish Yellow	-
	ISP3	Poor	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Moderate	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	-	Yellowish White	-
	ISP6	Good	Greenish Gray	Olive Gray	Dark Grayish Yellow
	ISP7	Good	White	Dark Grayish Yellow	-
	Glu.A.	Moderate	Yellowish Gray	Yellowish Gray	-
	Cz.sucrose	Moderate	Yellowish Gray	Yellowish Gray	-
	N.A.	Good	Light Greenish Gray	Light Olive Gray	-
ZM3-9	ISP2	Abundant	White	Dark Yellow	-
	ISP3	Good	-	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP4	Poor	White	Light Grayish Yellowish Brown	-
	ISP5	Abundant	Light Greenish Gray	Dark Yellow	-
	ISP6	Good	-	Dark Grayish Olive	Grayish Olive
	ISP7	Abundant	Greenish Gray	Dark Yellowish Brown	Grayish Yellowish Brown
	Glu.A.	Good	White	Dark Yellow	Pale Yellow
	Cz.sucrose	Moderate	Grayish Greenish Yellow	Grayish Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	White	Grayish Yellowish Brown	Dark Grayish Yellow
ZO1-8	ISP2	Good	White	Dark Grayish Yellow	-
	ISP3	Good	White	Moderate Yellow Green	Dark Greenish Blue
	ISP4	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Abundant	White	Grayish Yellow	-
	ISP7	Abundant	Light Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	Glu.A.	Poor	White	White	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Yellowish White	-
	N.A.	Good	White	Yellowish White	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเจริญและสีของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* บนอาหารต่างๆ (ต่อ)

รหัส	อาหาร	การเจริญ	สีของเส้นใยอากาศ	สีของเส้นใยอาหาร	สีของรงควัตถุที่ละลายน้ำ
ZZ1-3	ISP2	Abundant	-	Grayish Yellow	-
	ISP3	Good	Greenish Gray	Grayish Yellow	-
	ISP4	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP5	Good	White	Grayish Yellow	-
	ISP6	Moderate	-	Grayish Yellow	-
	ISP7	Good	Greenish Gray	Moderate Yellowish Brown	-
	Glu.A.	Moderate	White	Pale Yellow	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Grayish Yellowish Brown	-
	N.A.	Moderate	-	Moderate Greenish Yellow	-
ZZ1-7	ISP2	Good	White	Grayish Greenish Yellow	Light Greenish Yellow
	ISP3	Good	Greenish Gray	Yellowish Gray	Yellowish Gray
	ISP4	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	Grayish Greenish Yellow
	ISP5	Moderate	Pinkish White	Grayish Yellowish Pink	-
	ISP6	Good	White	Yellowish Gray	-
	ISP7	Moderate	White	Light Grayish Yellowish Brown	-
	Glu.A.	Poor	White	Yellowish Gray	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Pale Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	White	Pale Greenish Yellow	-
ZZ2-1	ISP2	Good	Greenish Gray	Dark Grayish Yellow	-
	ISP3	Abundant	Greenish Gray	Light Olive	-
	ISP4	Moderate	Greenish Gray	Dark Grayish Yellow	-
	ISP5	Good	Greenish Gray	Grayish Greenish Yellow	-
	ISP6	Moderate	White	Grayish Yellow	-
	ISP7	Abundant	Greenish Gray	Light Grayish Olive	-
	Glu.A.	Moderate	White	Yellowish White	-
	Cz.sucrose	Moderate	White	Grayish Greenish Yellow	-
	N.A.	Good	White	Yellowish White	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rRNA gene ของเอนโดไฟติกแอกติโนมัยสีทที่แยกได้

>*Jiangella* sp. KE2-3 (1508 bp)

```
GTTTGTATCCTGGCTCAGGACGAAAGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGC  
GAACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACCTGCCTTCAGCTCTGGGATAAGCCTGGGAAACTGGGTCTAATACCGGATATGACGTGCCA  
CCGCATGGTGTGTGCGTGGAAAGTTTTTCGGCTGGAGATGGACTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAGTGGCCATACCAAGG  
CGATGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGG  
AATATTGCGCAATGGCGGAAAGCCTGACGACGCAACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTTCAGCGCTGA  
CGAAGCCTTCGGGTGACGGTAGGGCGAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGT  
GTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGTAGGGGCTGTGTGCGTCTGCTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTG  
GATACGGGCAGGCTAGAGTCCGGCAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGGAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTG  
GCGAAGGGCGGTCTCTGGCCGCTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGAACAGGATAGATACCCCTGGTAGTCCACGC  
CGTAAACGTGCGGCTAGGTGTGGGTCCCTTCACCGGGTCCGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCCGCTGGGGAGTACG  
GCCGAAGGCTAAAACCTAAAGGAATGACGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACC  
TTACCTGGGTTTACATACACGGAAATCCGGCAGAGATGTGGGTCCCTTTAGGGTCTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAG  
TTCGTGTGCGTAGATGTTGGGTTAAGTCCCGAACGAGCGCAACCTCGTCCCATGTTGCCAGCGGGTTATGCCGGGGCATGAG  
GAGACTGCCGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCAATCATGCCCTTATGTCCAGGGCTTACGCATGCTACAA  
TGCCCGGTACAAAGGGCTCGGATACCGTAAGGTGGAGCGAATCCAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGAC  
CCCGTGAAGTTGGAGTCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCGTCAAG  
TCCATGAAGTCCGTAAACCCGAAGCCATGGCCTAACCCCTTGTGGGAGGGAGTGGTCAAGGTGGGACTGGCGATTAGGACGAA  
GTCGTAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGCGGCTGGATCACCTCC
```

>*Jiangella* sp. ZM2-6 (1437 bp)

```
CCCTTCGGGGTACTCGAGCGCGAAGCGGTGAGTAACACGTGGGTAACCTGCCTTCAGCTCTGGGATAAGCCTGGGAAACTGGGTG  
TAATACCGGATACGACACGCGACCGCATGGTGTGTGTGAAAGTTTTCGGCTGGAGATGGACTCGCGCCCTATCAGCTTGTG  
GTGGGGTAGTGGCTACCAAGGCATGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACT  
CCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCAATGGCGGAAGCCTGACGACGCAACCGCGGTGAGGGATGACGGCCTTCGGGT  
GTAAACCTCTTTTCAGCGTACGAAAGCCTTCGGGTGACCGGTGACGGTGCAGAAAGCGGCTAACCTAACCTGACGCGAGCCGCG  
TAATACGTAGGGTGCAGCGTGTTCGGGAATTTTGGGCGTAAAGGGCTCGTAGGGGTTTGTGCGCTGTGTGAAAGCCGGG  
GCTTAACCCCGGGTCTGACAGTGGATACGGGCAGGCTAGAGTCCGGCAGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGGAATGCGCA  
GATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTCTCTGGCCGGTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGAT  
TAGATACCTGGTAGTACACCGGTAAACGTTGGGCGTGGGTTCCCTTCACGGGATCCGTCAGTGTGCGGATTAACCGCATT  
AGCGCCCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATGACGGGGCCCGCACAGCGCGCGAGCATGCGGATTA  
ATTGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTGACATACCGGAATCCGGCAGAGATGTGGGTCTTTTAGGGTCTGTGACA  
GGTGGTGCATGGTGTCTGACGCTGCTGTGAGATGTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCTGTCATGTTGCGCAG  
GGGTTATCCCGGGACTCATGGGAGACTGCGGGGCTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCCCTTATGTC  
CAGGGCTTCACGCATGCTCAATGGCCGCTACAAGGGCTCGGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCAAAAGCCGGTCTCAGGTT  
GGATCGGGTCTGCAACTCGACCCGTTGAAGTTGGAGTGGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGG  
CTTGTACACACCGCCCGTCACTCATGAAAGTCCGTAACACCCGAAGCCATGGCCTAACCCCTTGTGGGAGGGAGTGGTCAAGG  
TGGGACTGGCGATTAGGACGAAGTCTGAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGCGGCTGGAT
```

>*Asanoa* sp. BR3-1 (1495 bp)

```
GTTTGTATCCTGGCTCAGGACGAAAGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGC  
GAACGGGTGAGTAACACGTGAGTAACCTGCCTTCGGGATAACCTCGGAAACGGGGGCTAATACCGAATATCCACGGCCG  
ATCGCATGGTGGTGTGAAAGTTTTCGGCCCTGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGGTGATGGCCTACCAAGG  
CGACGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGG  
AATATTGCAACAATGGGCGGAAGCCTGATGACGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTTCAGCAGGGA  
CGAAGCGAGAGTACCGGTACCTGCAGAAAGCGCGGCCAAGCTACGTGCCAGCAGCCGGTAAGACGTAGGGCGCGAGCGTTGT  
CCGGATTTATTGGGCGTAAAGGCTGTAGGGGCTTGTGCGCTGTGAAATCCCGTGGCTCAACTGCGGGCTTCAGCGCGA  
TACGGGCAGGCTAGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGC  
GAAGGCGGGTCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGAACAGGATAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTG  
TAAACCTTGGGCGCTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTCTCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCCGCTGGGGAGTACGGC  
CGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGATGACGGGGCCCGCACAGCGGGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTT  
ACCTGGGTTTACATCACCGAAAACCTCCAGAGATGGGAGGTCCTTCGGGGCGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTC  
GTGCTGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGGTTATGCCGGGGACTCATCGAAG  
ACTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCCCTTATGTCCAGGGCTTACGCATGCTACAATGG  
CCGGTACAATGGGCTGCCATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGCTGCAACTCGACCCC  
GTGAAGTCCGAGTCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTCACTCA  
CGAAAGTCCGGCAACACCGAAGCGGTGGCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCTG  
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGCGGCTGGA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>*Dactylosporangium* sp. KE1-1 (1503 bp)

GTTTGTATCTGGCTCAGGACGAACCGTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGC
 GAACGGGTGAGTAACACGTGAGTAACCTGCCCTTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGGCTAATACCGGATATTCATGCTGG
 ACGGCATCGTTGGTGTGAAAGTTTTCGGCTGGGATGGCTCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGG
 CGACGCGGTGAGCGGCTGAGAGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGGAACCGGTTGGG
 AATATTGCACAATGGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGAAGGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCGACAGGGA
 CGAAGCGTGTGAGTACGGTACCTGGAGAAGAAGCGCCGCCAATACGTGCCAGCAGCGCGGTAAGACGTAGGGCGCGAGCGTTGT
 CCGGATTTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGGCTTGTTCGCTCAGCTGTGAAAACCCGACAGTCAACTGTGGGCTTCAGCTGA
 TACGGGACGGTGTGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCCTGTGTGAGCGGTAAGATCCGCAGATACAGGGAACACCGGTTGGC
 GAAGCGGGTCTCTGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTG
 TAAACGTTGGGCGTAGTGTGGGGGGCTCTCCGGTCTCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGC
 CGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATGACGGGGGGCCGCACAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGCAAGAACCTT
 ACCTGGGTTGACATGTTCCGTAATCCGGCAGAGATGTCCGGTCTTCGGGGCCGTTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGACGCTC
 GTGTGAGAGATGTTGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCGATGTTGCCAGCGGTTCCGGCGGGGACTCATCGAAGA
 CTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCCAGGGCTTACGGATGCTACAATGGC
 CGGTACAAGGGTGTGCATACCCTGAGGTGGAGCGAATCCAAAAAGCCGCTCAGTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCG
 TGAAGTCGAGTGTAGTAAATCGCAGATCAGCAATGCTCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCCCGCTCAGTAC
 GAAAGTCGGCAACACCCGAAGCGGTGGCCCAACCCTTCTGGAGGGAGCCGTCGAAGTGGGGCTGGCGAATGGGACGAAGTCGT
 ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGGGCTGGATCACCTCC

>*Jishengella* sp. AN1-5 (1432 bp)

GGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGCGAACGGGTGAGTAACACGTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGG
 GCTAATACCGGATATTACTGCTGGACGCATGTTGGTGGTGGAAAGTTTTCGGCTGGGATGGGCTCGCGCCTATCAGCTTGT
 GGTGGGGTGTGACCTACCAAGCGGACGACCGGTAGCCGCTGAGAGGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGAC
 CCTACCGGGAGGCGAGCTGGGAAATTTGCACAATGGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCTTCGGG
 TTGTAAACCTCTTTCAGCAGGCAAGCGCAAGTGAAGTACCTGAGAGGAAGCGCCGCAACTACGCTGCCAGCAGCAGCCGCGGT
 AAGACGTAGGGCGGAGCGTGTCCGGATTTATGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGGTTGTCCGCTGACTGTGAAAACCCGTTGG
 CTCAACTCGGGGCTGCAGTCGATACGGGCGAGCTAGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGCTGAGCGGTGAATGCCGAG
 ATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTCTCTGGGCGTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATT
 AGATACCCTGGTAGTCCAGCTGTAACCGTGGGCGTGGTTCGGGGCCCTTCGCTGTCTGCGGAGCAACCGGATTAAGGATTA
 GCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATGACGGGGGGCCGCACAAGCGCGGAGCATGCGGATTA
 TTCGATGCAACCGAAGAACCTTACCTGGGTTGACATCGCCGGAATCCTGCAGAGATGTGGGTCCTTCGGGGCCGTGACAGG
 TGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTGTCTGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCGATGTTGCCAGCGC
 GTTATGGCGGGACTCATCGAAGACCTCGCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGATGACGCTCAAGTCAATGCCCTTATGTTC
 GGGCTTACGCGATGCTACAATGGCGGTACAATGGGCTGCGATACCGTAGGTTGGAGCGAATCCAAAAAGCCGCTCAGTTCGG
 ATCGGGTCTGCAACTCGACCCGTTGAAGTCGGAGTTCGCTAGTAAATCGCAGATCAGCAACCGCTCGGTTGAATACGTTCCCGGGCCT
 GTACACACCCCGCTCAGCTCAGCAAGTTCGGCAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGTGGG
 GCTGGCGATTGGGACGAAGTCTGTAACAAGGTAGCCCTACCGGAAGTTCGGCTGGA

>*Jishengella* sp. AN1-14 (1406 bp)

TGGCTCAGGACGAACCGTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
 AGTAACCGTGGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGGCTAATACCGAATATTCATCATGGGCGCATGT
 TTGTGGGTGAAAGTTTTCGGCTGGGATGGGCTCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAAATGGCTACCAAGCGGACGACGG
 GTAGCCGCTGAGAGGGCGACCGGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAAATATTGCA
 CAATGGCGGAAACCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGCGAAGCGGCA
 AGTGAAGTACCTGCGAAGAACCGCGCCAACTACGTGCCAGGAGCGGTAAGACGTAGGGCGGAGCTTGTCCGGATTTA
 TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGGCTTGTCCGCTGACTGTGAAAACCCGTTGGCTCAACTGCGGGCCTGCAGTCGATACGGCAG
 GCTAGAGTTCGGTAGGGAGACTGGAATTCCTGTTAGCGGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGGG
 TCTCTGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTG
 GCGCTAGGTGGGGGCTCTCCGTTCTCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGATACGGCCGCAAGGCT
 AAAACTCAAAGGAATGACGGGGCCGCACAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGGCAAGAACCTTACTGGGTT
 TGACATCGCCGAAATCCTGCAGAGATGTGGGTTCTTCGGGGCCGGTGCAGGTTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGA
 GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCGTTGATGTTGCCAGCGGCTTATGGCGGGGACTCATCGAAGACTCGCCGG
 TCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCCCTATGTCAGGGCTTACAGCATGCTACAATGCCCGGTACAA
 TGGGCTCGGATACCGTAGGTTGAGCGAATCCAAAAAGCCGCTCAGTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTTCG
 GAGTTCGCTAGTAAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCCCGCTCAGTTCAGGAAAGTCG
 GCAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTT

>*Jishengella* sp. AP1-2 (1473 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGGCTAATACCGAATATTCATCATGGGCGCATGTTG
 TGGTGGAAAGTTTTCGGCTGGGATGGGCTCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAAATGGCTACCAAGGGCAGCAGGGTA
 GCCGGCTGAGAGGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGACTGGGGAAATATTGACAA
 TGGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGAGCGAAGCGCAAGT
 GACGTTACCTGAGAAAGCGCGCCCAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAAGACGTAGGGCGGAGCGGTTGTCCGGATTTATTG
 GCGTAAAGACTCGTAGGGCGGCTTGTCCGCTGACTGTGAAAACCCGTTGGCTCAACTGCGGGCCTGCAGTCGATACGGGCAAGCT
 AGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGTTAGCGGTGAAATCCGCGAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCAAGCGGGTCT
 CTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGC
 GTAGAGTGTGGGGGCTCTCCGGTCTCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGATACGGCCGCAAGGCTAAA
 ACTCAAAGGAATGACGGGGCCCGCAAGCGGGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGGCAAGAACCTTACTGGGTTGA
 CATGCGCGGAAATCCTGCAGAGATGTGGGTCCTTCGGGGCCGGTGCAGGTTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGAGT
 GTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGCTTATGGCGGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTC
 AACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCCCTATGTCAGGGGCTTACGCGATGCTACAATGGCCGCTACAATGG
 GCTCGATACCGTAGGTTGAGGCGAATCCAAAAAGCCGCTCAGTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTTCGAG
 TCGTAGTAAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCCCGCTCAGTTCAGGAAAGTCG
 ACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGAGGGAGCGCTCGAAGTGGGGTGGGACTGGGACGAAGTGTAAACAGGTAGCC
 GTACCGGAAGG

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของกรมวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพมหานคร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>*Jishengella* sp. AX1-4 (1475 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGCTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGGGCTAATACCGGATATTACTGCTGACGCATGTTTGG
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAG
CCGCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
GGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCGCAAGTG
ACCGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGCGAGCCTGTCCGGATTTATTGG
GCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGACTGTGAAAACCCGTGGCTCAACTCGGGGCTGCAGTCGATACGGGCAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGTGGCGAAGCGGGTCTC
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
CTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGACGTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAA
CTCAAAGGAATGACGGGGCCCGCACAAAGCGGGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATCGCCGGAATCTCACAGAGATGTGGGTCTTCGGGGCCGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGTGAGATG
TTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTTCGATGTTGCCAGCGCTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTCA
ACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCAGGGCTTACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
CTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCGCTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCCCGCTCAGCTCAGCAAGGTGGGAA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCTGTAACAAGGTAGCCG
TACCGGAAGGTGC

>*Jishengella* sp. CL2-1 (1473 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGCTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGGGCTAATACCGAATATTACTCATGGCGCATGTTTGG
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAAATGGCCACCAAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCGCAAGT
GACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCCAACTAGGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGCGAGCCTGTCCGGATTTATTGG
GGGTAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGACTGTGAAAACCCGTGGCTCAACTCGGGGCTGCAGTCGATACGGGCAGGCT
AGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGCTCT
CTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGTAACCGGATTAAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGC
GCTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGACGTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATGACGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTTGA
CATCGCCGGAATCTGCAGAGATGTGGGTCTTCGGGGCCGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGTGAGATG
TTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGGAGTGGGTCTTCGGGGCCGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGTGAGATG
AACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCAGGGCTTACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGG
GCTCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCGCTGAAGTCGGAG
TCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCCCGCTCAGCTCAGCAAGGTGGGCA
ACACCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCTGTAACAAGGTAGCC
GTACCGGAAGG

>*Jishengella* sp. CL2-5 (1475 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGCTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGGGCTAATACCGGATATTACTGCTGACGCATGTTTGG
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAG
CCGCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCGCAAGT
ACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGCGAGCCTGTCCGGATTTATTGG
GCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGACTGTGAAAACCCGTGGCTCAACTCGGGGCTGCAGTCGATACGGGCAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGGTCTC
TGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
CTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGACGTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAA
CTCAAAGGAATGACGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTTGA
ATCGCCGGAATCTGCAGAGATGTGGGTCTTCGGGGCCGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGTGAGATG
TTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTTCGATGTTGCCAGCGCTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTCA
ACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCGAGGGCTTACCGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
CTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCGCTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCCCGCTCAGCTCAGCAAGGTGGGCA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCTGTAACAAGGTAGCCG
TACCGGAAGGTGC

>*Jishengella* sp. CP1-1 (1411 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGCTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCTCGGAAACGGGGGCTAATACCGAATATTACTCACGGGCGCATGTTTGG
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAG
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCGCAAGT
GACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGCGAGCCTGTCCGGATTTATTGG
GGGTAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGACTGTGAAAACCCGTGGCTCAACTCGGGGCTGCAGTCGATACGGGCAGGCT
AGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGGTCT
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
GCTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGACGTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATGACGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTTGA
CATCGCCGGAATCTGCAGAGATGTGGGTCTTCGGGGCCGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGTGAGATG
TTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTTCGATGTTGCCAGCGCTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTCA
AACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCAGGGCTTACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGG
GCTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCGCTGAAGTCGGAGT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCGCTACGCTACGAAAGTCGGCA
ACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCTTGTGGAGG

>Micromonospora sp. AN1-19 (1478 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
AGTAACACGTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCTCGAAACGGGGGCTAATACCGAATACGACCTTCTGCCGATGGT
GGGGGTGAAAGTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCCCTACCAAGGCGACGACGGG
TAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCAC
AATGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCTTCCGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGCGAAGCGCAA
GTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACAACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGGAGCGTGTCCGGATTTAT
TGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGACCGTGAACCTTGGGGCTCAACCCCAAGCCTCGCGTGCATACGGGCAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGGT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAAACCTTGG
GCGTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTCTCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGCGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTT
GACATGGCCGAAAACCTCCAGAGATGGGGGCTCTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGGTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGG
TCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCATCATGTCGCCCTTATGTCCAGGGCTTACCGCATGCTCAATGGCCGGTACAAT
GGGTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCCAAAAGCGGCTCAGTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGG
AGTGCCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGG
CAACACCGAAGCCGTGGCCCAACCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTACAAAGGTAG
CCGTACCGGAAGGTGC

>Micromonospora sp. AN1-32 (1405 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
AGTAACACGTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCTCGAAACGGGGGCTAATACCGAATATGACTGCGCATCGCATGGT
GTGTGGTGAAGTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCCCTACCAAGGCGACGACGGG
TAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCAC
AATGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCTTCCGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGCGAAGCGTAA
TCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCATCATGTCGCCCTTATGTCCAGGGCTTACCGCATGCTCAATGGCCGGTACAAT
TGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGACCGTGAACCTTGGGGCTCAACCCCAAGCCTCGCGTGCATACGGGCAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGGT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGG
CGCTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTCTCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGCGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTT
GACATGGCCGAAAACCTGTCAGAGATGGCAGGCTCCTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGGTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGG
TCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCATCATGTCGCCCTTATGTCCAGGGCTTACCGCATGCTCAATGGCCGGTACAAT
GGGTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCCAAAAGCGGCTCAGTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGG
AGTGCCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGG
CAACACCGAAGCCGTGGCCCAACCCTTGTGGAGGGAGCCGTC

>Micromonospora sp. AN1-37 (1420 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
AGTAACACGTGAGCAACCTGCCCGAGGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACTCCGATCGCATGGT
TGTGGTGAAGTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCCCTACCAAGGCGACGACGGG
TAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCAC
AATGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCTTCCGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGCGAAGCGTAA
GTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACAACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGGAGCGTGTCCGGATTTAT
TGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGCTTGTCCGCTGACGCTGAGGATAACCCCGGACTCAACTGCGGAGTACCGCATGCTCAATGGCCGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGGT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGG
CGCTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTCCCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGCGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTT
GACATGGCCGAAAACCTGTCAGAGATGGCAGGTCCTTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGGTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGG
TCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCATCATGTCGCCCTTATGTCCAGGGCTTACCGCATGCTCAATGGCCGGTACAAT
GGCTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCCAAAAGCGGCTCAGTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGG
AGTGCCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGG
CAACACCGAAGCCGTGGCCCAACCCTTGTGGAGGGAGCCGTC

>Micromonospora sp. AN2-6 (1478 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
AGTAACACGTGAGCAACCTGCCCAAGCTTTGGGATAACCCTCGAAACGGGGGCTAATACCGAATATACTTCTGGCCGATGGC
TGGGGGTGAAAGTTTTCGGCTTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCCCTACCAAGGCGACGACGGG
TAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCAC
AATGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCTTCCGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGCGAAGCGGAA
GTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACAACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGGAGCGTGTCCGGATTTAT
TGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTGACCGCTGAAACCTTGGGGCTCAACCCCAAGCCTGCGGTCGATACGGGCAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGGT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGG
GCGTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTCCCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGCGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACGCGAAGAACCTTACCTGGGTTT
GACATGGCCGAAAACCTCCAGAGATGGGGGCTCCTTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGG
TCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCATCATGTCGCCCTTATGTCCAGGGCTTACCGCATGCTCAATGGCCGGTACAAT
GGGTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCCAAAAGCGGCTCAGTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGG

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCTTGACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGG
CAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGAGCCGTCGAAGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAG
CCGTACCGGAAGGTGC

>*Micromonospora* sp. AN3-10 (1417 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTCGAGCAACCTGCCTTAGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACCTCTGGACGCATGCTTGG
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCCTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCGACGACGGGTAG
CCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAATATTGCACAAT
GGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGCGTAAGTG
ACGGTACCTGCAGAGAAGCACCAGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAAGGCTGTCGTAAGTGGCGGATTTATTGG
GCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGACCGTGAACCTTGGGGTCAACTCCAAGCCTGCGGTGATACGGGCAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTCTC
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
CTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGTAACGCATTAAAGCGCCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
CTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGACAAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATGGCCGCAAACTTSCAGAGATKRRRGTCTTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGCTGCTCAAGTGGCTGCGTAGATG
TTGGGTTAAGTCCCAGAACGAGCGCAACCCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGCTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGGTCA
ACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCAGGGCTTACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
CTCGGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGCTCTCAGTTCGGATCGGGGCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGGCAA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGAGCCGTC

>*Micromonospora* sp. AP1-5 (1475 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTCGAGTAACCTGCCTTAGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACCTTGTCCGCATGGGGTT
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCCTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCGACGACGGGTAG
CCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAATATTGCACAAT
GGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGCGTAGTG
ACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGCGCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAAGGCTGTCGTAAGTGGCGGATTTATTGG
GCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGACCGTGAACCTTGGGGTCAACCCCAAGCCTGCGGTGATACGGGCAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTCTC
TGGGCCGATACTGAGCCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
CTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGTAACGCATTAAAGCGCCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
CTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGACAAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATGGCCGCAAACTTCCAGAGATGGGAGTCTTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCGTAGATG
TTGGGTTAAGTCCCAGAACGAGCGCAACCCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGCTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGGTCA
ACTCGGAGGAAGTGGGGATGAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCAGGGCTTACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
TTGCGATGCCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGCTCTCAGTTCGGATCGGGGCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGGCAA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGAGCCGTCGAAGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCG
TACCGGAAGGTGC

>*Micromonospora* sp. CZ1-1 (1472 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTCGAGCAACCTGCCTTAGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACCTTGCACCGCATGGTGT
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCCTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCGACGACGGGTAG
CCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAATATTGCACAAT
GGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGCGTAGTG
ACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGCGCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAAGGCTGTCGTAAGTGGCGGATTTATTGG
GCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGACTGTGAAAACCCGCGACTCAACTCGGGGCTGCGTGCATACGGGCAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTCTC
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
CTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGTAACGCATTAAAGCGCCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
CTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGACAAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATGGCCGCAAACTTGTACAGATGGCAGTCTTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCGTAGATG
TTGGGTTAAGTCCCAGAACGAGCGCAACCCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGCTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGGTCA
ACTCGGAGGAAGTGGGGATGAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCAGGGCTTACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
CTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGCTCTCAGTTCGGATCGGGGCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGGCAA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGAGCCGTCGAAGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCG
TACCGGAAGG

>*Micromonospora* sp. KG1-3 (1417 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTCGAGCAACCTGCCTTAGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACCTCCGATCGCATGGTGT
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCCTGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCGACGACGGGTAG
CCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAATATTGCACAAT
GGGCGGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGCGTAGTG
ACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGCGCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAAGGCTGTCGTAAGTGGCGGATTTATTGG
GCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGACTGTGAAAACCCGCGACTCAACTCGGGGCTGCGTGCATACGGGCAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTCTC
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
CTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGTAACGCATTAAAGCGCCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
CTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGACAAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATGGCCGCAAACTTGTACAGATGGCAGTCTTCGGGGCGGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCGTAGATG
TTGGGTTAAGTCCCAGAACGAGCGCAACCCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGCTTATGGCGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGGTCA

เอกสารนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพมหานคร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCAGGGCTTCACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
CTGCATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTCGGCAA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTC

>Micromonospora sp. KK1-2 (1474 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGGCAACGGGTGAGT
AACACGTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACCTGGTGCATGATTGG
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCTGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCACGACGGGTAG
CCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
GGGCGGAAGCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCGTAAGTG
ACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAGACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGATTTATTGG
CGCTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTCCGCTCAGCTGTGAAAACCCGACGCTCAACTCGCGGCTCGAGTCGCATCGGGGAGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGTCTC
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGGG
CTAGGTGTGGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAA
CTCAAAGGAATTCAGCGGGCCGCAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATCGCCGGAATTCCTCAGAGATGGGGGGTCTTCGGGGCCGGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTGAGATG
TTGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTCA
ACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCAGGGCTTCACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
CTGCATAACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTCGGCAA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGC
CGTACCCGAAGG

>Micromonospora sp. SC1-2 (1436 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGGCAACGGGTGAGT
AACACGTGAGCAACCTGCCCGAGGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACCTTGCACCGCATGGTGT
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCTGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCACGACGGGTAG
CCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
GGGCGGAAGCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCGTAAGTG
ACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAGACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGATTTATTGG
CGCTAAAGAGCTCGTAGGCGTGTCTCGCTCAGCTGTGAAAACCCGACGCTCAACTCGCGGCTGCAGTCGATACGGCGAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGTCTC
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGGG
CTAGGTGTGGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAA
CTCAAAGGAATTCAGCGGGCCCGCAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATGGCCGCAAAACTGTCAGAGATGCAAGGTCCTTCGGGGCCGGTACAGGTGCTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTGAGATG
TTGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTCA
ACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCAGGGCTTCACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
CTGCATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGT
CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTCGGCAA
CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGC

>Micromonospora sp. ZM2-2 (1464 bp)

GACGAACCGTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGGCAACGGGTGAGTAACAC
GTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGGATACAACCTTGTGTCGATGACTGGGGGTG
GAAAGTTTTTCGGCTGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCACGACGGGTAGCCGGC
CTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAAATGGCCG
GACCGCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCCGGTGTGGCGT
ACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAGACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGATTTATTGGCGTA
AAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGACGCTGAAAACCTTGGGGCTCAACCCCAAGCCTGCGGTGCATACGGGAGGCTAGAGTT
CGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAAACCTGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGTCTCGGG
CGATACTAGCCTGAGGAGCGAAGCGTGGGGAGCGAACGCTTATAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGCGTAGG
TGTGGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACTCAA
AGGAATTGACGGGGGGCCGCACAAGCGGGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGACATGCC
CGCAAAAACCTTCAGAGATGGGGGGTCTTCGGGGGGCGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTGAGATGTTGGG
TTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTCAACTCG
GAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCAGGGCTTCACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGCTGCG
ATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGTCGCTA
GTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTCGGCAACCC
GAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCGTACCC
GA

>Micromonospora sp. Z01-2 (1475 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGGCAACGGGTGAGT
AACACGTGAGCAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCCCGGAAACCGGGGCTAATACCGAATATGACCTCCGATCGCATGGTTGG
TGGTGGAAAGTTTTTCGGCTGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCACGACGGGTAG
CCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
GGGCGGAAGCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCGTAAGTG
ACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAGACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGATTTATTGG
GCCTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGACCGTAAAACCTTGGGGCTCAACCCCAAGCCTGCGGTGCATACGGGAGGCTA
GAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAAACCTGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGTCTC
TGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAGCGTGGGGAGCGAACGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGGG
CTAGGTGTGGGGGGCTCTCCGGTTCCTGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAA
CTCAAAGGAATTCAGCGGGGGCCGCACAAGCGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGGAAGAACCTTACCTGGGTTTGAC
ATGGCCGCAAAAACCTGTCAGAGATGGCAGGTCTTTCGGGGGGCGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTGAGATG

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TTGGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTATGGCGGGGACTCATCGAAGACTGCCGGGTCA
 ACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCAGGGCTTCACGCATGCTACAATGGCCGGTACAATGGG
 CTGCGATACCGTGAGGTGAGCGAATCCCAAAAAGCCGCTCTCAGTTCGGATCGGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGT
 CGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTAACACCCGCGCTCACGTACAGAAAGTCGGCAA
 CACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGAGGGAGCCCTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCG
 TACCCGAAGGTGC

>*Phytohabitans* sp. KK1-3 (1485 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGTTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
 AGTAACACGTGAGTAACCTGCCCTAGGCTTTGGGATAACCTCGGAAACGGGGCTAATACCGGATATCCCGCGGGATCGCATGG
 TTTTGTGGGGAAAGATTTTTTGGCTTGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCAGCAGC
 GGTAGCCGCCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGC
 ACAATGGGCGGAAGCTGATGACGCGACCGCCGCTGAGGATGACGGCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGCT
 AAGTGACCGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCCAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAGACGTAGGGCGCAGCGTTGTCGGATT
 ATTGGGCGTAAAGACTCGTAGGGGCTTGTGCGCTGACTGTGAAATCCCGTGGCTCAACTGCGGGTCTGAGTCGATACGGGCA
 GGCTAGAGTTCCGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGTGGCGAAGGGCG
 GTCTTGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTT
 GGGCGCTAGGTGTGGGGGCTCTCCGGTTCTCTGTGCCGACGTAACGCATTAAAGCCCCCGCTAGGGAGTACGGCCGCAAGGC
 TAAACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGAGCATGCGGATTAATTCGATGCAACCGCAAGAACCCTTACCTGGGT
 TTGACATCGCCGAAATCTTCCAGAGATGGGGGCTCTTCGGGGCCGGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTGAGTCTGCTGCTG
 AGATGTTGGGTAAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCTCGTTCGATGTTGCCAGCGGTTCCGGCCGGGACTCATCGAAGACTGCCGG
 GTCACCTCGGAGGAAAGTACGCTCAAGTCAACTCATCGCTTATGTCAGGGCTTACAGCATGCTACAATGGCCGGTACAA
 AGGGCTGCGATACCGTGGGTGGAGCGAATCCCAAAAAGCCGCTCTCAGTTCGGATCGGGGCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCG
 GAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTAACACCCGCGCTCACGTACAGAAAGTCG
 GCAACCCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGAGGGAGCCCTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGT
 GCCGTACCCGAAGGTGCGCTGC

>*Kutzneria* sp. BR3-4 (1432 bp)

CCCTTCGGGTTACACGAGCGGCAACGGGTGAGTAACACGTTGGGCAACCTGCCCTGCACTCTGGGATAAGCCCGGAAACTGGGTC
 TAATACCGGATATGACCTTGGGTGCATGATCTGAGGTGAAAGTTCCGGCGGTGCAGGATGGGCCCGCGCCCTATCAGCTTGTG
 GTGGGTTAGTGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAGCCCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACT
 CCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGGCAATGGGCGAAAGCCTGACGCAGGACGCCGCTGAGGGATGACGGCTTCGGGT
 TGTAAACCTCTTTCAGCAGGCAAGCGAAGTGCAGGTAACCTGCAGAGAAGCACCAGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGGTA
 ATACGTAGGTTAGTGCAGCGTGTCCGGAATATTGGGCGTAAAGAAATTGACGGGGCCCGCAACGCGGAGGCATGGGATTAAT
 TTAAGTGTGGGCTTGCAGTCGATACGGGCAAGCTTGCAGTTCGGTAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGA
 TATCAGGAGGAACAGCGGTGGCGAAGGGCTCTTGGGCCGATACTGAGGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTA
 GATACCTTGGTAGTCCACGCCGTAACCGTGGGAACTAGGTGTGGGGGCTTCCACGTCCTCGGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGT
 TCCCCCGCTGGGAGTACGGCGCGAAGGCTAAACTCAAAGAAATTGACGGGGCCCGCAACGCGGAGGCATGGGATTAAT
 CGATGCAACCGCAAGAACCCTTACCTGGGCTTGCATGCAGTGGAAACAGTAGAGATATTGGCCCGCTTGTGGCCGGTGTACAGGT
 GGTGCATGGCTGTGCTGAGCTGCTGCTGAGATGTTGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTCGTTCATGTTGCCAGCGCG
 TAATGGCCGGGACTCATGGGAGACTGCCGGGCTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTATCATGCCCTTATGTCCAG
 GGCTTACACATGCAACTGAGCGGTACAAAGGGCTGCTAAGCGCTGAGGTGGAGCGAAGCGGCAACCGCTCTCAGTTCGGG
 TCGGGGCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGTCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCT
 GTACACCCGCGCTCACGTACAGAAAGTCGGTAACCCGAAAGCCGTTGGCCCAACCCTAAGGGAGGGAGCTGTGCAAGGTGGG
 ACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCGTACCCGAAGGTGCGGCTGGA

>*Saccharopolyspora* sp. AK1-2 (1439 bp)

CCGCTTCGGTGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGTAACACGTTGGGTAATCTGCCCTGCACTCTGGGATAAGCCTTGGAAACGAGG
 TCTAATACCGGATATGACACCGAAGGCATCTCTGTGTGTGGAAGTTCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCCTATCAGCTTG
 TTGATGGGTTAGTGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAGCCCGCTGAGAGGTTGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAG
 ACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATCTTGCAGCAATGGGCGAAAGCCTGACGCAGCAACCGCGCTGGGGATGACGGCTTCG
 GGTGTAACCTCTTTCGACAGGACGAAGCTTTCGGGTGACGTTACCTGTAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCG
 CGGTAATACGTAGGTTGCGAGCTTGTCCGGATTATTGGGCTTAAAGAGCTCGTAGGGGTTTGTGCGGTGCGCCGTAACCCCT
 CGAGCTTAACTGTGGGCTGCGGTGATACGGGCAAGCTTGCAGTTCGGCAGGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGC
 GCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTCTTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAGCGCAACCCCTTACCTACG
 GATTAGATACCTGGTAGTCCATGCCGTAACAGTTCGGGCTAGGTGTGGGGATGGGTTCCACCGTTTCCGTGCCGTAGCTAACGC
 ATTAAGCCCGCCCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAACGCGCGGAGCATGTGG
 ATTAATCGATGCAACCGGAAGAAGCTTACCTGGTTCGATGCTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTACCTACG
 TACAGGTGGTGCATGGCTGCTGACGTCGCTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTACCTACGTTGCG
 CAGCGGTTATGCCGGGACTCGTGGGGACTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCTTA
 TGCCAGGGCTTACACATGCTACAATGGCTGTTACAGAGGCTGCGTACCGTGGGTTGAGGTGGAGCGAATCCCTTAAAGCCGGTCTCA
 GTTCGGATCGGGTCTGCAACTCGACCCCGTGAAGTCGGAGTCGATAGTAAATCGCAGATCAGCATGCTGCGGTGAATACGTTCCC
 GGGCCTTGTACACCCGCGCTCACGTATGAAAGTCGGTAACCCGAAAGCCGTAAGGGAGGGAGCTGTGCAAGGTGGG
 GGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCGTACCCGAAGGTGCGGCTGGAT

>*Microbispora* sp. AN2-5 (1415 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGTTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
 AGTAACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACACTCCTCCGATGGT
 GTGGGTGTGGAAGTTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCAGCAGC
 GGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGC
 GCAATGGGCGAAGCCTGACGCAGCGACGCGGCTGGGGATGACGGCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGTTG
 ACGTGTACTGTAGAAGAGCGCGGTAACCTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGGCGCAGCGGTTGTCGGGAATATTG
 GGCGTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTGCGTCTGCCGTGAAAGCCCGTGGCTTAACTACGGGCTGCGGGTGAATACGGGAGGCT
 AGAGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGCGCTT
 CTGGGCCAGTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGG
 CTAGGTGTGGGGTCTTCCAGATTCTGTGCGGTAGCTAAGGCATTAAGCCCGCCCTGGGGATACGGCCGCAAGGCTAAAA
 CTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACCGCAACCGGAAGAACCTTACCAGGTTTGGC

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากมีการนำข้อมูลไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATACACCGAAACATTAGAGAYRGATGCCTCCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGTCAGCTCGTGTCTGAGAT
GTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTTGGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGC
CGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTCCGT
ACAGAGGTTGCGATACCGTGGAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAA
TCCGAGTCCCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCTCAGTACGAAA
GTCGGCAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCACTTGTGG

>Microbispora sp. AN2-7 (1413 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
AGTAACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACACTCCTCCGCATGGT
GTGGGTGTGAAAGTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCCATCAGCTTGTGGTGGGGTGTAGCCCTACCAAGGCGACGAG
GTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGC
GCAATGGCCGAAGCTTACGCGTACGCGAGCGCAACCCCTGTTCCATGTGCCAGCAGCCCTTCGGGTGTAAACCTTTTCAGCAGGCAAGTTG
ACGTGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGTAACCTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGGAGCGTTGTCCGGAATATTG
GGCTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTTCGTCTGCCGTGAAAGCCCGTGGCTTAACTACGGGTCTGCGGTGGATACGGGACGGCT
AGAGGCTGGTAGGGCAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGCTTG
CTGGCCAGTTCGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGCTTGGGC
GCTAGGTGTGGGGTCTTCCACGATTCCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAA
CTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCGGGCGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGTTTGAC
ATACACCGGAAACACTCRGAGAYGGATGCCTCCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGAGAT
TGTGGTTAAGTCCCGCAACGCGCAACCCCTGTTCCATGTGCCAGCAGCCCTTTGGGGTGGTGGGACTCATGGGACAGCTGC
CGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTCCGT
ACAGAGGTTGCGATACCGTGGAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAA
GTCCGAGTCCCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCTCAGTACGAAA
GTCGGCAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCACTTGT

>Microbispora sp. BR3-3 (1478 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACTCCTCCGCATGGTGTG
GGTGTGAAAGTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCCATCAGCTTGTGGTGGGGTGTAGCCCTACCAAGGCGACGACGGGT
AGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCA
ATGGGCGAAAGCCTGACGCGAGCGACCGCGTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCCTTACGAGGGACGAAGTTGACG
TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGTAACCTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCGGCTTGTCCGGAATATTGGGC
GTAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTTCGTCTGCCGTGAAAGCCCGTGGCTTAACTACGGGTCTGCGGTGGATACGGGACAGCTAGA
GGCTGGTAGGGCAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCTTGTG
GGCAGTTCGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAAGGATAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGCTTGGGCGCT
AGGTGTGGGGTCTTCCACGATCTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAACCT
AAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAACTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGTTTGACATA
CACCGAAACACTCAGAGATGGGTGCCTCCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGAGATGTT
GGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTTCCATGTGCCAGCAGCCCTTCGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGCGCC
GGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGYCGGTACA
GAGGTTGCGATACCGTAGGTGGCTTGTTCGTCTGCCGTGAAAGCCCGTTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGT
GGAGTCCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCTCAGTACGAAAAGT
GGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACCACTTGTGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGCTGCGGATTGGGACGAAGTCTGTAACAAG
TAGCCGTACCGGAAGG

>Microbispora sp. CL1-1 (1481 bp)

GGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACTCCTCCGCATGGTGTG
TGGTGTGAAAGTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCCATCAGCTTGTGGTGGGGTGTAGCCCTACCAAGGCGACGACGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCG
CAATGGGCGAAGCCTGACGCGAGCGACCGCGTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCCTTACGAGGGACGAAGTTGA
CGTGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGTAACCTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCCTTGTCCGGAATATTGG
GCTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTTCGTCTGCCGTGAAAGCCCGTTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGT
GAGGCTGGTAGGGCAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCTTGC
TGGCCAGTTCGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAAGGATAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGCTTGGGCG
CTAGGTGTGGGGTCTTCCACGATTCCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAAC
TCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCGGGGAGCATGTTGCTTAACTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGTTTGACA
TACACCGAAACACTCAGAGATGGGTGCCTCCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGAGATG
TTGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTTCCATGTGCCAGCAGCCCTTTGGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGCC
GGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTCCGTA
CAGAGGTTGCGATACCGTGGAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAG
TCGGAGTCCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCTCAGTACGAAAAG
TCGGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACCACTTGTGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGCTGCGGATTGGGACGAAGTCTGTAACA
AGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Microbispora sp. CL2-2 (1479 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACTCCTCCGCATGGTGTG
GGTGTGAAAGTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCCATCAGCTTGTGGTGGGGTGTAGCCCTACCAAGGCGACGACGGGT
AGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCA
ATGGGCGAAGCCTGACGCGAGCGACCGCGTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCCTTACGAGGGACGAAGTTGACG
GTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGTAACCTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCCTTGTCCGGAATATTGGGC
GTAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTTCGTCTGCCGTGAAAGCCCGTGGCTTAACTACGGGTCTGCGGTGGATACGGGACAGCTAGA
GGCTGGTAGGGCAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCTTGTG
GGCCAGTTCGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAAGGATAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGCTTGGGCGCT
CAGAGGTTGCGATACCGTGGAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAG
TCGGAGTCCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCTCAGTACGAAAAG
TCGGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACCACTTGTGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGCTGCGGATTGGGACGAAGTCTGTAACA
AGGTAGCCGTACCGGAAGG

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นโดยระบบอัตโนมัติของศูนย์ข้อมูลชีวสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGACCTTACCAAGGTTTGACATA
 CACCGGAAACACTCAGAGATGGGTGCCTCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTACAGTCTGTGCTGAGATGTT
 GGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCCTGTTCCATGTTGCCAGCAGCCCTTTGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 GGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCAATCCTCCCTTATGTCTTGGGCTGCAACATGCTACAATGGTTCGGTACA
 GAGGTTGCGATACCTGAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGGCCAGCCCATGAAGTC
 GGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTC
 GGCAACACCCGAAGCCCTGGCCCAACCACTTGTGGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG
 GTAGCCGTACCGAAGG

>*Microbispora* sp. KE1-2 (1444 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTACTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACTCCTCCGCATGGTGTG
 GGTGTGAAAGTTTTTTCGGTTGGGGATGGACTCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCAGCAGCGGT
 AGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCA
 ATGGGCGAAAGCCTGACGCGAGCAGCCCGCTGGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGAATATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGTGTGCGCTGCGGTGAAAGCGGTAAGCTTAACTACGGGTCTGCGGTGATACGGGAGGCTGAGATGTT
 GGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATCTCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGCGCTTCTG
 GGCCAGTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGGCT
 AGGTGTGGGGTCTTCCACGATCTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCCAAGGCTAAAAC
 AAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGACCTTACCAAGTGTGACATA
 CACCGGAAACACTCAGAGATGGTGCCTCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGCTGAGTGTGAGATGTT
 GGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCCTGTTCCATGTTGCCAGCAGCCCTTYGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 GGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCAATGCCCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTTCGGTACA
 GAGGTTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTC
 GGCAACACCCGAAGCCCTGGCCCAACCACTTGTGGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG

>*Microbispora* sp. KE1-3 (1480 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTACTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACCATTTCTCGCATGTGATG
 GTGGTGGAAAGTTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCAGCAGCGGT
 AGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCA
 ATGGGCGAAAGCCTGACGCGAGCAGCCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGAATATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGTGTGCGCTGCGGTGAAAGCGGTAAGCTTAACTACGGGTCTGCGGTGATACGGGAGGCTGAGATGTT
 GGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATCTCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGCGCTTCTG
 GGCCAGTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGGCT
 AGGTGTGGGGTCTTCCACGATCTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCCAAGGCTAAAAC
 AAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGACCTTACCAAGTGTGACATA
 CACCGGAAAGATYYRAGACRGATSCCTCCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGCTGCTGAGTCTGCTGAGATGTT
 GGGTTAAGTCCCACAACCGCTTGTCCATGTTGCCAGCAGCCCTTTGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 GGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCAATGCCCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTACA
 GAGGTTGCGATACCGTGGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTC
 GGCAACACCCGAAGCCCTGGCCCAACCACTTGTGGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG
 GTAGCCGTACCGAAGG

>*Microbispora* sp. KE2-2 (1412 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTACTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACTCCTCCGCATGGTGTG
 GGTGTGAAAGTTTTTTCGGTTGGGGATGGACTCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCAGCAGCGGT
 AGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCA
 ATGGGCGAAAGCCTGACGCGAGCAGCCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGAATATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGTGTGCGCTGCGGTGAAAGCGGTAAGCTTAACTACGGGTCTGCGGTGATACGGGAGGCTGAGATGTT
 GGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATCTCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGCGCTTCTG
 GGCCAGTCTGACGCTGAGGAGCGCAACCCCTGTTCCATGTTGCCAGCAGCCCTTTGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 AGGTGTGGGGTCTTCCACGATCTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCCAAGGCTAAAAC
 AAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGACCTTACCAAGTGTGACATA
 CACCGGAAACACTCAGAGATGGTGCCTCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGCTGCTGAGTCTGCTGAGATGTT
 GGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCCTGTTCCATGTTGCCAGCAGCCCTTTGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 GGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCAATGCCCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTACA
 GAGGTTGCGATACCGTGGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCGTCACGTACGAAAGTC
 GGCAACACCCGAAGCCCTGGCCCAACCACTTGTGGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG

>*Microbispora* sp. KE2-4 (1407 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTACTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTG
 AGTAACACGTAAGTAACTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACCATTTCTCGCATGTG
 ATGGTGGTGGAAAGTTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCAGCAGCG
 GGTAGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGC
 GCAATGGGCGGAAGCCTGACGCGAGCAGCCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGAAGTGT
 ACCTGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGAATATTG
 GGCGTAAAGAGCTCGTAGGTGGTGTGCGCTGCGGTGAAAGCGGCTGGCTTAACTACGGGTCTGCGGTGATACGGGAGGCTGAGT
 AGAGGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATCTCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGCGCTT
 CTGGCCAGTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGC

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นโดยระบบอัตโนมัติของห้องสมุดดิจิทัลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GCTAGGTGTGGGGTCTTCCACGATCTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAA
 CTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGACAAGCGGGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGGTTTGAC
 ATACACCGGAAACACTCAGAGATGGGTGCCCTCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGAGAT
 TTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCCATGTGCCAGCACGCCCTTTGGGGTGTGCGGACTCATGGGACTCG
 CGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGT
 ACAGAGGGTTCCGATACCGTGAAGTGGAGCAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTGACCCCATGAA
 GTCGGAGTCCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAA
 GTCGGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACC

>*Microbispora* sp. KE2-5 (1465 bp)

CGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGCGAACGGGTGAGTAACACGTGAGT
 AACCTGCCCTGACTCGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACATGGCCGCATGGTCTGTGTGGAAAG
 TTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCGACGCGGGTAGCCCGCTGA
 GAGGGCAGCCGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCAATGGCCGGAAG
 CCTGACGACGCGACCCCGCTGGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTACAGCAGGGACGAAGTTGACGTGTACTGTAG
 AAGAAGCCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCGTGTCCGGAATATTGGGCGTAAAGAGCTC
 GTAGGTGGCTTGTTCGCTGCGCGTGAAGCCCGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGTGTGACATACACCGGAAACG
 GCAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGCTGTGGCCAGTTCCTG
 ACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGGCGTAGGTTGGGGG
 TCTTCCACGGTTCCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGA
 CGGGGCCCCGCAACGCGGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGTGTGACATACACCGGAAACG
 CCCAGAGATGGGTGCCCTCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTTAAGTC
 CCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCATGCCCGTTTGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGCCGGGTCAACTCG
 GAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTGGTTCAGAGGGTTCGG
 ATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGAGTTGGGCTGCAACTGACCCCTGAAGTTCGGATTCGTA
 GTAATCGCAGATCAGCAATGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTGGGCAACCC
 GAAGCCGTGGCCCAACCGTTTGGGGGGAGCGGTGGAAGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTGTAAACAGGTAGCCGTAC
 CGG

>*Microbispora* sp. KK1-10 (1432 bp)

CAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGCGAACGGGTGAGTAA
 CACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACCATTCTCCCATGTGATGTT
 GGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCGACGCGGGTAG
 CCGGCTGAGAGGGCGACCGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCAAT
 GGGCGGAAGCCTGACGACGGACCGCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTACAGCAGGGACGAAGTTGACGTG
 TACCTGTAGAAGAAGCCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCCTGTCCGGAATATTGGGCGT
 AAAGAGCTGTAGTGGCTTGTTCGCGTTCGCCGTGAAAGCCCGTGGCTTAACACGCGTCTGCGGTGGATACGGGACGGCTAGAGG
 CTGTTAGGGCGAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCCGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGCTGGGCAAGCCGGCTGTGGG
 CCAGTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGGCGTAG
 GTGTGGGGTCTTCCACGATCTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCGCAAGGCTAAAACCTCAA
 AGGAATTGACGGGGCCCGCAAGCCCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGTGTGACATACA
 CCGGAAACAYCCAGAGTTCGACGCGCTCCTTTGGACTGCTTACAGGTGCTGATGGCTGTGCTGATGATGTTG
 GTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTCGGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGCCGGG
 TCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTACAGA
 GGGTTCCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCGG
 AGTCGCTAGTAATCCGATGACGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCCG
 CAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCACTTGTGGGGGAGCGGTGGAAGTGGGG

>*Microbispora* sp. KK1-11 (1479 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGCGAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACCATTCTCCCATGGGATG
 GTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCGACGCGGGT
 AGCCCGCCTGAGAGGGCGACCGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCA
 ATGGCGGAAAGCCTGACGACGCGACCGCGTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTACGAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACTGTAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCCTGTCCGGAATATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTGCGCTGCGGTGAAAGCCCGTGGCTTAACACGCGTCTGCGGTGGATACGGGCGAGCTAGA
 GGCTGGTAGGGCGAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCCGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGCTGTG
 GGCAATCTGACCTGAGGAGCGCAACCGTGGGGAGCAACGCTGAGGAGTACCGCTGAGTCCAGCTGAGGAGTGGGACTGCGGG
 AGGTGTGGGGTCTTCCACGACTTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCGCAAGGCTAAAACCTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGGTTGACATA
 CACCGGAASATTYRAGACRGATSCCTCCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGAGATGTT
 GGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTGGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 GGTAACCTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTGGTACA
 GAGGGTTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGCTAGTAATCCGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTGC
 GGCAACCCCGAAGCCCGTGGCCCAACCACTTGTGGGGGAGCGGTGGAAGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTGTAAACAG
 GTAGCCGTACCGGAAGG

>*Microbispora* sp. KM1-1 (1473 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGCGAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACCATTCTCCCATGGGATG
 GTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCCTACCAAGGCGACGCGGGT
 AGCCCGCCTGAGAGGGCGACCGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCA
 ATGGCGGAAAGCCTGACGACGCGACCGCGTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTACGAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACTGTAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCCTGTCCGGAATATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTGCGCTGCGGTGAAAGCCCGTGGCTTAACACGCGTCTGCGGTGGATACGGGCGAGCTAGA
 GGCTGGTAGGGCGAAGCGGAATTCCTGGTGTAGCCGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGCTGTG
 GGCAATCTGACCTGAGGAGCGCAACCGTGGGGAGCAACGCTGAGGAGTACCGCTGAGTCCAGCTGAGGAGTGGGACTGCGGG
 AGGTGTGGGGTCTTCCACGACTTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCGCAAGGCTAAAACCTC
 AAAGGAATTGACGGGGGCCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGGTTGACATA
 CACCGGAASATTYRAGACRGATSCCTCCTTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGAGATGTT
 GGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTGGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 GGTAACCTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTGGTACA
 GAGGGTTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGCTAGTAATCCGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTGC
 GGCAACCCCGAAGCCCGTGGCCCAACCACTTGTGGGGGAGCGGTGGAAGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTGTAAACAG
 GTAGCCGTACCGGAAGG

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GGCCAGTTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCTGTAAACGTTGGGGCGT
 AGGTGTGGGGGCTTCCACGATTCTGTGCCGTAGCTAACGCATTAAAGCGCCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAACATC
 AAAGGAATTGACGGGGCCCGCAAGCGGGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGTTTGACATA
 CACCGGAAACAYTCAGAGAYGGGTGCTTCTTGGACTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGACGCTCGTGTGAGATGTT
 GGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
 GGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAACATGCTACAATGGTTCGGTACA
 GAGGGTTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCCCGCTCAGCTCAGGAAATC
 GGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACCCTTGTGGGGGAGCGGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG
 GGTAGCCGTAC

>*Microbispora* sp. KM1-2 (1478 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACACTTCTCGCATGGGATG
 GTGGTGGAAAGTTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCGCAGCAGCGGT
 AGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGCA
 ATGGCCGGAAGCCTGACGCAGCGACCGCGGTGGGGATGACCGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCCGAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTGCGCTGCGCTGAAAGCCCGTGGCTTAACTACGGGTGCGGTGGATACGGGCGAGGCTAGA
 GGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATCTTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCTTGTCTG
 GGCTAAGTCTCCGCAACGAGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 GGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAACATGCTACAATGGTTCGGTACA
 GAGGGTTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCCCGCTCAGCTCAGGAAATC
 GGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACCCTTGTGGGGGAGCGGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG
 TAGCCGTACCGAAGG

>*Microbispora* sp. Z01-7 (1479 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACACTCCTCCGCATGGTGTG
 GGTGTGGAAAGTTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCGCAGCAGCGGT
 AGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGCA
 ATGGCCGGAAGCCTGACGCAGCGACCGCGGTGGGGATGACCGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCCGAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTGCGCTGCGCTGAAAGCCCGTGGCTTAACTACGGGTGCGGTGGATACGGGCGAGGCTAGA
 GGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATCTTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCTTGTCTG
 GGCTAAGTCTCCGCAACGAGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 GGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAACATGCTACAATGGTTCGGTACA
 GAGGGTTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCCCGCTCAGCTCAGGAAATC
 GGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACCCTTGTGGGGGAGCGGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG
 GTACCGTACCGAAGG

>*Microbispora* sp. ZZ1-4 (1410 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTGAGT
 AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACACTCCTCCGCATGGTGTG
 GGTGTGGAAAGTTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCGCAGCAGCGGT
 AGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGCA
 ATGGCCGGAAGCCTGACGCAGCGACCGCGGTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCCGAGCGTTGTCCGGAATATTGGGC
 GTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTGCGCTGCGCTGAAAGCCCGTGGCTTAACTACGGGTGCGGTGGATACGGGCGAGGCTAGA
 GGCTGGTAGGGGCAAGCGGAATCTTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGCTTGTCTG
 GGCTAAGTCTCCGCAACGAGCAACCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCTTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACG
 GGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAACATGCTACAATGGTTCGGTACA
 GAGGGTTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
 GGAGTCGTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCCCGCTCAGCTCAGGAAATC
 GGCAACACCCGAAGCCCGTGGCCCAACCCTTGTGGGGGAGCGGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAG
 GTACCGTACCGAAGG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>*Microbispora* sp. Z2-2 (1480 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCCTGGGAACCCGGTCTAATACCGGATACGACCACTTCTCGCATGTGATG
GTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGCGACGACGGGT
AGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGCGA
ATGGGCGGAAGCCTGACGCAGCGACGCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTTCAGACGGGACGAAGTTGACG
TGTACCTGTAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGACGCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCTTGTCCGGAATATTGGGC
GTAAAGAGCTCGTAGTGGCTTTCGCTGCTGCGGTGAAAGCCCTGGCTTAACTACGGGTGATGGCTACCGGACGGGTGAG
GGCTGGTAGGGGCAACCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATCGCGAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGCGCTTGGCTG
GGCCAGTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCGCT
AGGTGTGGGGTCTTCCACGATCTCTGTGCGGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCCGCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAAC
AAAGGAATTGACGGGGCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAACTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGTTTGACATA
CACCGAAACATTCAGACAGATGCTCCCTTTGGACTGGTGTACAGTGGTGCATGGCTGCTGCTGCTGCTGCTGCTGCTGCTG
GGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCATGTTGCCAGCACGCCCTTTGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCGG
GGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCCCTATGTCTTGGGCTGCAACATGCTACAATGGCCGGTACA
GAGGGTTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
GGATCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCGCTCACGTCACGAAAGTC
GGCAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCCTTGTGGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTCTGAACAAG
GTAGCCGTACCGGAAGGT

>*Nonomuraea* sp. AN1-27 (1482 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTG
AGTAACACGCTGAGCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCCGGAAACGGGTCTAATACCGGATATGACCGCCCTGGCATCGG
GTGGTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAGTGGCCCTACCAAGCGACGACGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGC
CAATGGGCGGAAGCCTGACGCAGCGACGCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGA
CGTGTACTGACAGAAGGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCGCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATATTGG
CGCTAAAGAGCTCGTAGTGGCTGGTGGCTGCGCTGCGCGTAAAGCCCGCAGCTTAACTGCGGGTCTGCGGTGGATACGGCCCGGCTA
GAGTGGGGCAAGTGGAAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATCGCGAGATATCAGGAGGAACACCGCTGCGGCAAGCGCCGCTGCG
TGGCCCTTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGG
CTAGGTGTGGGGTCTTCCAGCATCTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAAC
TCAAAGGAATTGACGGGGCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAACTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGTTTGACA
TCACCCGAAACGGCCAGAGATGGTGGCTTCTCGACTGGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGCTGCTGCTGCTGCTGCTGCTGCTGCTG
TGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCATGTTGCCAGCAACACCGCTTTTGGTGGTGGGGACTCATGGGGACTGCC
GGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCAATCATGCCCCCTATGTCTTGGGCTGCAACATGCTACAATGGCCGGTACA
CAGAGGGTTCGATGCCGTGAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAG
TCGAGTTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCGCTCACGTCACGAAAG
TCGGCAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCCTTGTGGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGGGTGGCGATTGGGACGAAGTCTGAACAAG
AAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>*Nonomuraea* sp. AN1-36 (1431 bp)

TCGGGGTACTCGAGCGGCGAACCGGTGAGTAACACGTCGACCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCCGGAAACTGGGTCTAAT
ACCGGATACGACCGCCCGGCTCGGCTGGTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGG
GGTAGTGGCTACCAAGGCGACCGGCTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTA
CGGAGGCGAGCAGTGGGAAATATGCGCAATGGGCGGAAGCCTGACGCAGCGACCGCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTA
AACCTCTTTCAGCAGGGAGCAAGTGGACGTACCTGCGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCGAGCAGCGGCTAACTACGTGCGAG
GGCGAAGCGTGTCCGGAATATTGGGCGTAAAGACTCGTAGGTGGCTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGT
GGTCTGCGGTGGATACGGCCCGCTAGAGGTAGGTAGGGGCAAGTGGAAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGA
GGAACACCGGTGGCGAAGCGGCTTGTGGGCTTACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCT
GGTAGTCCAGCTGTAAACCTTGGCGCTAGGTGGGGTATCTTCCAGCATCTCCGTGCGAGCAGCGGCTAACTACGTGCGAGCAG
TGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCGGCGGAGCATGTTGCTTAAATTCGACGCAA
CGCGAAGAACCTTACCAAGTTTGCATACCCCGAAAGCTCCAGAGATGGGGCCCTCTCGGACTGGGTGACAGGTGGTGCATGG
CTGTGCTGAGTCTGCTGCTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCATGTTGCCAGCACGCCCTTCGGG
GTGGTGGGACTCATGGGGACTCGCGGGTCAACTCGGAGGAGGGTGGGGATGACGTCAGTCAAGTCAATGCGCCCTATGTCTTGGG
CTGCAACATGCTACAATGGCCGGTACAGAGGTTGGGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATT
GGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCGGAGTGCCTAGTAATCGCAGATCAGCAATGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGT
ACACACCGCCGCTCACGTCACGAAGTCCGCAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCAGCTTGTGGGGGGAGCGGTGCAAGGTGGG
GCTGGCATTTGGGACGAAGTCTGTAACAAGTACCGTACCGCAAGCGGCTGG

>*Nonomuraea* sp. AN3-11 (1369 bp)

AAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACCGGTGAGTAACACGTCGACCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCCGGAAACTG
GGCTAATACCGGATACGACACCAGCATGCTATGCTGCTGGTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTATCAGCT
TGTGGTGGGGTAGTGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCC
AGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGAAATATTGCGCAATGGGCGGAAGCCTGACGCAGCGACGCCGCTGGGGATGACGGCCGT
CGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAGCAGGATGACGCTGACGTCAGAGAGAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGACGCCGCT
AATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATATTGGGCTTAAAGACTCGTAGGTGGCTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGT
CTTAACTGGGGTCTGCGGTGGATACGGCCCGCTAGAGGTAGGAGGGGCAAGTGGAAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAG
ATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGCTTGTGGGCTTACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATT
AGATACCTGGTAGTCCAGCTGTAAACGTTGGGCTAGGTGGGGTCTTCCACGATCTCCGTGCGCGGACTAACGCTTAAAG
CGCCCGCTGGGGAGTACGGCCCAAGGCTAAAACCTAAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCGGCGGAGCATGTTGCTTAAAT
TCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGTTTGCATACCCCGAMASCTCTGGAGACATGGCCCTCTTCCGACTGGGTGACAGGT
GGTGCATGGCTGCTGCTGACTCGTGGT
CCCTTCGGGGTGGTGGGGACTCATGGGGACTCGCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAGTCAAGTCAATGCGCCCTTA
TGCTTGGGCTGCAACATGCTACAATGGCCGGTACAGAGGTTGCGATACCGTGAAGTGGAGGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCA
GTTCCGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCGGAGTGCCTAGTAATCGCAGATCAGCAATGCTGCGGTGAATACGTTCC
GGGCTTGTACACCGCCGCTCACGTCACGAAGTCCGCAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCAGCTTGTGGGGGG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนโพธิ์ตากวิทยาคม เมื่อผู้ใดเห็นข้อยกเว้นประการใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>Nonomuraea sp. HC1-7 (1480 bp)

CTCAGGACGAAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGAGCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCCGGGAAACTGGGTCTAATACCGGATAGACCGCCCGGCATCGGGT
GTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTACAGCTTGTGGTGGGGTAGTGGCTACCAAGGCGACGACGGGTA
GCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGCGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCAA
TGGGCGGAAGCCTGACGCAGCGACGCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTAGCAGGGACGAAGTTGACGT
GTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTGGCGG
TAAAGAGCTCGTAGGTGGCTGCGCTCTGCCGTGAAAGCCCGCAGCTTAAGCTGGGGTCTGCGGTGGATACGGGCGCGCTAGAG
GTAGGTAGGGCAAGTGGAAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGCAATACCGGAGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGG
GCCTTACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCGCTA
GGTGTGGGACCCCTCCACGGTTCCGTGCCGGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCA
AAGGAATTGACGGGGCCGACAAAGCGGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGTTTGACATCA
CCCGACCGCTCCAGAGATGGGGCTTCCCTTTTGGGCTGGGTGACAGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGAGCTCGTGTGCTGAGATGTT
GGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCATGTTGCCAGCAACACCTTCGGGTGGTGGGGACTCATGGGGACTGCCGG
GGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCAATGACCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTACA
GAGGGTTGCGATACCGTAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTC
GGATCGTAGTAATCGCAGATCAGCAATGCTCGGTGAAATGCTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCGCGCAAGCTCAGAAAGTC
GGCAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCAGCTTGTGGGGGAGCGGTGCAAGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAA
GGTAGCCGTACCGGAAGG

>Nonomuraea sp. SC1-1 (1488 bp)

CTCAGGACGAAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGAGCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCCGGGAAACTGGGTCTAATACCGGATAGACCGCCCGGCATCGGGT
GTGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTACAGCTTGTGGTGGGGTAGTGGCTACCAAGGCGACGACGGGT
AGCCGCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCCCGAGACTCCTACGGGAGGCAGCATGGGGAAATATTGCGCA
ATGGGCGGAAGCCTGACGCAGCGACGCCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTAGCAGGGACGAAGTTGACG
TGTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGG
GTAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTCCGCTCTGCCGTGAAAGCCCGCAGCTTAAGCTGGGGTCTGCGGTGGATACGGGCTGGCTAGA
GTAGGTAGGGGGAACCGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGAACACTCGGCGGCAAGCGGTTCTCTG
GGCTTACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCGCT
AGGTGTGGGGTCTTCCACGATCTCCGTGCCGGAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCT
AAAGGAATTGACGGGGCCGCGCAAGCGCGGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGACATC
GCCCCGAAAGCTCTGAGACAGAGCCCTCTTCGGACTGGGTGACAGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGAGTGTGAGATGTTG
GGTTAAGTCCCGCAACGACCGCAACCCCTTGTCCATGTTGCCAGCAGCCGCTTCGGGGTGGTGGGGACTCATGGGGACTGCCGGG
GTCAACTCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCAATGACCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTACAG
AGGGTTGCGATACCGCAAGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCG
GAGTCGTAAGTAACTCGCAGATCAGCAACCGCTGCGGTGAAATACGTTCGGGGCTTGTACACACCGCCGCTCAGTCAAGAAAGTCG
GCAACACCCGAAGCCGTTGCCCAACCACTTGTGGGGGAGCGGTGCAAGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAAGT
AGCCGTACCGGAAGGTGGCGTGGAT

>Planotetraspora sp. BR3-5 (1444 bp)

CCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGTAAACACCTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCTGGGAAACTGGGT
TAATACCGGATATGACACACTTGGCATCGAATGTGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTACAGCTTGT
GGTGGGGTAGTGGCTACCAAGCGGACGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGAC
TCTACGGGAGGCGACGAGTGGGGAATATTGGCAATGGGCGGAAGCCTGACGCAGCGACCGCGCTGGGGGATGACGGCCCTTCGGG
TTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGACGGAAGTTGACGTGTACTGTGACAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCGGCAAGCTG
CGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGGTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTGCGTCTGCCGTGAAAGCCCGTGGCTTA
ACTGCGGGTCTGCCGTGGATACGGGACGGTACAGGCTGTTAGGGCGAAGCGGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATAT
CAGGAGGAACACCGGTTGGCGAAGCGGCTTGTGGGCCAGTTCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGAT
ACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGCTTGGCGCTAGGTGTGGGGTTCCTTCCATGGTTCCTGTGCGGACTACCAAGCTACCGCC
CCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGA
CGAACCGCAAGAACCTTACCAAGTTTGCATACATCGGAAACCTCAGAGATGGGGGCTCTTCGGACTGGTGTACAGTGGTG
CATGGCTGTGCTGAGTCTGTGCTGAGATGTTGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTTCATGTTGCCAGCAGCCCT
TTGGGTGGTGGGACTCCGCGGCTGCGGGTCAACTCGGAGGAGGTTGGGGATGACGTCAAGTCAATGACCCCTTATGTCT
TGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTGGTACAGAGGTTGCGATGCCGTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGATCTCAGTTCG
GATTGGGGTCTGCAACTCGACCCATGAAGTCGGAGTCGTTAGTAACTCGCAGATCAGCAATGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGC
TTGTACACACCGCCGCTCAGTCAAGAAAGTCGGCAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACAGCTTGTGGGGGAGCGGTGCAAGG
TGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGGCGTGGATCACCTC

>Sphaerisporangium sp. AN1-28 (1411 bp)

CTCAGGACGAAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGAGCAACCTGCCCTCAACTTCGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATAGACTTGGATCGGCATCGGTT
GGGTGGAAAGTTTTTCGGTGGGGATGGGCTCGCGCCCTACAGCTTGTGGTGGGGTAGTGGCTACCAAGGCGACGACGGGTA
GCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGCGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCATGGGGAAATATTGCGCAA
TGGGCGGAAGCCTGACGCAGCAGCCGCGCTGGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTAGCAGGGACGAAGTTGACGT
GTACCTGTAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCGCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTTCCGGAATTATTGGCGG
TAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTCCGCTCTGCCGTGAAAGCCCTGCTTAAGTGGGTCTGCGGTGGATACGGGCTGGCTAGAG
GTAGGTAGGGGCAAGCGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGTGTGCTGG
GCCTTACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCGCTA
GGTGTGGGGTCCCTCCACGGTTCCGTGCCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCA
AAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGACATCG
CCCCGAAACATCCAGAGATGGGTGCCCTTTTACTGGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGAGCTCGTGTGCTGAGATGTTGG
GTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTTCATGTTGCCAGCGCCCTTCGGGTGGCGGGACTCATGGGAGACTGCCGGGGTCA
AATCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAAGTCAATGACCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTACAGAGG
GTTGCGATGCCGTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCGGAG
TCGCTAGTAACTCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAAATACGTTCGGGGCTTGTACACACCGCCGCTCAGTCAAGAAAGTCGGA
ACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCGCAAGGGGG

>*Sphaerisporangium* sp. KM1-3 (1440 bp)

GGAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGTAACACGTTGAGTAACCTGCCCTCAACTCGGGATAAGCCTGGGAAAC
 CCGGTCTAATACCGGATAGGACCTGCGTGGCATCGTCCGGGGTGGAAAGTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGGCCTATCAGC
 TTGTTGGTGGGTAGTGGCTACCAAGGCGACACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCC
 CAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCAATGGGCGGAAGCCTGACGCGAGCGACCCCGTGGGGATGACGGCT
 TCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACGTGTACCTGCACAAGAAGCGCCGGCTAACACTGTCAGCAGCAGCCGG
 TAATACGTAGGGCCCAAGCCTGTGTCGGGAATATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTCCGCTGTGCCGTGAAAGCCCAT
 GCTTAACGTGGTCTGCGGTGGATACGGGCTGGCTAGAGGTAGGTAGGGGCAAGCGGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCCGA
 GATATACGGAGAACACCCGTTGGCGAAGGCGCTTGTCTGGCCCTTACCTGACGCTGAGGAGCAAGCGGAGCGGACAGGAT
 TAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGCTTGGGCGCTAGGTGTGGGGTCTTCCACGGGTCCCGTGGCGTAGCTAACGCATTAA
 GCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGTGCTTAA
 TTCGACGCAACGCGGAAGAACCTTACCAAGCTTGACATCGCCCGGAAACATCCAGAGATGGTGCCTCTTGGACTGGGTGACAG
 GTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTGTCTGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTTCATGTTGCCAGCG
 CGCTCTTCGGGGTGGCGGGACTCATGGGAGACTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCAATCATGCCCT
 TATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGTTCGTACAGAGGGTTCGCGAGGCCGTGAGCGCGAGCGAATCCCTAAAAGCCGATCT
 CAGTTCGGATGGGGTCTGCAACTCGACCCATGAAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAATGCTGCGGTGAAATACGTTT
 CCGGCTTGTACACACCCGCTCAGCTACGAAAGTCAGAAACCCGCAAGCCGTTGCCAACCCGCAAGGGGGGAGCGGTC
 GAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAAACAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGCGGCTGG

>*Streptosporangium* sp. AN1-26 (1355 bp)

GGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGAGTAACACGTTGAGTAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGG
 TCTAATACCGGATACGACCTCTTCCCGCATGGGATGGGGTGGAAAGTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGGCCTATCAGCTTG
 TTGGTGGGTAGTGGCCTACCAAGGCGACGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAG
 ACTCCTACGGGAGCAGCAGTGGGGAATATTGCGCAATGGGCGAAAGCCTGACGCGAGCGACCCCGTGGGGATGACGGCTTCG
 GGTGTAACACTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGACGTGTACCTGCGAGAAAGCGCGGCTAACTACGTGGCAGCAGCGCGTAA
 TACGTAGGGCGCAAGCCTGTCCGGAATATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGTGGCTTGTCCGCTGGGGTGTAAAGCTTGGGGCT
 TAACTCCAGGTCTGCATTGATAGGGCTGGCTAGAGGTAGGTAGGGGAGAACGGAATCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGAT
 ATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGTTCTTGGCCCTTACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGCAAGCAGGATTAG
 ATACCTGGTAGTCCAGCTGTAACCTTGGGCGTAGTGTGGGCGCTTCCAGCTTTCGCGCGTAGCTAACGCATTAAAGCT
 CCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAA
 TTTGACGCAACGCGAAGAACCTTACCAAGGCTTGCATGCGCCGGAACCTTCRAGACRGGGSCCTCCTTGGACTGGGTGACAGGTG
 GTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTGTCTGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAAGCCTTGTTCATGTTGCCAGCACGC
 CTTTCGGGGTGGTGGGACTCATGGGAGACTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCAATCATGCCCTTAT
 GTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGCTACAGAGGGTTCGCAATACCCTGAGGTGAGCGAATCCCTAAAAGCCGCTCAG
 TTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCATGAAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAATGCTGCGGTGAAATACGTTCCCG
 GGCTTGTACACACCCGCTCAGCTACGAAAGTCGGCAACACCCGAAAGCCCTGGCCCAACCA

>*Streptosporangium* sp. AN3-5 (1492 bp)

GGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGGTGA
 GTAACACGTTGAGCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCCGGGAACCTGGGTCTAATACCGGATACGACCCCTTCCCGCATGGGA
 TGGCGGTGGAAAGTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAGTGGCCTACCAAGGCGACGACGG
 GTAGCCCGCTGAGAGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCGCCAGACTCCTACGGGAGCAACCCGTTGGCGAAGCGCATTTCCG
 CAATGGGCGGAAGCCTGACGCGAGCAGCCCGGTTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGTTGA
 CGTGTACCTGCAGAAAGCGCCGGCTAATACGTCGACGAGCCGCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTTCCCGGAATATTGG
 CGTAAAGAGCTCGTAGTGGCTGTCTGCGCTGGGTGTGAAAGCTTGGGGCTTAACTCCAGGTCTGCATTGATACGGGCTGGCTA
 GAGGTAGTGGGAGGAACGAAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACCCGTTGGCGAAGCGGCTTCTC
 TGGGCTTACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCTGTAACGTTGGGCG
 CTAGGTGTGGGGCTTCCACGCTTTCGCGCGTAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAAC
 TCAAAGGAATTGACGGGGCCGCAAGCGGCGGAGCATGTTGCTTAAATCGACGCAACGCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGACA
 TCGCCCGAAGCTTACAGATGGAAGSCCTTTCGGACTGAGGCTGACAGGTCGAGGTGGTGCATGGCTGCTCAGCTGTCTGATGATGT
 TGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTTCATGTTGCCAGCACGCCCTTCGGGGTGGTGGGGACTCATGGGAGACTGCCG
 GGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTAC
 AGAGGGTTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCCCTAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGCTGCAACTCGACCCCATGAAGT
 CGGATCGCTAGTACCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCGCGGCTTGTACACACCCGCTCAGCTCAGCAAGT
 CGGCAACACCCGAAAGCCGTTGGCCCAACAGCTTGTCTGGGGGAGCGGTCGAAGGTGGGGCTGGCGATTGGGACGAAGTCGTTAACA
 AGGTAGCGTACCGGAAGGTGCGGCTGGAT

>*Actinomadura* sp. AN2-10 (1403 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCGAACGGG
 TGAGTAACACGTTGAGCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACCCCTTACCGCATG
 GTGTGGGGTGGAAAGTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAGTGGCCTACCAAGGCGACGAC
 GGGTAAACCGGCTGAGGAGGCGACCGGTCACACTGGGACTGAGACAGCGCCAGACTCCTACGGGAGCGAGCAGTGGGGAATCTTG
 CGCAATGGGCGGAAGCCTGACGCGAGCAGCCCGGTTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGACGAAGCT
 AACGTGACGGTACCTGCAAGAGAGCGCCGGTAACTACGTGCGACGAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCCTGTCCGGAAT
 TATTGGGCTTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTTGTTCGCTCCGCTGAAAGCCACCGGCTTAACTGTGGGTCTGCGGTGGATACGGG
 AGACTAGAGGACAGTGGGGAGTACGGAATCCCGGTTACCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACCCGTTGGCGAAGCGG
 GTGCTCTGGGCTGTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCGGTAACCGT
 TGGGCGCTAGTGTGGGGTCTTCCACGATTCCGCGCGCAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGC
 TAAACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGCGGAGCATGTTGCTTAAATCGACGCAACGCGAAGAACCTTACCAAGGC
 TTGACATCGCCGGAACCTCGCAGAGATGCGGGGCTCTTTCGGGCGGTTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTGTCTGCTG
 AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTCGTTCATGTTGCCAGCACTTCGGGTGGGGACTCATGGGAGACCGCGGG
 GTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGATGACGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAAAACATGCTACAATGGCCGGTACAG
 AGGCTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCCCGTAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGAAGTCTGCAACTCGACTTCGTGAAGTGC
 GAGTCGCTAGTAACTCGCAGATCAGCAACGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCTTGTACACACCCGCTCAGCTCAGCAAGTCTG
 GCAACACCCGAAAGCCGTTGGCCCAAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>Actinomadura sp. CL3-1 (1400 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGGTGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCGGCAACGGGTGA
GTAACACGTGAGCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATATGACCTCTACCCGATGGTG
TGGGGTGGAAAGTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCTACAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCGACGAGCGG
TAACCGGCTGAGAGGGGACCGGTCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCTGGGGAATCTTCGCG
AATGGGCGGAAGCCTGACGACGCGACGCCGCTGGGGATGACGGCTTCGGGTTGTAACCTCTTCAGCAGGAGCAAGCTAAC
GTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCCCAAGCGTTGTCCGGAATTAT
TGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTTGTTCGCTCCGTCGTGAAAGCCACGGCTTAACCTGTTGGTCTGCGGTGGATACGGGCAGA
CTAGAGCGAGGTAGGGAGCATGGAATTCGCCGTGAGCGGTGAAATGCGCAGATATCGGGAGAAACCCGGTGGCGAAGCGGGT
CTCTGGGCTGTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACCGCTAACCGTTGG
GCGCTAGGTGTGGGTCCTCCACCGATTCCGCGCCGACAGCTAACGCATTAAGCGCCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTG
ACATCCCGGAAAACCTCGCAGAGATCGCGGCTCCTTTGGCGCGGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTGAGA
TGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCGTTCATGTTGCCAGCACTTCGGGTGGGACTCATGGGAGACCGCGGGGTC
AACTCGGAGGAAGGTGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAACATGCTACAATGGCCGGTACAGAGG
GCTCGGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCGTAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGAAGTCTGCAACTCGACTTCGTGAAGTCCGGAG
TCGTAGTAAATCGCAGATCAGCAACGCTGCCGTGAATACGTTCCCGGGCTTGACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCCGGCA
ACACCCGAGCCCGTGGCCCAACC

>Actinomadura sp. KGI-2 (1509 bp)

GTTTGTATCCTGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAAAGGCCCTTCGGGGTACTCGAGCG
GCGAACGGGTGAGTAACACGTGAGCAACCTGCCCTGACTCTGGGATAAGCCTGGGAAACCGGGTCTAATACCGGATACGACCGGT
CACCGCATGGTGTGCCGGTGGAAAGTTTTTCGGTTGGGGATGGGCTCGCGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCA
AGGCGACGACGGGTAACCGGCTGAGAGGGCGACCGGTCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACGACGAGT
GGGAATATTGGCGAATGGCGGAAAGCTCAGCAGCGGCGCGGTTGGGGATGACGGCTTCAGGTTGTAAACCTTTTCAGCAG
GGACGAAGCTAACGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAATACGTAGGGCGCAAGCGT
TGTCCGGAATATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTTGTTCGCTGTCGTGAAAGCCACCGGCTAACCGTGGGTCTGCGGT
GGATACGGGACAGCTAGAGGAGGTTAGGGAAGTGAATTCGCCGTGAGCGGTAATGCGCAGATATCGGGAGAAACCGGTT
GGCAAGGGTCTCTGGGCTGTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCAGC
CCGTAACCGTTGGGCTAGGCTGGGTTCTTCACCGGATTCGCCCGCTAGCTAACCGATTAAGCGCCCGCTGGGGAGTACG
GCCGCAAGGCTAAACTCAAAGGAATGACGGGGCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAAC
TTACCAAGGCTTGACATCGCGGAAATCCTCCAGAGATGGGGGTCCTTTGGCGCGGTGACAGGTTGGTGCATGGCTGTGCTGAG
CTCGTGTGAGATGTTGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTCTTCCATGTTGCCAGCACTTCGGGTGGGACTCATGGG
AGACCGCGGGCTCAACTCGGAGGAAGGTGGGATGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCAACATGCTACAAT
GGCCGGTACAGAGGCTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCCCTTAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATCGAAGTCTGCAACTCGACT
TCGTGAAGTCCGAGTCTGTAGTAAATCGCAGATCAGCAACGCTGCCGTGAATACCTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACG
CACGAAAGTCCGCAACACCGGAGCCCGTGGCCCAACCACTTGTGTGGGGGAGCGGTCGAAGTGGGGCCGGCATTGGGACGA
AGTCGTAACAAAGGTAGCCGTAACCGGAAGGTGCGGCTGGATCACCTCC

>Streptomyces sp. AG2-1 (1444 bp)

CCGGTTTCGGCCGGGATTAGTGGCGAAGCGGTGAGTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGG
GTCTAATACCGGATGACTGCCGACCGCATGGTCTGTTGTTGGAAGCTCCGGCGGTGAGGATGAGCCGCGGGCTATCAGCTT
GTTGGTGGGGTGTATGGCTACCAAGCGCAGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCA
GACTCCTACGGGAGGACGAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGCAAGCTGATGCAGGACGCGCGGTGAGGATGACCGCTTC
GGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCAAGTGCAGGTTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCG
GGTAATACGTAGGGCGCAAGCTGTCCGGAATATTGGGCTAAAGAGCTCCTAGGCGGCTTCTCGCGTCCGGATGTAAGCGCG
GGCTTAACCTCGGCTGCTTCATTCGATACGGGAGGCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCG
CAGATATCAGGAGGAACACCGGTGCGAAGCGGATCTCTGGGCCGATCTGACGCTGAGGAGCGAAGCGTGGGAGCGCAACAGG
ATTAGATACCTGGTAGTCCACGCGTAAAGCTTGGGAATAGGTTGGGGACATTCACGCTGTCCGTCGCCGAGCTAACGCAT
TAAGTTCGCCCTGGGACTGGGCGCGCAAGGCTAAACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAAGCGTGGGAGCGATGTGGCT
TAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGCATACACCGGAAACATCCAGAGATGGGTGCCCCCTTGTGGTGGTGT
CAGGTGGTGCATGGTGTGCTCAGCTCTGCTGAGATGTTGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCTGTGTGGCA
GCATGCCTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGACTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGAGCTCAAGTTCATCATGCC
CCTATGCTTGGGCTGACACGCTCAACTGAGCGGCTGAAAGCGGCTGAGCTGCGAAGCGTGAAGTGGGAGCGAATCTCAAAGCGG
TCTCAGTTCGGATTGGGCTGCAACTCGACCCATGAGTTCGGAGTTCGTTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACG
TTCCCGGGCTTGTACACACCGCCGTCACGTACGAAAGTTCGGTAAACCCGAAAGCGGTGGCCCAACCTTGTGGAGGGAGCGG
TCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCTGAACAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGCGGCTGGAT

>Streptomyces sp. AG2-2 (1485 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATATGACCTGGGAGGCACTCCCG
GGTTGAAAGCTCCGGGTTGAAGGATGAGCCCGGCTACACTGCTGTTGGTGGGATAGGCTACCAAGGCGACGAGCGGTA
GCCGGCTGAGAGGGGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGCAGCCGCGTGGGGATGACGGCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
GACGGTAACTGCAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCGCCGGTAAATACGTAGGGCCGCAAGGTTGTCCGGAATATTG
GGCCTAAAGAGACTCGTAGGCGGCTTGTACGCTGATTTGCAAGCGGAGGCTTAACTCCGGTTCGACTGATCGATCGGCTAGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGATCT
CTGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACCGCTAACCGGTGGGA
ACTAGGTGTTGGGACATTCACGCTGCTGCGTCCGCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGCCGCAAGCGCGGAGCATGTTGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATAACCGGAAACGTCAGAGATGGGCGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGAGAGA
TGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCCGCTGTTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGACTACGGGAGACCGG
CGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGACGACGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGCTTGGGCTGCACAGCTGCTACAATGGCCGGT
ACAATGAGCTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCTCAAAGAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGCTGCAACTCGACCCCATGAA
GTCCGAGTCTGTATATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAA
GTCCGTAACACCCGAGCGGTTGGCCCAACCTTGTGGGAGGGAGCTTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGAGCAAGTCTGATAC
AAGTAGCCGTACCGGAAGGTC

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ของเอกสารนี้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>Streptomyces sp. AG2-3 (1483 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACCGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGAAACGGGGTCTAATACCGGATAACACTCCCTCTCATGGGTGG
GGCTTAAAGCTCCGCGGTAAGAGGTAGAGCCCGGGCCTATCAGCTTGTGGTGGAGTAAATGGCTCACCAAGGCCAGCAGCGGTA
GCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGGCAAAGCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTACGACGGAAGAAGCGAAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCGGGAATATTG
GGCGTAAAGCTCGTAGGGCTTGTACGCTGGGTGTGAAAGCCGGGGCTTAACCCCGGCTGACATCGATACGGGTAGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGATCT
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAACCGTGGGA
ACTAGGTGTTGGCGACATTCACGCTCGTGGTGGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACACCGGAAACGCTCTGGAGACAGGGCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTACGCTCGTGTGAGTA
TGTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGGCAGCATGCCCTTCGGGGTGTAGGGGACTCACAGGAGACCG
CCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGCTAAGTCAATCATGCCCTTATGTCTGGGGTGCACACGTGCTACAATGGCCGG
TACAATGAGCTGCGAAACCGTGAAGTGGAGGCAATCTCAAAGCCGGCTCAGTTCGGATTGGGTTGCACTGCACTGACCCCATGA
AGTCGGATTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTTGCTGGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCGTCACGTCACGAA
AGTTGGTAACACCCGAAGCCGTTGGCCACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGAGGTTGGGACTAGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
CAAGGTAGCCGTACCGAAGG

>Streptomyces sp. AG2-4 (1482 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACCGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGAAACGGGGTCTAATACCGGATAACACTCCCTCTCATGGGTGG
GGCTTAAAGCTCCGCGGTCAGGATGAGCCCGGGCCTATCAGCTTGTGGTGGAGTAAATGGCTCACCAAGGCCAGCAGCGGTA
GCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACTGGGACTGAGACAGGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGGCAAAGCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTACGACGGAAGAAGCGAGAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCGGGAATATTG
GGCGTAAAGCTCGTAGGGCTTGTACGCTGGTGTGAAAGCCGGGGCTTAACCCCGGCTGACATCGATACGGGACGGCT
AGAGTTCGGTAGGGGAGCATTCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGATCT
CTGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAACCGTGGGC
ACTAGGTGTGGGCAACATTCACGCTTGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTGCACCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACACCGGAAAGCATTAGAGATAGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTACGCTCGTGTGAGTA
TGTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCCGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGGACTCACGGGAGACCGC
CGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGT
ACAATGAGCTCGGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCTCAAAGCCGGCTCAGTTCGGATTGGGTTGCACTGCACTGACCCCATGA
GTCGGATCGTATGTAATCGCAGATCAGCATTTGCTGGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCGTCACGTCACGAAA
GTCGGTAACACCCGAAGCCGTTGGCCACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGAGGTTGGGACTGCGGATTGGGACGAAGTCGTAA
AAGGTAGCCGTACCGAAGG

>Streptomyces sp. AG2-5 (1415 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCGTTTCGGCCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGAAACGGGGTCTAATACCGGATAACACTCCCGCAGCGATGGTC
TGGTGGTGGAAAGCTCCGCGGTCAGGATGAGCCCGGGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTTGATGGCTACCAAGGCCAGCAGCGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGGACCGGCCACTGGGACTGAGCAGCCGACAGCTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACA
CAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTACGACGGAAGAAGCGTG
AGTAGCGGTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCGGGAATTA
TTGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCTTGTCCGCTGGATGTGAAAGCCGGGGCTTAACCTCCGGTCTGCATTGATACGGGCGAG
GTTAGAGTTCGGTAGGGGACCTCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGTA
TCTCTGGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAACCGTTG
GAACTAGGTGTGGGCGACATTCACGCTTGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACCCGAAACCTCAGAGATGGGTGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTACGCTCGTGTGCTG
AGATGTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGCCAGCATGCCCTTTCGGGCTTGGGGGATGGGGGATA
CTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGC
CGGTACAATGAGCTCGGAAGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTCTGATAGTAATCGCAGATCAGCATTTGCTGGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTCACGTCAC
GAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGTTGGCCAAACCTTG

>Streptomyces sp. AG2-6 (1489 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTG
AGTAACACGTTGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGAAACGGGGTCTAATACCGGATAACTACTCCCGCAGGCATCTG
CGGGGTCGAAAGCTCCGCGGTCAGGATGAGCCCGGGCCTATCAGCTTGTGGTGGAGTAAAGGCTCACCAAGGCCAGCAGCGG
GATAGCCGGCTGAGAGGGGACCGGCCACTGGGACTGAGACAGCCGCGAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCGCTGAGGGATGACGGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTACGACGGAAGAAGCGTGA
AGTACCGTACCTGCAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGGAGCAAGCGTTGTCGGGAATTA
TTGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCTTGTACGCTGGGTGTGAAAGCCGGGGCTTAACCCCGGCTGACATTCGATACGGGCTA
GCTAGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGTA
TCTTCGGCCATTACTGACGCTGAGGAGGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAACCGTTG
GAACTAGGTGTTGGCGACATTCACGCTCGTGGTGGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACCCGAAACCTCTGGAGACAGCGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTACGCTCGTGTGCTG
AGATGTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGCCAGCATGCCCTTTCGGGCTGCGACACAGCTGCTACAATGGC
CCGCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGC
CGGTACAATGAGCTCGGAAGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTCTGATAGTAATCGCAGATCAGCATTTGCTGGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTCACGTCAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการค้า
ไม่วารณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GAAAGTTGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAGCTGTGCAAGTTGGGACTAGCGATTGGGACGAAGTCC
TAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGC

>*Streptomyces* sp. AN1-1 (1486 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCCGCTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTGCACCTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACGGGATCGCATGGT
TCCGTGTGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTGATGGCTACCAAGCGCAGCAGCGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGCAGCCGACACTGGGACTGAGACAGCCGACAGCTCTACGGGAGGACAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCA
AGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCACCAGGCTAAGTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGTGCAGCGCTTTCGGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTGTCGCGTCGGATGTAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTTCGATTCGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCCGTTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCCGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGGA
TCTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAAGCAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCAGCCGTAACGTTG
GGAAC TAGGTGTGGGCGACATTCACGTCGTCGTCGCCGACGTAAACGATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAATCAAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGGCT
TGACATACACCGGAAGCAGAGATGGTCCGCCCTTGGTGGTGTACAGGTTGTCAGGTTGGTGTGGCTCAGCTCAGCTCGTGTG
AGATGTTGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTATCTGTGTTGCCAGCGTCCCTTCGGGTGACGGGACTCACGGGAGA
CTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGAGCAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGTGCACACGTGCTACAAATGGC
CGGTACAATGAGCTGCGATGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTCGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCGTCAGCTCAC
GAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAATCGTCAAGTTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCC
TAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>*Streptomyces* sp. AN1-8 (1482 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTTGGCAATCTGCCCTGCACCTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACCCTCGAGGCATCTGTGA
GGGTGTAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCTCACCAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACTGGGACTGAGACAGCCGCAAGCTCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGAGGCCCTTCGGGTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCAGCCGCTAAGTACGTCGAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGCGAAGCCTTGTCCGGAATATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTGCGCTCGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTTCGAGTCGATACGGGCGAGGCT
AGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCCGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGATCT
CTGGGCGAATGACTGACGCTGAGGAGCGCAAGCGTGGGAGCGAAGCAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCAGCGGCAAGCGTGGG
ACTAGGTGTGGGCGACATTCACGTCGTCGCTGCCGACGTAAACGATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAC
ACTCAAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGGCTTGA
CATAACCCGAAACCTCTGGAGACAGGGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCCCTGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGACTCACGGGACAGCCG
CGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGAGCAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGT
ACAATGAGCTCGGATACCGGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAA
GTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCGTCAGCTCACGAAA
GTCGGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGTTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCTGTAAC
AAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>*Streptomyces* sp. AN1-12 (1482 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTTGGCAATCTGCCCTGCACCTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGAGCCTGGGAGGCATCTCCCG
GGTGTAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCTCACCAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACTGGGACTGAGACAGCCGCAAGCTCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGAGGCCCTTCGGGTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCAGCCGCTAAGTACGTCGAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGCGAAGCCTTGTCCGGAATATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTGACGTCGATTGTGAAAGCCCGAGGCTTAACCTCGGGTTCGAGTCGATACGGGCTAGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCCGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGATCT
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAGCGTGGGAGCGAAGCAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCAGCCGCTAACCGGTGGGA
ACTAGGTGTGGGCGACATTCACGTCGTCGCTGCCGACGTAAACGATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAC
ACTCAAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGGCTTGA
CATAACCCGAAACCTCTGGAGACAGGGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCCCTGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGACTCACGGGAGACCCG
CGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGAGCAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGT
ACAATGAGCTCGGATACCGTGAAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAA
GTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCGTCAGCTCACGAAA
GTCGGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGTTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCTGTAAC
AAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>*Streptomyces* sp. AN1-18 (1482 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTTGGCAATCTGCCCTGCACCTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACTGTCTCGGGCATCCGAGG
TGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGGGCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCTCACCAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACTGGGACTGAGACAGCCGCAAGCTCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGAGGCCCTTCGGGTGTAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCAGCCGCTAAGTACGTCGAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGCGAAGCCTTGTCCGGAATATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTGACGTCGCGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTTCGATTCGATACGGGCTGGCT
AGAGTTCGGCAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCCGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGATCT
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAGCGTGGGAGCGAAGCAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCAGCCGCTAACCGGTGGG
ACTAGGTGTGGGCCACATTCACGTCGTCGCTGCCGACGTAAACGATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAC
ACTCAAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAGCCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCCTTACCAAGGCTTGA
CATAACCCGAAACCTCTGAGAGACAGGGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCCCTGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGACTCACGGGAGACCCG

CGGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGT
ACAATGAGCTGCGATACCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCCGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAA
GTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCAGTGTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTCACGTCACGAAA
GTCGGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAAC
AAGGTAGCCGTACCGGAAG

>Streptomyces sp. AN1-25 (1393 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTG
AGTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACCATCTTGGGCATCCT
TGATGGTGTAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGAGTAACGGCTCACCAAGGCGACGACGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAAGCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGATGACCGCTTCGGGTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGGAG
AGTGACGGTACCTGCAGAAAGACGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTCCGCTCGGTTGTGAAAGCCGGGGCTTAACCCCGGTCTGCAGTCGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
TCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCACCGCTAAACGGTGG
GGCCTAGGTGTGGGCAACATTCACGTTTCCGTCGCCGAGCTAACGCATTAAGTGCCCGCTGGGGATACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACCCGGAAGCATTAGAGATAGTGCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGT
AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCTGTGTTCAGCAGTGGCTTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGA
CGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACGTCAGTCAAGTCAATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCC
GGTACAATGAGCTGCGATACCGTGGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCCGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCAT
GAAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCCGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTCACGTCACG
AAAGTCGGTAAACCCG

>Streptomyces sp. AN1-29 (1434 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCTCTTTCGGGAGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGATCACCGGCCGATGGTC
TGGTGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGATGATGGCTACCAAGGCGACGACGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGATGACCGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCA
AGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCAGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTGTCCGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTCCGCTCGGATGTGAAAGCCGGGGCTTAACCCCGGTCTGCATTCGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
TCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCACCGCTAAACGGTGG
GAACTAGGTGTGGGTGACATTCACGCTATCCGTCGCCGAGTAAACGATTAAGTTCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACCCGGAACATCTGGAGACAGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGT
AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCTGTGTTCAGCAGTGGCTTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGA
CTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACGTCAGTCAAGTCAATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGC
CGGTACAATGAGCTGCGATACCGTGGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCCGATTGGGGTGTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCCGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTCACGTCAC
GAAAGTCGGTAAACCCGAGCCGTTGGCCCAACCCCTTGTGGGGAGGGAAATCGTC

>Streptomyces sp. AN1-38 (1484 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGCTTCGGTGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGATCACCGGCCGATGGTC
TGGTGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGATGATGGCTACCAAGGCGACGACGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGATGACCGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCA
AGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCAGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGGTGCAGCGTTGTCCGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTACGCTCGGATGTGAAAGCCGGGGCTTAACCCCGGTCTGCATTCGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
TCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCACCGCTAAACGGTGG
GAACTAGGTGTGGGCGACATTCACGCTCGTCCGTCGCCGAGTAAACGATTAAGTTCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACCCGGAAGCGCTGGAGACAGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGT
AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCTGTGTTCAGCAGTGGCTTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGA
GCCGGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACGTCAGTCAAGTCAATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCG
GTACAATGAGCTGCGATGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCCGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCATG
AAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCCGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCGCCCGTCACGTCACGA
AAGTCGGTAAACCCGAGCCGTTGGCCCAACCCCTTGTGGGGAGGGAAATCGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAG

>Streptomyces sp. AN2-3 (1486 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCTCTTTCGGGAGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACGACCTCCGACCGCATGGTC
TGGTGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGATGATGGCTACCAAGGCGACGACGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGATGACCGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGGAG
AGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCAGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTACGCTCGGATGTGAAAGCCGGGGCTTAACCCCGGTCTGCATTCGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
TCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCACCGCTAAACGGTGG
GAACTAGGTGTGGGCGACATTCACGCTCGTCCGTCGCCGAGTAAACGATTAAGTTCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACCCGGAAGCCTGGAGACAGGTTCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTCAGCTCGTGTCTGT

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AGATGTTGGGTTAAGTCCCACAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGATGGGGACTCACAGGAGA
CTGCCGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGAGCTCAAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGCTGCTACATATGGC
CGGTACAATGAGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTCGGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACGCGCCGCTCAGCTCAC
GAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAATCGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCG
TAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. AN2-9 (1492 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGGCTTCGGCCGGGGATTAGTGGCGAACGGG
TGAGTAACACGTTGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACGACACACGACCCGCATG
GTCTGTGTGTGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGATGGCCTACCAAGGCGACGA
CGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCCGACACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACA
GCACAATGGGCGAAAGCTGATGCAGCTGAGGAGCGCCGCTGAGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGC
GAGAGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCCTTGTCCGGAA
TTATTTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGGTGTGTCCGCTCGGATGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCATTTCGATACGGG
CAGGCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGTGGGACAGGC
GGATCTCTGGGCGTAACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGTTGTTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGACTCACAGG
TTGGGAAGTGGTGTGGGCGACATTCACGCTGTCCGTGCCGACGTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAG
GCTAAACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAG
GCTTACATACACCGGAACCCCTGGAGACAGGGTCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCT
GTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGACTCACAGG
AGACTGCCGGGCTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGCTGCTACAAT
GGCCGTTACATGAGCTGCATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACC
CCATGAAGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGCT
CACGAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAATCGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAG
TCGTAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTC

>Streptomyces sp. AN3-4 (1484 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTTGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGATACCGGCCGATGGTCTG
GTGATGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGATGGCCTACCAAGGCGACGACGGGT
AGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCCGACACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACA
ATGGGCGAAAGCTGATGCAGCAGCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGGAAAG
TGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCCTTGTCCGGAAATATT
GGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGGATGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCATTTCGATACGGGCGAGC
TAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTTGGCGAAGCCGGATC
TCTGGGCGATACTGACCTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGAGCGCAAGCAGGATAGATACCTTCCGCTTCCAGCGTAAACGTTGGG
AACTAGGTGTGGGCGACATTCACGCTTGTCCGTGCCGACGTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTG
ACATACACCGGAACGCTTCGGAGACAGGGCCCGCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGACT
GCCGGGCTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGCTGCTACAATGGCCG
GTACAATGAGCTGCGAAGCCCTGAGGTGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTTGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGCTCACGA
AAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAATCGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. AN3-6 (1415 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGGTTTCGGCCGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACGACTGCCGACCGCATGGTCTG
TGGTGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGCAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGATGGCCTACCAAGGCGACGACGG
GTAGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCCGCGAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCAGCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCG
AGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCCTTGTCCGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGGATGTGAAAGCCCGGGCTTAACCTCCGGTCTGCATTTCGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
TCTCTGGCCGATACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGCAACAGGATAGATACCTTGGTGTAGTCCACCGCGTAAACGTTG
GGAAGTAGGTGTGGGCGACATTCACGTTGTCCGTGCCGACGATAAGCTTCCCGGGTGGGGAGTACGGGCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACACCGGAACCTCAGAGATGGGTGCCCTTGTGGTCCGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTG
AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGA
CTGCCGGGTTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGCTGCTACAATGGC
CGGTACAATGAGCTGCGAAGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTCCGTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGCTCAC
GAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTG

>Streptomyces sp. AP1-1 (1486 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTTGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATCCTCCGACGCATCTGTGA
GGGTCGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAACCGGCTACCAAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACAGCCGCGAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCAGCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCTAATACGTAGGGCGAAGCCTTGTCCGGAATATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTACGCTCGGGTGTAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGCTGCATTTCGATACGGGCTAGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGATCT
TGGGCCATTAAGTACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGAAGGATTAGATACCTTGGTGTCCACCGCGTAAACCGGTGGGA
ACTAGGTGTTGGGACATTCACGCTGTGGTGGCGACCTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA

เอกสารนี้... คำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
 CATAACCCGGAACATCCAGAGATGGGTGCCCCCTTGTGGTGGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCGTGAGA
 TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCTGTATGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGGACTCACAGGAGACCG
 CCGGGTCAACTCCGAGGAAGTGGGACGACGCTCAAGTCAATGCCCTTATGTCTGACGGTGCACACTGCTACAAAGGACGAGG
 TACAAAGAGCTGCGAAACCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCTGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCATGA
 AGTCGGAGTTGCTAGTATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCCCGCCGTACGTCACGAA
 AGTCGGTAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGAGAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
 CAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGC

>*Streptomyces* sp. AP1-3 (1486 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
 AACCGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACACTTCCATCTGCATGGGTGG
 GGGTGAAGGCTCCGCGGTTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTGAGGTAACGGCTTACCAAGCGGACGACGGGT
 GCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGTGGGGAATATTGCACAA
 TGGGCGAAAGCCTGATGCAGGACGCGCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAACCTTTTCAGCAGGGAAGAGCGAAAGT
 GACGGTACCTGCGAAGAAGCCCGGCTAATACGTCGACGCGCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCGGGAATATTG
 GCGTAAAGACTCGTAGCCGCTTGTACGTCGGGTGTAAGCCCGGGCTTAACCCGGTCTGCAATTCGATACCGGGTAGCT
 AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGATCT
 CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCGCTAAACCGTGGGA
 ACTAGGTGTTGGCGACATCCACGTCGTCGGTGGCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTAAA
 ACTCAAAGGAATTGACGGGGCCGACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
 CATAACCCGGAAGCATTAGAGATAGTGCCTCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCGTGAGA
 TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGCGAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGGACTCACAGGAGACCG
 CCGGGTCAACTCCGAGGAAGGTGGGACGACGCTCAAGTCAATCAGCCCTTATGTCTGGGCTGCACACTGCTACAATGGCAGG
 TACAAAGAGCTGCGATACCGTGGGAGGCGAATCTCAAAAAGCCTGTCTCAGTTCGGATTGGGCTGCACACTGCTACAATGGCAGG
 AGTCGGAGTTGCTAGTATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCCCGCCGTACGTCACGAA
 AGTCGGTAACACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGAGAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
 CAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGC

>*Streptomyces* sp. AP1-4 (1439 bp)

CTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGTAACCGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTA
 ATACCGGATATCACTTCCATTTCGATGAGTGGGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGAGGATGAGCCCGCGCCCTATCAGCTTGTGGT
 GAGTAACGGCTCACCAAGGCGACGACGGGTAGCCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGATGAGACACCGCCAGACTCC
 TACGGGAGGACGAGTGGGGAATATTGCACAAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTG
 TAAACCTTTTCAGCAGGGAAGAGCGAGAGTACGGTACCTGCAGAAAGAGCGCGGCTAATACGTCGCCAGCAGCCGCGTAAT
 ACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCGGGAATATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGGGTGAAAGCCCGGGGCT
 AACCCGGGCTGCAATTCGATACGGGCTAGCTAGAGTGTGGTAGGAGGATCGGAAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATA
 TCAGGAGGAACACCGTGGCGAAGGCGGATCTCTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGA
 TACCCTGGTAGTCCACGCCGTAACCGTGGGAACTAGGTGTTGGCGACATTCCACGTCGTCGGTGCAGCAGCTAACGCATTAAAGTT
 CCCCCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCGACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTC
 GACGCAACGGCGAAGACCTTACCAAGGCTTGAATACAGGCGCAAGCGGAGAGATGGTTCGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGAGT
 GTGATGGCTGTCGTCGCTGCTGTGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGC
 CCTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGACCCCGGGTCAACTCGAGGSAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTAT
 GTCTTGGGCTGCACACTGCTACAATGGCCGTAATGAGCTGCGATGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAG
 TTCGGATTGGGCTGCAACTCGACCCTGAAGTCCGAGTTGCTAGTAAATCGCAGATCAGCAGTCTCGGTTGAATACGTTCCCG
 GGCCTGTACACACCCGCTGACGTCACGTCAGAAAGTCCGTAACACCCCGGTTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGCGA
 AAGTGGGACTGGCGATTGGCAGGAAGTCGTAACAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGGGCTGGA

>*Streptomyces* sp. AS1-1 (1446 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTGAACGATGAACCGGTTTCGGCCGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
 GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGATAAGCCCGGAAACTGGGTCTAATACCGGATACGACACTCCGAGGCATCTTG
 GGGTGTGAAAGTTCGGCGGTGACGATGAGCCCGCGCCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCTACCAAGGCGACGACGGG
 TAGCCGGCCTGAGAGGGTACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGTGGGGAATATTGCAC
 AATGGGCGAAGGCTGATGACGCTGACGCGGAGCGGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTTAACTCTTTTACCGGTAAGGCGAAG
 GTGACGGTACCTGCAGAAAGCACCAGGCTAATACGTCGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGTGGCAGCGTGTCCGGAATTTAT
 TGGGCTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTGTGCGCTGATTTGTAAGCCCGGGGCTTAACCTGGGTTGTCAGTGCATACGGGACGG
 CTAGAGTTCGGCAGGGAGACTGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGGT
 CTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGGAAAGCGTGGGGAGCGCAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCGGTAACCGGTTG
 GCACTAGGTGTGGCAACATTCACGTTGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAAGTCCCGCCCTGGGGAGTACGGCCGAAGGCTA
 AAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCGACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
 GACATACATCGAAACCGCAGAGATGGTCCGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTGCTGA
 GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCANNNTTCTTCGAGCANNNTTCTTCGAGCANNNTTCTTCGAGGAG
 TGCCGGGTTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACTGCTACAATGGCC
 GGTACAAATGAGCTGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTGTCAACTCGACCCCAT
 GAAGTCCGAGTCTGATAGTAAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCCCGCCGTACGTCATG
 AAAGTCGGTAACACCCGAAGCCTGGCTGACCCCTTGTGGGAGGAGGACTGTGCAAGATTGGGACTGGGCG

>*Streptomyces* sp. AS1-6 (1488 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCTGCTTAACACATGCAAGTGAACGATGAACCTTCTTCGGGAGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
 GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACACGGGGTGCATGATC
 TTCGTTGGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTTGATGGCCTACCAAGGCGACGACGG
 CTAGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGTGGGGAATATTGCA
 CAATGGGCGAAAGCCTGATGACGAGCGACCGCGCTGAGGATGACGGCTTCGGGTTGTAACCTTTTCAGCAGGGAAGAGCGGAG
 AGTACGGTACTGCAAGAAAGCGCCGCTAACTACGTCGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTA
 TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTGCGCTCGGATGTGAAAGCCCGGGGCTTAACCCGGTCTGCATTGCATACGGGCG
 GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
 TCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGGAGCGAAGCAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCGCTAACCGTTG

>Streptomyces sp. CL2-6 (1486 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGGCTTCGGCCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGGTCTAATACCGGATACGACACACGACCGCATGGTC
TGTGTGTGAAAGCTCCGGCGTGAAGGATGAGCCCGGCCATCAGCTTGTGGTGGGTGATGCCCTACCAAGCGCACGACGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACTGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAAGCCTGATGACGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTGAGCAGGGAAGAGCGGAG
AGTACGGTACCTGCAGAAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCTGTGCGCTGGATGTGAAAGCCCGGGCTTAAACCCGGGTTCGCACTTCGCGACG
GCTAGAGTTCCGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGGA
TCTCTGGCCGATATGACGCTGAGGAGCGAAGCCTGGGGAGCGAACAGGATAGATACCCCTGGTAGTCCACCGCGTAACAGTGTG
GAACTAGGTGTGGCGCATTCCACGTCGTCCTGCGCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAAGCAGCGGAGCTATGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACACCGAAAACCTGGAGACAGGGTCCCCCTTGTGGTCCGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTG
AGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTAGGGACTCACAGGAGA
CTGCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGC
CGGTACAATGAGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTCGGCTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCTCAGTCCAC
GAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAATCGTGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCG
TAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. CL3-4 (1486 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGGTCTAATACCGGATATCACTTCCATCTGCATGGGTGG
GGTTGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGGCCATCAGCTTGTGGTGGGTGAGGTAACGGCTCACCAAGGCGACGACGGGTG
GCGCCCTGAGAGGGCGACCGCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGACGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTGAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
GACCGTACCTGCAGAAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGTGTACGTCGGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAAACCCGGGTCTGCATTCGATACGGGCTAGCT
AGAGTGTGGTGGAGAGATAGGAAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGGATCT
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACCGCGTAAACGGTGGGA
ACTAGGTGTTGCCGACATTCACGCTCGTTCGGTCCCGCAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATAACCCGGAAGCATTAGAGATAGTGCACCGCTTGCACCGTTCGGTGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTG
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACCGCGTAAACGGTGGG
CCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCAGG
TACAAAGAGCTGCGATACCGTGGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGTCTCAGTTCGGATGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGA
AGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTCGGCTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCTCAGTCCACGAA
AGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTC

>Streptomyces sp. CP1-2 (1440 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGGTCTAATACCGGATACCTACTGCCCTGGGCATCCAAG
GTGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGACAGGATGAGCCCGGCCATCAGCTAGTGGTGGGTAAAGGCTCACCAAGGCGACGACGGGTG
AGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
ATGGGCGAAAGCCTGATGACGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTGAGCAGGGAAGAAGCGAGAG
TGACGGTACCTGCAGAAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATATT
GGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGCTCGGTTGTGAAAGCCCGGGCTTAAACCCGGGTCTGCAGTCGATACGGCGAGGC
TAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGGATC
TCTGGCCGATATGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACCGCGTAAACGGTGGG
CACTAGGTGTTGGGCAACATTCACGTTGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTG
ACATACCCGGAAGCGCCAGAGATGGTCGCCCTTGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTGAGT
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCGTGTTGCCAGCAAGCCCTTCGGGGTGTGGGGATCACGGGAGCC
GCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCG
GTACAATGAGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTCGGCTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCGCTCAGTCCACGA
AAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGGAAGGTGGGACTTGCAGAAAGTGGGAC

>Streptomyces sp. CP1-6 (1483 bp)

CTCAGGACGAACCGTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCCTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGGTCTAATACCGGATACCTACTCTCGCAGGATCTGTGA
GGTTGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGGCCATCAGCTTGTGGTGGGTGAGGTAACGGCTCACCAAGGCGACGACGGGTG
GCCCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGACGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTGAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
GACCGTACCTGCAGAAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTGTGACGTCGGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAAACCCGGGTCTGCATTCGATACGGGCTAGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGGATCT
CTGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACCGCGTAAACGGTGGGA
ACTAGGTGTTGGCGACATTCACGTCGTCGGTCCCGCAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACACCCGAAACGCTCGGAGACAGGCGCCCTTGTGGTCCGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTGCTGAGG
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTAGGGACTCACAGGAGAGC
CCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCG
TACAAAGAGCTGCGATACCGTGGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGA
AGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTCGGCTGAATACGTTCCCGGGCCTGTACACACCGCCCGCTCAGTCCACGAA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AGTTGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTGCAAGTGGGACTAGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. CX1-1 (1483 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAACACATGCAAGTGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACCTGACCTTCACGGGCATCTGTG
AAGGTCGAAAGCTCCGGCGGTGACAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCTCACCAGGCGACGACGGGT
AGCCGGCTGAGAGGCTGACGGCCAGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCAGGGGAATATTGCACA
ATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAG
TGACCGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATT
GGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTACGTCGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACGGGCAGGC
TAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCCGTCGGCGAAGCGGGATC
TCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCCGTAACCGGTGGG
CACTAGGTGTGGGCAACATTCACAGTGTCCGTGCCGACGTAACGATTAAGTGCCCCGCTGGGGAGTACGGCCCAAGGCTAA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAACAGCGGGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTG
ACATACACCGAAACGCTCCAGAGATGGGCGCCCTTGTGGTGGTACAGGTGGTGCATACAGGTGGTGCAGTGTCCGACGTCGTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCCCGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGGACTCACGGGAGACCG
CCGGGTCACCTCGGAGGAAGTGGGGACGAGTCAAGTCAATGCCCCCTATGTCTTGGGCTGCACAGCTGCTACAATGGCCGG
TACAATGAGCTGCGATACCGCAAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGA
AGTCCGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGTCCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCCCGCCGTCACGTCACGAA
AGTCCGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTGCAAGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. CZ1-3 (1483 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAACACATGCAAGTGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACCTCCCGCAGGCATCTGTGG
GGTTCGAAAGCTCCGGGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCTCACCAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAAGGATGAGCGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
GACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCATTGATACGGGGTAGT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCCGTCGGCGAAGCGGATCT
CTGGGCAATTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGCCAGCATGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
ACTAGGTGTGGCGACATTCACGTCGTCGGTGCAGCTAACGCATTAAGTTCCCCGCTGGGGAGTACGGCCCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAACGAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACACCGGAAAGCATTAGAGATAGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGTCAGCTCGTGTGCTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGCCAGCATGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
CCGGGTCACCTCGGAGGAAGTGGGGACGAGTCAAGTCAATGCCCCCTATGTCTTGGGCTGCACAGCTGCTACAATGGCCGG
TACAATGAGCTGCGAAACCGGAGGTAGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGA
AGTCCGAGTGTAGTAATCGCAGATCAGCATTGTCCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCCCGCCGTCACGTCACGAA
AGTCCGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTGCAAGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. CZ1-4 (1478 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAACACATGCAAGTGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGGA
GTAACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACGACCACTGAGGGCATCCTC
GGTGGTGGAAAGCTCCGGGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCGACGACGGG
TAGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGTGGGGGAATATTGCAC
AATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAAGGATGAGCGCCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
GTGACGCTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCGAGCGTTGTCCGGAATTAT
TGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACGGGCAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCCGTCGGCGAAGCGGAT
CTCTGGGCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGAGCGCAACGAGTATAGATACCCCTGGTAGTCCACCGCTAACCGTTGG
GCACTAGGTTGGGCGACATTCACGTCGTCGGTGCAGCTAACGCATTAAGTTCGCCCTGGGGACTGGCGGACGCGCCGAGGCTA
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAACGCGGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAAGCATCAGAGATGGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGTCAGCTCGTGTGCTG
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCTGTGTGCCAGCGGATCATGCCGGGACTCACAGGAGACCGCCGG
GTCAACTCGGAGGAAGTGGGAGCAGCTCAAGTCACTACGCTTATGTCTTGGGCTGCACAGCTGCTACAATGGCCGGTACAA
TGAGCTGCGATACCGGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCG
GAGTCCGTAGTAATCGCAGATCAGCATTGTCCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCCCGCCGTCACGTCACGAAAGTCCG
GTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGGGAGGGAGCCGTGCAAGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAAACAGGTAG
CCGTACCGGAAGGTG

>Streptomyces sp. EE1-2 (1480 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTCTTAACACATGCAAGTGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATATGAGCCTGGGAGGCATCTCCTG
GGTGTAAAGCTCCGGGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCTCACCAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCCACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGTGGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAAGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCAAGT
GACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGATTGTGAAAGCCCGAGGCTTAACCTTCGGGCTGCAGTCGATACGGGCTAGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCCGTCGGCGAAGCGGATCT
CTGGGCAATTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCTGTGTGCCAGCGGATCATGCCGGGACTCACAGGAGACCGCCGGTGGGA
ACTAGGTGTGGCGACATTCACGTCGTCGGTGCAGCTAACGCATTAAGTTCCCCGCTGGGGAGTACGGCCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCAACGCGGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACCGCGAAAGCATTAGAGATAGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGTCAGCTCGTGTGCTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCCCGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGGACTCACGGGAGACCCG

CGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGT
ACAATGAGCTGCGATGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAA
GTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTCGGGTGAATACGTTCCCGGCCCTGTACACACCCCGCTCAGTCAAGAAA
GTCGGTAAACCCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCTGTGCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAA
GGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. EE1-8 (1483 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACCACCCTGTCCCGCATGGGACG
GGTGTAAAGCTCCCGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTAGGCTACCAAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGCAAGCCTGATGCAGCGACGCCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGGTTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACCGGGCAGGCT
AGAGTGTGGTAGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATCGGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGATCT
CTGGGCTAATTACTGAGGAGGAAAGCGTGGGAGCGCAAGGATTAGATACCTTGTAGTCCAGCCCGCTAAACGTTGGGA
ACTAGGTGTTGGCGACATTCCACGTCGTCGGTGCAGCAGCTAACGCATTAAGTTCACCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGCAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACATCGGAAGCATCAGAGATGGTGGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGTCAGCTCGTGTCTGTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCTGTGTGCCAGCATGCTTTCGGGGTGTAGGGGACTCAGAGGACTG
CCGGGCTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTCGCTACAATGGCCGG
TACAATGAGCTGCGATGTCGTGAGGCGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTGACCCCATGA
AGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGCCCTTGTACACACCCCGCTCAGTCAAGAA
AGTCGGTAAACCCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. HC1-4 (1484 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACTGTCCATCGCATGGTG
GATGGTGTAAAGCTCCCGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGAGTGGCTCACCAGGCGACGACGGG
TAGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAAATATTGCAC
AATGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAA
GTGACCGTACCTGCGAGAAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTCGCTACAATGGCCGG
TGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACGGGCAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCCGGAT
CTCTGGGCGATACTGACCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGCAAGCAGGATAGATACCTTGGTAGTCCAGCCGCTAACCGGTGG
GCACTAGGTGTGGGCAACTTCCACGTTGTCCGCTGCGCAGTAAACGATTAAGTGCACCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGCAAGCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAACGCTCTGGAGACAGGCGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGTCAGCTCGTGTCTGTA
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCCGCTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGGTGGGACTCAGGGAGACC
CGCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTCGCTACAATGGCCGG
GTACAATGAGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGGAGTTCCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAAATACGTTCCCGGCCCTTGTACACACCCCGCTCAGTCAAGAA
AAGTCGGTAAACCCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGAGCTGTGCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. HC1-8 (1481 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACGAGCCTCCCGGCATCTGGGA
GGTGTGAAAGCTCCCGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGAGTAAACGGCTCACCAGGCGACGACGGGTA
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
GACGGTACCTGCGAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAATACCTAGGGCGCAAGCTGTCCGGAATTATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGATTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCTCCGGTCTGCAGTCGATACGGGCAGGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGATCT
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAAGGATTAGATACCTTGGTAGTCCACCGCGTAAACGGTGGGC
ACTAGGTGTTGGGCACATTCACGCTCGTGGTGGCGCAGTAAACGATTAAGTGCACCGCTGGGGTGGGAGCTCAGGCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGCAAGCGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACACCGGAAACATCCAGAGATGGGTGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGTCAGCTCGTGTCTGTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCTTGTCCCGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGACTCAGGGAGACCGG
CGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGACGACGTCAGTCAATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTCGCTACAATGGCCGGT
ACAATGAGCTGCGATACCGTGGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAA
GTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAAATACGTTCCCGGCCCTTGTACACACCCCGCTCAGTCAAGAAA
GTCGGTAAACCCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTCGGGGAGGGAGCTGTGCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACA
AGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. HC1-9 (1484 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACAAACCTGACCGCATGGTCCG
GTGGTGGAAAGCTCCCGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGAGTAAAGGCTCACCAGGCGACGACGGGT
AGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCTGGGGAATATTGCACA
ATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGT
TGACCGTACCTGCGAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAATACCTAGGGCGCAAGCTGTCCGGAATTATT
GGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGATTGTGAAAGCCCGAGGCTTAACCTCGGGTCTGCAGTCGATACGGGCTAGC
TAGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGAT
CTGGGCTAATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAAGGATTAGATACCTTGGTAGTCCACCGCTAAACGGTGGG
AACTAGGTGTTGGCGCATCTCCACGTCGTCGGTGGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGGATGGGACTGGCCGCAAGGCTAA

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGACAAGCGGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTG
ACATACACCGGAAAACCTGGAGACAGGGTCCCCTTGTGGTCCGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGGTGGCAGCATGCCCTTCGGGGTGTAGGGGACTCACAGGACCC
GCCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCG
GTACAAAGAGCTGCGATACCGTGAAGTGGAGGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGGAGTCCGTAGTAATCCGAGATCAGCATTGTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGA
AAGTCGGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. HCl-10 (1487 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCTCCTTCGGGAGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGGCAATCGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACGAGCCTGGGAGGCATCTCC
CGGGTTGGAAAGCTCCGGCGGTGACAGGATGAGCCCGCGCCATCAGCTTGTGGTGGTGAAGGCTCACCAAGGGCAGCAGCGG
TAGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGGAATATTGCAC
AATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGCCCGCGTGTAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTGAGCAGGGAAGAAGCGAAA
GTACCGTACCTGCGAGGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAAGTGCCGCTGGGAGTACGGCCGAAGCTTGTCCGGAATTAT
TGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTGCGGTGGTGTGAAAGCCCGGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACGGGCAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGGAT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCGCTAAACGGTGG
GCACTAGGTGAGCTCGGAGGAGTGGGACGAGCTCAAGTCACTACGCCCTTATGTCTGGGCTGGGAGTACGGCCGCAATGGCCTA
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGACAAGCGGGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAACATCCAGAGATGGGTGCCCCCTTGTGGTCCGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGA
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCCGTGTGCCAGCAGCCCTTGTGGTGTGGGACTCACGGGAGACC
GCCGGGTCAACTCGGAGGAGTGGGACGAGCTCAAGTCACTACGCCCTTATGTCTGGGCTGGGAGTACGGCCGCAATGGCCTA
GTACAAAGAGCTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGGAGTCCGTAGTAATCCGAGATCAGCAGTGTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGA
AAGTCGGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTG

>Streptomyces sp. KE1-4 (1486 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACCGTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACACTTCCATCTGCATGGGTGG
GGTGTAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGTGAAGGCTCACCAAGGGCAGCAGCGGTA
GCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCGGTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTGACAGGGAAGAAGCGAAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGGCGCAAGCCTTGTCCGGAATTATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACAGCTCGGGTGTGAAAGCCCGGGGCTTAACCCCGGGTCTGCATTGATACGGGCTAGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGGATCT
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCGTAAACGGTGGGA
ACTAGGTGTGGGACATTCACGCTCGTGGTGCAGCAGTAAACGATTAAGTTCGCCCGCTGGGGACTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGACAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGAGCCTAAACCGGAAGAACCTTACCAAGGTTGA
CATAACCGGAAAGCATTAGAGATAGTCCCGCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGAGA
TGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGGACTCACAGGAGACCG
CCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGAGCTCAAGTCACTACGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACGCTGCTACAATGGCAGG
TACAAAGAGCTCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AGTCGGAGTGTCTAGTAATCCGAGATCAGCATTGTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAA
AGTCGGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTG

>Streptomyces sp. KE2-1 (1484 bp)

TGGCTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAAGCCCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAG
TAAACGTTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATAAATCTGTGCCCTCATGGGG
ATGGTTAAAGCTCCGGCGGTGACAGGATGAGCCCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGTAATGGCCATACCAAGGGCAGCAGCGGT
AGCCGGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACA
ATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCGGTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTGACAGGGAAGAAGCGAAAG
TGACGGTACCTGCAGAAGAAGCCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGGCGCAAGCCTTGTCCGGAATTATT
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTTGTACAGCTCGGGTGTGAAAGCCCGGGGCTTAACCCCGGGTCTGCATTGATACGGGCGAGC
TAGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGGATC
TCTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCGTAAACGTTGGG
AACTAGGTGTTGGCGACATTCACGCTCGTGGTGCAGCAGTAAACGATTAAGTTCGCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGACAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGAGCCTAAACCGGAGAACCTTACCAAGGTTG
ACATACACCGGAAAGCATCAGAGATGGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTCAGCTCGTGTCTGTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGGACTCACAGGAGACC
GCCGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGAGCTCAAGTCACTACGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACGCTGCTACAATGGCCG
GTACAATGAGCTGCGATACCGAAGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGGAGTGTCTAGTAATCCGAGATCAGCATTGTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGA
AAGTCGGTAACACCCGAAGCCGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>Streptomyces sp. KG1-1 (1475 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCTCCTTCGGGAGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGGCAATCTGCCCTGCACCTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACGACCACTGAGGGCATCCTC
GGTGGTGAAGAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGGTATGGCTACCAAGGCGACGACGGG
TAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCAC
AATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAA
GTGACGGTAACTTCGAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGGAGCTTGTCCGGAATTAT
TGGCGTAAAGCCTGTAGGGCGCTTGTCCGCTCGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTTCGACTCGATACGGGACGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGAT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGTTGG
GCCTAGGTGTGGGCGACATTCACGCTCGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTGCCTCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACGGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAAGCATCAGAGATGGTGCCCCCTTGTGGTGGGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGCTGCTGCTGTA
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCTGTGTTGCCAGCGGGTATGCCGGGGACTCAGAGGACCGCCGGG
GTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGTACAA
TAGACTCGGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAGCCCGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTTCG
GAGTCCGTAGTAAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTTCG
GTAACACCGAAGCCGTTGGCCCAACCCCTTGGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTACAAAGGTAG
CCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. KM1-5 (1484 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGCTTTCGGGCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGGCAATCTGCCCTGCACCTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATATGACTGTCCATCGCATGGTG
GATGGTGAAGAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTAGGTGCTCACCAGGCGACGACCGGG
TAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCAC
AATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAA
GTGACGGTAACTTCGAGAAGAAGCGCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGGCAAGCGTGTCCGGAATTAT
TGGCGTAAAGCCTCGTAGGGCGCTTGTACGTGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTTCGACTCGATACGGGACGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGAT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGTTGG
GCCTAGGTGTGGGCAACATTCACGCTGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTGCCTCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACGGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAAGCATTCGAGGAGCGCCCGCTTGTGGTCCGTTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGCTGCTGCTGTA
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCTGCTGTTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGACTCAGGGAGACC
GCCGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCG
GTACAATGAGCTCGCATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAGCCCGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGAGTTCGTAAGTAAATCGAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGA
AAGTCGGTAAACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTGCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. ZM1-1 (1487 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGCTTTCGGGCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGGCAATCTGCCCTGCACCTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATATCACTGCCTTGGGCATCCT
TGGTGGTGAAGAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTAGTGGTAGGTAAATGGCTCACCAGGCGACGACGGG
GTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCTTCGGGTGTAAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAG
AGTGAACGCTGATGCAGAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATTA
TGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTACGTGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTTCGACTCGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCGTTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
TCTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGGTG
GGCACTAGGTGTGGGCAACATTCACGCTGTCCGTGCCGACCTAACGCATTAAGTGCCTCCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACGGGAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACACCGGAAAGCATTAGAGATAGTCCCGCTTGTGGTGGTGTGACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGAGTCTGCTGCTG
AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCTGCTGTTGCCAGCAGCCCTTCGGGGTGTGGGGACTCAGGGGAGA
CCGCGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGC
CGGTACAATGAGCTCGCATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAGCCCGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
TGAAGTCGGAGTGTCTAGTAATCGAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCAC
GAAAGTCGGTAAACCCGAAGCCGTTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTGCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCG
TAAACAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. ZM2-1 (1483 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTTGGGTAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATATCACTGCCACTCGCATGGGTGG
TGGTGTAAAGACTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTAGGTAACGGCTCACCAGGCGACGACGGGTA
GCCCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGCAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAAACCTCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAAATACGTAGGGCGCAAGCGTGTCCGGAATATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGGCGCTTGTACGCTGGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTTCGACTTCGATACGGGCGAGGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGAACACCGGTGGCGAAGGCGGATCT
CTGGGCCATTACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGGTGGGA
ACTAGGTGTTGGCGACATTCACGCTCGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCCTCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACGGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATACCCGAAAGCATTAGAGATAGTCCCGCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGCTGAGTCTGCTGCTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTGTCTGCTGTTGCCAGCTGCCCTTCGGGGTGCAGGGGACTCAGAGGAGACC
CCGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCAGG
TACAATGAGCTCGCATACCGTAGGTGGAGCGAATCTCAAAGCCCGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGA
AGTCGGAGTGTCTAGTAATCGAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAA

เอกสารนี้... (partially obscured text)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGGAGGGAGCTGTGCGAAGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. ZM2-9 (1482 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGGTTTCGGCCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATATGAGTTCCTCCGCATGGTG
GGGACTGTAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCCGCTATCAGCTTGTGGTGGTGGTACCGTACCAGGCGACCGCGG
TAGCCCGCTGAGCGAGTACCGCCACACTGGGACTGAGACACCGCCAGACTCCTACGGAGGCGAGCAGTGGGGAAATATGACAC
AATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTACGAGGGAAGAAGCGAAA
GTGACGCTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTCGCCAGCAGCCGGTAATACGTAAGGCGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTAT
TGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCCGCTCGGTTGTGAAAGCCCGGGGCTTAACCCCGGCTCGAGTCGATACGGGCGAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGCTGGCGAAGCGGAT
CTCTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTTGGTAGTCCACGCCGTAACCGGTGG
GCACTAGGTGTGGGCAACATTCCACGTTGTCCGTCGCCGAGCTAACGCATTAAAGTGCACCGGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAACCTGGAGACAGGGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGTGATGATGATGATGATGATGATGATGATGATG
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCCGTGTGCCAGCAGGCCCTTGTGGTGTGGGGACTCACGGGAGACC
GCCGGGTTCAACTCGGAGGAAGTGGGGACGAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCTGGGCTGCACACGTCGTACAATGGCCG
GTACAATGAGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAAATGCTTCCCGGCCCTTGTACACACCCGCGCCGCAAGCGGAT
AAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCTGTGCGAAGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
AAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. ZM2-12 (1481 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGGTTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACACGTTGGGCAATCTGCCCTTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACGACTGCGGGAGGATCTCCTG
TGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGAGGATGAGCCCGCCGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTAAATGGCCTACCAAGGCGACGACCGGCA
GCCGCCCTGAGAGGGGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACCGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAAATATGCGATA
TGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAGAGT
GACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTCGCCAGCAGCCGGTAAATGCTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGCTCGEATGTGAAAGCCCGAGGCTTAACCTCCGGTCTGCATTGATGATGATGATGATG
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTTGGCGAAGCGGATCT
CTGGGCCATTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCCTGTGTGCGAGCATGGCCCTTCCGGGTTGTTGGGGGATGAGGGGATG
ACTAGGTGTGGCGACATTCCACGTCCTCGGTGCCGAGCTAACGCATTAAAGTTCACCGGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAA
ACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGCGGAGCATGTGCCCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGA
CATATACCGGAAAGCATAGAGATAGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTGAGCTCGTGTCTGTGAGA
TGTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCCTGTGTGCGAGCATGGCCCTTCCGGGTTGTTGGGGGATGAGGGGATG
CCGGGGTCAACTCGGAGGAAGTGGGGAAGCGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCTGGGCTGCACACGTCGTACAATGGCCGG
TACAATGAGCTGCGATACCGTGAAGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGA
AGTCGGAGTTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAAATGCTTCCCGGCCCTTGTACACACCCGCGCCGTCACGTCACGAA
AGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTGGAGGGAGCTGTGCGAAGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
AGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. ZM3-2 (1475 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCCTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGGTTTCGGGAGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAATACCGGATACGACCCTGAGGGCATCCTC
GGTGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCCGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGTGGCTACCAAGGCGACGACCGGG
TAGCCCGCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACCGCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAAATATGCA
AATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGGAA
GTGACGGTACCTGCAGAGAAGCGCCGGCTAACTACGTCGCCAGCAGCCGGTAAATGCTAGGGCGGAGCGTTGTCCGGAATTAT
TGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGGTGTGAAAGCCCGGGGCTTAACCCCGGCTGTCAGTCGATACGGGCGAG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTTGGCGAAGCGGAT
CTCTGGGCGATACTACGCTGAGGAGCGAAAGCCTGGGAGGAGCAAGGATGAGATACCTGGGATGTTAGCAGGCGGCAAGCGGATG
GCACTAGGTGTGGGCGACATTCCACGTCCTCGGTGCCGAGCTAACGCATTAAAGTTCACCGGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAAGCATCAGAGATGGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTGAGCTCGTGTCTGTGA
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTCTGTGGTGGCAGGATACGCGGGGACTCACAGGAGACCCCGGG
GTCAACTCGGAGGAAGTGGGGAAGCGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCCTGGGCTGCACACGTCGTACAATGGCCGGTACAA
TGAGTGTGCATACCGGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAGTCG
GAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAAATGCTTCCCGGCCCTTGTACACACCCGCGCCGTCACGTCACGAAAGTCG
GTAAACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGGGAGGGAGCCGTGCGAAGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAAACAGGTAG
CCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. ZM3-3 (1438 bp)

TTCCGTTGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGTAACACGTTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAA
TACCGGATACTGATCCGCTTGGGCATCCAGACGGTTCGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCCGCTATCAGCTTGTGGT
GAGGTAGTGGCTACCAAGGCGACGACGGGTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGCGCCAGACTCC
TACGGGAGGCGACGAGTGGGGAAATATGCACAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTG
TAAACCTTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAGTGCAGGTACCGGATGCGAAGAAGCGCCGCTAAGTGCAGGAGACCGCCGCTAAGT
ACGTAGGGCGGAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTACGTCGGTGTGAAAGCCCGGGGCTT
AACCCCGGCTTCGAGTCGATACGGGCAAGGCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATA
TCAGGAGGAACACCGGTTGGCGAAGGCGGATCTTGGGCGGATACTGACGCTGAGGAGCGGAACCGTGGGGAGCGAACAGGATAGA
TACCTGGTAGTCCAGCGGTAAGCGGTGGGCGACTAGGTGTGGGCAACATTCCACGTTGTCGGTCCCGCAGCTAACGATTAAGTG
CCCCGCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCTAAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGGGAGCATGTGGCTTAATTC
GACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCTTGCATACACCGGAAAGCATAGAGATAGTGCACCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTG
GTGCATGGCTGTGCTGAGCTCGTGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCCCGTGTGCCAGCAGGC
CCTTGTGGTGTGGGGACTCACGGGAGACCGCCGGGTTCAACTCGGAGGAAGTGGGAGCAGCTCAAGTCATCATGCCCTTATG

เอกสารนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGCCGGTACAATGAGCTGCGATACCGGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGT
TCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCATGAAGTCGGAGTCCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGG
GCCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAA
GGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGGTGCGGCTGGA

>Streptomyces sp. ZM3-9 (1483 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCACTTCGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGT
AACCGTGGGTAATCTGCCCTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATCACTTGGCGAGGCATCTGTGC
GGGTTGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGAGTAACGGCTCACCAGGGCAGCAGGGTA
GCCGGCTGAGAGGGCAGCCGGCCACTGGGACTGAGACAGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
TGGGCGCAAGCCTGATGCAGCGCCCGCGTGGGGATGACGGCCTTCGGGTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCAAGT
GACGGTACCTGCAGAAGAAGCCGGTAACTACGTGCGAGCCGGTAACTACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCGGGAATTATTG
GGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTCACTCGGGTGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTCTGCATTGATACGGGAGGCT
AGAGTGTGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGATCT
CTGGGCCATTACTGACCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTTGATCCACGGCGTAAACGGTGGGA
ACTAGGTGTGGCGACATTCACGTCGTGGTGGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTTAA
ACTAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCAGCGGACATGTGGCTTAATTCAGCGCAACCGCAAGACCTTACCAAGGCTTGA
CATACACCGGAAAGCATTAGAGATAGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGTCAGCTCGTGTGAGTA
TGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTGGCAGCGTCCCTTCGGGGTGCAGGGGACTCACAGGAGCCG
CCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTGGGTGCACAGTGTCTACATGGCAGG
TACAATGAGCTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCTGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGA
AGTCGGAGTGTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAA
AGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTAA
CAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. Z01-8 (1484 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGCTTCGGGCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACTGTCCGCCGATGGTG
GATGGTGTAAAGCTCCGGCGGTGAGGATGAGCCCGTGGCTTACGCTTGTGGTAGGATGGCTCACCAGGGCAGCAGCGGG
TAGCCGGCTGAGAGGGCAGCCGGCCACTGGGACTGAGACAGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCAC
AATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCGTGGGGATGACGGCTTCGGGTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGGAGA
GTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCCGGCTAACTACGTGCGAGCAGCCGGTAACTACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTAT
TGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTCACTCGGTGTGTAAGAGCCCGGGCTTAACCCGGGTCTGCAGTGTACGGGAGG
CTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCGAT
CTTGGGCCGATACTGACCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGGTGG
GCATAGGTGTGGGCAACATTCACCTTGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCTA
AACTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGGAGCATGTGGCTTAATTCAGCGCAACCGCAAGAACCTTACCAAGGCTT
GACATACACCGGAAACGCTCTGGAGACAGGCGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGTCAGCTCGTGTGATGA
GATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGGCGCAACCCCTTGTCCCGTGTGCGCAGAGGCCCTTGTGGTGTGGGACTCACGGGAGACC
GCCGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGCTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTGGGTGCACAGTGTCTACAATGGCCG
GTACAATGAGCTGCGATACCTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCGGCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATG
AAGTCGGAGTGTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGA
AAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAGCTGTCAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>Streptomyces sp. Z1-3 (1427 bp)

AGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGCTTCGGGGTGGATTAGTGGCGAACGGGTGAGTAA
ACGTGGGCAATCTGCCCTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATATGACTCACCGGCCGATGGTCTGGT
ATGAAAGCTCCGGCGGTGAGGATGAGCCCGGCTATCAGCTTGTGGTAGGATGGCTCACCAGGGCAGCAGCGGTAGC
CGCCCTGAGAGGGCAGCCGGCCACTGGGACTGAGACAGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCACAA
GGCGCAAGCCTGATGCAGCGACCGCGTGGGGATGACGGCTTCGGGTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCAAGTGA
CGGTACCTGCAGAAGAAGCCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTGG
CGTAAAGAGCTCGTAGCCGCTGTCCGCTCGGATGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTCTGCATTCGATACGGGAGGCTAG
AGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGCGGATCTCT
GGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGTTGGGAAC
TAGGTGTGGGCGACATTCACCTTGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCGCAAGGCTAAAAC
TCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCGGGAGCATGTGGCTTAATTCAGCGCAACCGCAAGAACCTTACCAAGGCTTGACA
TACACCGGAAAGCTCTGGAGACAGGCGCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTCTGATCGTGTGATGAGATG
TTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGTGGGACTCACAGGAGACTGCC
GGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGACGTCAGATCATATGCCCTTATGTCTGGGCTGCACAGTGTCTACAATGGCCGGTA
CAATGAGCTGCGAAGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCATGAAG
TCGGAGTCGATTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCCGTACGTCACGAAAG
TCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCTTGTGGGAGGGAATCGTCG

>Streptomyces sp. Z1-7 (1486 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGTAAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCTCCTTCGGGAGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
GTAACACGTTGGCAATCTGCCCTCACTCTGGGACAAGCCCTGGAACCGGGTCTAATACCGGATACGACTACCGACCGCATGGTC
TGGTGGTGGAAAGCTCCGGCGGTGAAGGATGAGCCCGCGCCTATCAGCTTGTGGTGGGTTAGTGGCTCACCAGGGCAGCAGCG
GTAGCCGGCTGAGAGGGCAGCCGGCCACTGGGACTGAGACAGGCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGCA
CAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACCGCGTGGGGATGACGGCTTCGGGTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAG
AGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCCCGCTAACTACGTGCCAGCAGCCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTA
TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGCGGCTTGTCACTCGGATGTGAAAGCCCGGGCTTAACCCGGGTCTGCATTGATACGGGCGAG
GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGGCG
TCTTCGGCCGATACTGACCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCAGCGGTAACCGTTG
GGAAGTGGTGTGGCGACATTCACGTCGTCCGTGCCGAGCTAACGCATTAAGTTCGCCGCTGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
AAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGCCCGCACAAAGCAGCGGAGCATGTGGCTTAATTCAGCGCAACCGCAAGAACCTTACCAAGGCT
TGACATACACCGGAAACCTTGAGACAGGGTCCCCCTTGTGGTGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGTCAGCTCGTGTGATGAGATG

เอกสารนี้... (partially obscured)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGATGGGGACTCACAGGAGA
 CTGCCGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGGACGACGTCAAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGC
 CGGTACAATGAGCTGCGATACCGCGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
 TGAAGTCGGAGTTGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCCGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTCACGTCAC
 GAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTTGGGAGGAATCGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCG
 TAACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG

>*Streptomyces* sp. ZZ2-1 (1485 bp)

CTCAGGACGAACGCTGGCGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCGGTTTCGGCCGGGGATTAGTGGCGAACGGGTGA
 GTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAAACGGGGTCTAATACCGGATATGACTGCCGACCGCATGGTC
 TGGTGGTGGAAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGAGCCCGCGGCTATCAGCTTGTGGTGGGGTGATGGCTACCAAGGCGACGACGG
 GTAGCCGGCTGAGAGGGCGACCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCAGACTCCTACGGGAGGACAGCAGTGGGGAATATTGCA
 CAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGCA
 AGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGTTGTCCGGAATTA
 TTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTGTGCGCTGGATGTGAAAGCCCGGGCTTAACTCCGGGTCTGCATTGATACGGGCGAG
 GCTAGAGTTCGGTAGGGGAGATCGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGTGGCGAAGGCGGA
 TCTCTGGCCGATACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAACGTTG
 GGAATAGGTGTGGGCGACATTCCACGTTGTCCGTGCCGAGCTAACGATTAAAGTTCCCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGCT
 AAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGCGGAGCATGTGGCTTAATTCGACGCAACCGGAAGAACCTTACCAAGGCT
 TGACATACACCGGAACATCTGGAGATGGGTGCCCTTGTGGTTCGGTGTACAGGTGGTGCATGGCTGTGCTCAGCTCGTGTCTG
 AGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTGTCTGTGTTGCCAGCATGCCCTTCGGGGTGATGGGGACTCACAGGAGA
 CTGCCGGGGTCAACTCGGAGGAAGGTGGGAGACGTCAGTCATCATGCCCTTATGTCTTGGGCTGCACACGTGCTACAATGGC
 CGGTACAATGAGCTGCGAAGCCGTGAGGTGGAGCGAATCTCAAAAAGCCGGTCTCAGTTCGGATTGGGGTCTGCAACTCGACCCCA
 TGAAGTCGGAGTCGCTAGTAATCGCAGATCAGCATTGCTGCCGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTCACGTCAC
 GAAAGTCGGTAACACCCGAAGCCGGTGGCCCAACCCCTTGTTGGAGGGAGCCGTCGAAGGTGGGACTGGCGATTGGGACGAAGTCGTA
 ACAAGGTAGCCGTACCGGAAGG



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ KS domain ที่เป็นส่วนประกอบของ โพลีคีไทด์ซินเทสชนิดที่ 1 ของ *Streptomyces* spp. ที่แยกได้จากข้า (*Alpinia ganlaga*)

>AG2-1 no.1 (781 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGCTACAGGCTTCGTGGGAAGTCTTCGAGCGGGCCGGGATCGCCCGGGACGCGTTGCGGGGCGAGCTC
CACCAGGAGTTCGTGCGGCACCAACGGCCAGGATTACGCCGCCCTCGTCGGTAACGCGCCACAGCGTGGGACGGCCATCTGGCCA
CCGGCAGCGCGGGAGCGTGGCGTCCGGCCGGTGTCTACACCTTCGGGCTCGAGGGCCCGGCCATCACTGTGGACACTGCGTGT
TCGTCTCATTGGTGGCCATGCACCTGGCCGCGCAGGCGTGCCTCGGGCGAATGCCGTATGGCCCTGGCGGGTGGCGCCACGGT
GATGGCCACGCCACCGGTTCCGCCGAGTCTCTCGACAAGGCGCGTGGCTGCCGATGGCCGGTGAAGGCATTCCGCGCGGGGG
CGGACGGCACCAGGCTGGGGCGAAGGTGTGGGCATTCTGCTGTGGAGCGGCTGTCCGACGCCGAGCGGAACGGCCACCAGGTGCTG
CCGTGATGCGTGGCTCCGCCGTCAACCAGGATGGTGCCTCGAATGGTTTACGGCGTGAATGGTCCGTCCGACGAGCGGGTATC
CGGACGGCGCTGGCGAACGCCGGACTCGCCGCCGGGACATCGACGCGGTGGAGGCACACGGCACCAGGTACGGCGCTGGGCGACCC
CATCGAGGCGCAGGCCCTGCTGGCCAGTACGGCCAGGACCGGGATGCGGATCGGCCGCTGCTGCTGGGCTCCGTCAAGACCAATC
TGGCCA

>AG2-1 no.2 (783 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTTTCTACAGGTGGCTGGGAATCCCTGGAGCGGGCGGGATCGATCCGGTGTGCTGAAGGGGAGCCG
CACGGGTGTCTACGCGGTGTGTCCAGCCAGGACTACCTGTCCCGCGCCCGCGCATCCCGAGGGCTTCGAGGGCTACGCCACCA
CGGGCGGACTCACCAGTGTGATCTCGGGCCGGTGGCTACACCTTCGGCCTGGAGGGCCCGCGGTGACGGTGGACACCGCATGC
TCGGCCTCGTGGTGGCCATGCACCTGGCGGTGCAGGCACTGCGGCGAGGGGAGTGCACCCCTGGCCCTGGCGGGCGGTGTACCTC
GCTTGCCACCCCATCATGTTACCCGAGTCTCCGACAGCGGCACTGGCCCGGAGCGCGGTGCAAGTCTTCGCGCGCGGACG
CGGACGGCACCAGGCTTCCGAAGGCGTGGTCTTGTGGTACTGGAGCGGCTGTCCGAGGGCCCGCGCAACGGTATCGGGTGTG
GCGGTGATCCGGGCTCGGCCATCAACCAGGACGGTGCAGCAACGGCCTCACGCGCCCAACGACGTGGCCAGGAACGGTGTGAT
TTCCCGAGGCGCTGGCCAACGCCAGCTGGGGCCGGCGATGTGGACGCCCTCGAGGCACACGGCACCAGGACGAACTCGGGCAG
CCGATCGAGGCGGAGGCCCTGATCGCCACGTACGGCCAGAACCGCCCGCCGACCGGGCCACTGCTGTGGGACCCCTCAAGACCAA
CCTCGCCA

>AG2-1 no.3 (784 bp)

GAGCCCGCAGCAACGGCTGTTCTGCAGACCACCTGGGAGCGCTCGAACACCGCGGCATCGACCCACCGCGTTCGCGGCCACCCC
GACCGGGATCTTCGCGGGGCTCATTTACCACGACTACGCCAGCGGCTTCCCGACCAACTGGCCGACGGCTTCGAGGGCTATCTCG
GCAACGGCAGCGCGGAGAGCGTGGCCACCGCCCGGGTGGCTACACCTTCGGCCTCGAGGGTCCGGCGTCAACCGTGGACACCGG
TGCTCCTCGTCCGTGGTGGCGTGCACCTGGCCGCGCAGGCGGTACCGCAGGGCGAATGCGCCTCGCGGTGGCGGGTGGGTCAGC
GTGATGTCGACCCCGCGCGCATCGTTCAGTTCAGCCGGTGGCGGGCTCGCCCGCAGCGGGCGTCCAAGTGTTCGCGCGCGCA
GGCCGACGGGATGGGCTTCGCCGAGGGCGTCCGCATGCTGGTGTGAGCGGCTGTCCGACGCCCGCCCGCACCGGCCACCGGGTGC
TGGCGCTGCTCCGGGCTCCGCGCTCAACCAGGACGGCGCTCAACGGCCTCACCGGCCACGGCCCGGCCAACAGCGCGTTC
ATCCGGCAGGCGTGGCGAACCGGGACTCTCGCGCGCGATGTGACGCTGTCGAGGCGCACGGCACCAGGACATCGCTGGGCGA
CCCGATCGAGGCGCAGGCCCTGCTCGCCACGTACGGCCGGGACCGGCCCGCGACCGGGCCGGTGGTGTGGGACCCGTCAAGTCCA
ACCTCGGCCA

>AG2-1 no.5 (776 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGGTGTGCAGGCGCTCGGGAGGCGCTGGAACCGCGCGGACTCGTCCCGTCCACACTGCGCGGCAGCCG
CACCGGTGTTCCTCGCGAGTACCAGGACTACGCGCTCTGACCGGGCCCGCGGCGACAGCGCCCGGTACCGCGG
GCACGGGACGCGGGCTCGGTGCTCTCCGGCCGGGTGGCGTACCGCTCGGCTCGAGGGCCCGCGGTACCGTGGACACGGCATGC
TCCTCGTCGATGTTGGCGATGCACCTGGCAGCGAGTCACTACCGCGCGGTGAGTGTTCGCTGGCGCTGGCCCGCGGTGTACCGT
CATGGCCACGCGCGCACCTTCGTGGAGTCTCCCGGACGGGGCGCTGTCCCGGACGGCGGTGCAAGTCTTCGCGGAGGCGG
CGGACGGCAGCGGCTGGTCCGAAGGGTTCGGGTGCTGGTGTGTCGAGCGGCTGTCCGACCGCGTTCGCGCGCGGCGCGGTA
GCCCTGGTCCGGTTCGACAGCGGTCAACCAGGACGGCGCGAGCAGTGGCCTCACCGCCCCAACGGCCGTTCGAGGAGCGGGTGT
CCGCGCCCGCTGGCGGGCGCCGGCCTGTCCCGCGCGATGTGACGCGCTCGAGGCACACGGCACCAGGACCGGCTGGGCGACC
CCATCGAGGCGCAGGCCCTGCTGGCCACTACGGACAGAACCGTGAGCACCCCTGCTGCTCGGCACCGTGAAGTCCAACATGGG
CA

>AG2-1 no.6 (779 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGCTACAGACCTCGTGGGAGGCGCTCGAGCACGGCGGCATCGCCCGGGACGCGTGGCCGGCAGCCG
CACCGGTGTTCCTCGCGAGTACCAGGACTACGCGCTCTGACCGGGCCCGCGGCGACAGCGCCCGGTACCGCGG
GCACGGGACGCGGGCTCGGTGCTCTCCGGCCGGGTGGCGTACCGCTCGGACTCGAGGGACCGCGCTCACCGTTCGACACCGG
TGCTCCTCGGGTGGTGGCCCTGCACCTGGCCGCGCAGTCCCTACGGAACCGCGAGTGCGCCACGGCGCTCGTGGGAGGGCGGAC
GGTCATGACACCCACGGCGTACCGAGTCTCCCGCAGGGCGGACTGGCCCGGACGGCCTGTGCAAGGCGTTCGCGACT
CCGCGGACGGCAGCGGATTTCGCGAGGGGTCGGGTGCTGGTGTGTCGAGCGGCTGTCCGACCGCGTTCGCGCGGGCGCGGTA
TGGGCGTGGTGGTGGCTCGGCATCAATCAGGACGGCCTGTCCAACGGCCTGTCCGCGCCAACGGCCGTGCCAGCGGGAGGT
CATCCGCCAGGCACTGGCGAACCGCGCGCTGTCCCGGGGACATCGACGTGGTTCGAGGCGCACGGCACCAGGACACCACTCGGCG
ACCCGATCGAGGCGCAGGCCCTGCTGGCGGCTACGGGACGAGCCGGGACGGCCGCTGCTCATCGGCACCCCTGAAGTCCAATCTC
GGCCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AG2-1 no.8 (782 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGTTCTGCAACACGGCGTGGGAAGCGCTTGAGCGGGCCGGGATCGTCCCAGATTACTGCGCGGCTCGGA
CACTGGCGTCTATGTGGGTGCCCGCTGGGCGGAATACGGATCAGTGTGGCGTCAGGTTGCAACGATGTGCGCCGGGACGTCGTGA
CCGGTAACGCCGGAAGTGTGGCCCTCGGGCCGGATCGCCTACACGCTGGGCTGGAAGGCCCGCTGTACCGTGGACACGGCCTGT
TCTTCTTCGCTCGTGGCGGTGCATCTGGCGGCCAGGCCCTGCGGTGCGGTGAGTGTTCGATGGCGCTTGGCGGTGGTGTACGCT
GATGTCCACCCCGGTGTGTTCACGGAATTTTCGCGGACAGGGCGGCTGGCCGCGACGCGGCTGTAACCGTTTCGCCGAAGCCG
CGGACCGCACCGGGTGGGGCGGCGGGAATCGTGGTTCGAGCGGTTGTCGGATGCGCGTGGCGTGGGCATCAGGTGCTG
GCGGTGTTGCGCGGTAGCGCGGTGAACCAGGACGGTGCCTGCAACGGCTTGACGGCACGAAAGGTCGCTCCAGCAGCGGGTGT
CCGCGCGGACTGGCGAGCGCCCGCTGTGGCATCCGATGTGGACGCTGTGAGGACACGGCACGGGACCCCGGTGGGTGATC
CGATCGAGGCGCAGGCGCTGTGGCGACCTATGGCCAGGACCGTCCGTGGATCGGCCGTTGTGGTGGGTCCTGAAGACCAAT
ATCGGCCA

>AG2-1 no.9 (775 bp)

GAGCCCGAGCAACGGCTGTTCTACAGGCGTCTGGGAGGCGCTGGAACGCGCCGGACTCGTCCCCTCCACTGCGCGGACGCCG
GAGCGAATTCGCGGATGTACCACGACTACGGACCGCCATTGGAACACACCGCGGGCGCGTGCAGCGGACCGGCTGTA
CCGGCACCCAGCCAGCGTGTGTCGGTTCGCGTACACCCCTCGGTCTCAGGGGCGCGGTCATCGTGGACACGGCATGC
TCTCTGTCGATGTTGGGATGCACCTGGCAGCGCAGTCACTACGCGCCGCTGAGTGTTCGCTGGCGCTGGTCCCGGTGTACCGT
TATGGCCACGCCCGGACCTTCGTGAGTTCCTCCCGCAGCGGGCGCTGTCCCAGGACGGCCGTTGCAAGTCTTCGCGGAGGCGG
GGACGGCACGGACTGGTCCGAAGGGTTCGGGTGCTGGTGTTCGAGCGGCTGTGAGCGCGCTGCCACGGCCACCGGTCATGG
CCCTGGTCCGGTGCACGCGGTCAACCAGGACGGCGGAGCAGTGGCTCACCGCCCCAACGGCCGTCGCAGGAGCGGGTGTG
CGCGCCGCGTGGCGGGCGCGGCTGTCCCAGGCGGATGTGCACGCCCTCGAGGACATGGCACGGGACCGGCTGGGCGACCC
CATCGAGGCCAGGCGGTGTGGCCACCTACGGACAGAACCGTGGACACCCCTGTGCTCGGCACCTCAAGACCAATATCGGCC
A

>AG2-1 no.11 (781 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGCTGTCAGACCTCCTGGGAGTGTGTTGGAACGGGCGGGCATCGCGCCGACGCGCTGCGCGCCACCCG
TACCGGTGTGTTTCGTCGCCACATGGACAGGAGTACGGGCCACGGCTGCACGAGGCGCGGAGGCGGTGACGGCTATTCCTCA
CCGGCAAGACCGCCAGTGTGGCTTCGGCCGATCGCCTACACCTCGCCGCTGCTCGGGCTCACCGGCCCGCCATCACCCGACCGCCTGC
TCGTATCGCTGGTGGCCCTGCATCTGGCGGTGCAGTGCCTGGCGCGGAGAGTTCCTGGCTGCCCTGGCCGTTGGGTGACGGTC
CTCAACACCCCTGGAATCTTACCGAGTTCAGTCTGTCAGGGCGGGCTGGCCGCGACGGCCGTTGCAAGGCGTTCGCGGCGGGG
CGATGGCACCGGAATGGCGGAGGGCGTGGGCTTCTGCTGGTGGAGCGGCTGTCCGACGCGCCGCAACGGCCATCCGCTGTCG
CGGTATCCGTTGGCACGGCGGTCAACCAGGACGGCGGCTCGAAGGGCTCACCGGCCAACGGCCCTCTCCAGGAGCAGGTGGT
CTGCAGGCGTGGCGGACGGGGCTGTGCGCTCCGATGTGGATGTGATCGAGGACACGGCACGGGTACGGCGCTGGCGATCC
GATCGAGGCACAGGCGCTGTGCCACCTACGGCCGGGACCGGCCCTCCGACCGGCCGCGCTGTGGGCTCCGTAAGACCAATA
TCGGCCA

>AG2-3 no.1 (775 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGTTCTCAGACCTCCTGGGAGACGTTGGAATGCGCCGGCATCCTCCCGAGTCCCTGAACGGCAGCTCC
ACCGGTGTCTACGTCGGCTGTACGACAGCGGCTACCTCGCCGCGGCTCGCTGGACAGCTGCAGGTCACGTCCGACCGGCTC
GGCGCCAGTGTGCGCTCGGGCGCATCGCCTACACCTCGCCGCTCGAGGACCGCGGTCACCGTGGACACCGCCTGCTCGTCT
CGTGGTGGCCCTGCACCTGGCGGCGCGCCCTGGCCAGTGGGAGTGCACCTCGCCCTGGCCGGCGGCGCACCCCTGCTCGT
ACCCGCGCGGGACGTCGAGTTACAGCGGCTGCGCGGCTGTCCCGTCCGAGCGTGCAGCCCTTCTCGCGCGGCGGGACGG
GGTGGTGTGGGCGAGGGCTGCGGTCTCGTCTGCTCAAGCGGCTCACCGACGACACCGCGACGGGACCGGATCCTGGCCGTC
TCAAGGTTTCGGCGATCAACCAGGACGGCCGACGCGGCTGTGCGGCGCCAACGGCCGCGGAGGACCGGTCGCGGGCC
GCCCTGCACGCGCGGCTCGGCCGACGACCTGGACAGGTGGAGGCCACGGCACCGGACCGGCTCGGGACCCCATCGA
ACTCCGGCGCTGGCCAGCTGTTCGGCCGGACCGCCGGCGGCGGCGGCTCGTGTGCGGACCTCAAGACCAATCTCGGCC
A

>AG2-3 no.2 (776 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTCTCAGACCTCCTGGGAGACGTTGGAATGCGCCGGCATCCTCCCGAGTCCCTGAACGGCAGCTCC
CACCGGTGTCTACGTCGGCTGTACGACAGCGGCTACCTCGCCGCGGCTCGCTGGACAGCTGCAGGTCACGTCCGACCGGCTC
CGCGCCAGTGTGCGCTCGGGCGCATCGCCTACACCTCGCCGCTCGAGGACCGCGGTCACCGTGGACACCGCCTGCTCGTCT
TCGCTGGTGGCCCTGCACCTGGCGGCGCGCCCTGGCCAGTGGGAGTGCACCTCGCCCTGGCCGGCGGCGCACCCCTGCTCGT
CACCCGCGGGGACGTCGAGTTACAGCGGCTGCGCGGCTGTCCCGTCCGAGCGTGCAGCCCTTCTCCGCGGCGGGACGG
GGTGGTGTGGGCGAGGGCTGCGGTCTCGTCTGCTCAAGCGGCTCACCGACGACACCGCGACGGGACCGGATCCTGGCCGTC
GTCAAGGTTTCGGCGATCAACCAGGACGGCCGACGCGGCTGTGCGGCGCCAACGGCCGCGGAGGACCGGTCGCGGGCC
CGCCTGCACGCGCGGCTCGGCCGACGACCTGGACAGGTGGAGGCCACGGCACCGGACCGGCTCGGGACCCCATCG
AACTCCGGCGCTGGCCAGCTGTTCGGCCGGACCGCCGGCGGCGGCGGCTCGTGTGCGGACCTCAAGACCAATCTCGGCC
CA

>AG2-3 no.4 (776 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTCTCAGACCTCCTGGGAGACGTTGGAATGCGCCGGCATCCTCCCGAGTCCCTGAACGGCAGCTCC
CACCGGTGTCTACGTCAGCTGTACGACAGCGGCTACCTCGCCGCGGCTCGCTGGACAGCTGCAGGTCACGTCCGACCGGCTC
CGCGCCAGTGTGCGCTCGGGCGCATCGCCTACACCTCGCCGCTCGAGGACCGCGGTCACCGTGGACACCGCCTGCTCGTCT
TCGCTGGTGGCCCTGCACCTGGCGGCGCGCCCTGGCCAGTGGGAGTGCACCTCGCCCTGGCCGGCGGCGCACCCCTGCTCGC
CACCCGCGGGGACGTCGAGTTACAGCGGCTGCGCGGCTGTCCCGTCCGAGCGTGCAGCCCTTCTCCGCGGCGGGACGG
GGTGGTGTGGGCGAGGGCTGCGGTCTCGTCTGCTCAAGCGGCTCACCGACGACACCGCGACGGGACCGGATCCTGGCCGTC
GTCAAGGTTTCGGCGATCAACCAGGACGGCCGACGCGGCTGTGCGGCGCCAACGGCCGCGGAGGACCGGTCGCGGGCC
CGCCTGCACGCGCGGCTCGGCCGACGACCTGGACAGGTGGAGGCCACGGCACCGGACCGGCTCGGGACCCCATCG
AACTCCGGCGCTGGCCAGCTGTTCGGCCGGACCGCCGGCGGCGGCGGCTCGTGTGCGGACCTCAAGACCAATCTCGGCC
CA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AG2-4 no.1 (773 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGGTTCATGCACGTCGTACGGGAGGCACTGGAATCGGCGGGAATCGCGCCGTCAGTCTGGCCGGTTCGCG
TACCGGGCTCTTCGTGGGCCAGGCCACCGCCGAATACGGCGAATCCGGGCAGCCGGCCGAAGGCCCGGAGTCCCGACACCGTGG
GCGGACGGCTGCGCGCGGTACCCGCCGGCCGGTCTCTACGCGCTCGACCTGCGCGGACCGAGCCTGGTGTGGACACCGGTGC
TCTCTCTCGCTGGTGGCGGTGCACACCGCCCGCAGAGCCTGCTGACCGGCGAGAGCGGCCTCGCGATCGCGGCCGGCGTCAACAT
CATCGTGTCCCCGAGGACTCCATCGCCTACTCGCAGGGCGGCATGCTGTGCGCGGACGGGCGGTGCCGGTTCGGGGACGCTCGG
CCGACGGATTTCGTGCGCAGCGAGGGCGTCCGGCGGGTTCGCTCAAGCCGCTGCCCGACGCACTGCGCGACGGCGATCCGGTGTCT
GCCCTGCTGCTCGGCAGCGCAGTACCAACGACGGCCAGGGCAGCGGCTGTGTGTAAGCCGTCGGTGTCCGGGCAGGCCAGAT
GCTGCGGGACGCTGCCACAGCGCGGAATCGAGCCCGCCAGCTGGACTACGTCGAGGCGCACGGCACCGGGACCGCGACCGGGC
ACACCGTGAAGTACGCGCGTGGCGGAGGCGACGGCGGTGAACGGCCCTCGCTGCGGCACCCCTCAAGTCCAATATCGGCCA

>AG2-4 no.3 (773 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGGTTCATGCACGTCGTATGGGAGGCACTGGAATCGGCGGGAATCGCGCCGTCAGTCTGGCCGGTTCGCG
TACCGGGCTCTTCGTGGGCCAGGCCACCGCCGAATACGGCGAATCCGGGCAGCCGGCCGAAGGCCCGGAGTCCCGACACCGTGG
GCGGACGGCTGCGCGCGGTACCCGCCGGCCGGTCTCTACGCGCTCGACCTGCGCGGACCGAGCCTGGTGTGGACACCGGTGC
TCTCTCTCGCTGGTGGCGGTGCACACCGCCCGCAGGCTGCTGACCGGCGAGAGCGGCCTCGCGATCGCGGCCGGCGTCAACAT
CATCGTGTCCCCGAGGACTCCATCGCCTACTCGCAGGGCGGCATGCTGTGCGCGGACGGGCGGTGCCGGTTCAGGGACGCTCGG
CCGACGGATTTCGTGCGCAGCGAGGGCGTCCGGCGGGTTCGCTCAAGCCGCTGCCCGACGCACTGCGCGACGGCGATCCGGTGTCT
GCCCTGCTGCTCGGCAGCGCAGTACCAACGACGGCCAGGGCAGCGGCTGTGTGTAAGCCGTCGGTGTCCGGGCAGGCCAGAT
GCTGCGGGACGCTGCCACAGCGCGGAATCGAGCCCGCCAGCTGGACTACGTCGAGGCGCACGGCACCGGGACCGCGACCGGGC
ACACCGTGAAGTACGCGCGTGGCGGAGGCGACGGCGGTGAACGGCCCTCGCTGCGGCACCCCTCAAGTCCAATATCGGCCA

>AG2-4 no.4 (761 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGGTTCATGCAGGAGCCGTCACGCGCTGGAGGACGCGGGCTGGACACCCGCGTCCGGCCGACGCGTCCG
CGTCTTTCGCGGACGGCGGCAACCGCTACGCGCGCTGCTCGAAGCGGCGGACCGCCCGCGTCCCGGACAGTCCGGCCACCC
TGCCCCGCGGGTCTCTACACCTCGACCTGCGCGGACCCAGCGTTCGTCAGCAGCCTGTGCTCCACCGCGTACCGCCGCTC
CACCTCGCCCGCGCAGCCTGCTCTCCGGGAGTGGCAGCTGGCGTGGCGGGCGCGGTACCGTGGCGGTCCCGTGCACACCG
CTATCTCGCCCGCGCGCGGCTCGCTGCGCCAGGGCACCTGACCGGTTCCAGCCACCGCCGCTGGGACCGGTTCGCCGCA
GCGGTGTCGGCGCGTCTACTCAAGCCGCTGGAGCACGCTGCTGACGGCGGACCGTCCACGCGTTCATCAGGGGATCGGCG
CTAACACGACGGCGCGCGGCGGAGAGCTTCGCGGACCCGGCGTCCAGGGCCAGAGGACGTCATCTCGCCCGCTCGCGGA
CTCGGGGATCGAACCGGACAGCATCGGTTACGTCGAGGACACGGCACCGGCACCGCGCTCGGCGACCGGTGGAGATCGCGCGC
TGACCGGGCCCGGGAACGGCTCGGGGTGACGACCCGTTGCGTATCGGCTCCGTGAAGACCAATATCGGCCA

>AG2-5 no.1 (782 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGGTTCATGCAGACGCTGGGAGGCTTCGAGCGGGCCGGTATCGATGTGACCAAGCTGGGGGGAGCAG
GACCGCGTCTTACCGGTGCGGAGCACACGACTACGGCCCGCCACTCCAGAGCACCAAGAGCGGCTCGAGGGCTACGCGTGA
CCGGTATCGCGGGGAGCGTCCGCTCCGGGCGCATCGCCTACACCTTCGGCTTCGAGGGCCCGCGTGGACCGTGGACACCGGTGC
TCTCTGCTGCTGCTCTCCCTGCACCGGGCGCAGTCTGCTGCGCCAGGGGAGTGGACCTGGCGCTCGCCACCGGTTCGCCAC
CATGCGGACCCCGGGTACTTCACTCTCTCAGCCCGCAGCGCGGACTCCCTCCACCGGACGCTGCAAGGCGTTTCGGCGCGGAG
CGGACGGCACGTCCTGGGCGGAGGGCGTCCGCTGCTCTCTGGTGGAGGCTCTCAGGACCGCGGCTCGGCGGCGGCGGCGGCGG
GCGATCGTGGCGGCTCGCGGCTCAACACGAGGACGGCGCCAGCAACGGTCTGACGGCCCGGACCGGCGGTTCCAGCAGCGTGCAT
CCGGCAGGCGCTGGCCAACCGGAACTGACCGCGGACAGATCGAGCTGATCGAGGCGCACGGCACCGGAACCTCGCTCGGCGACC
CCATCGAGGCGCAGGCGTGTATCGCCACTACGCGGAGAGCCCGCCGAGGGGACCCGCTGTGGCTGGGCTCCCTGAAGTCCAAC
ATCGGCCA

>AG2-5 no.3 (782 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGGTTCATGCAGTGGCTGGGAGTCCCTGGAGCGTGGCGGTATCGATCCGGTTCGCTGAAGGGGACCCG
CACGGGTGTCTACGCGGTGTGTCCAGCAGGACTACCTTCCCGCGCCCGGCATCCCGAGGATTCGAGGGCTACGCCACCA
CGGGCGGCTCACAGTGTGATCTCGGGCCGGTGGCTACACCTTCGGTCTTGAGGGCGCGCGTACCGGTGGACACCGCTGC
TCGGCCTCGTGGTGGCCATGCATCTGGCGGTGACGGCACTACGGCAGGGTGGTGCACCTGGCCCTGGCGGGCGGTTCACCTC
GCTCGCCACCCCATCATGTCACCGAGTTCCTCCCGCAGCGGCACTGGCCCGGACGGCGGTGCAAGTCTTCGCGCCGAGC
CGGACGGCACCGGCTTCTCCGAAGGCGTAGGGCTGGTGGTGTGGAGCGGCTGTCCGAGGCGCGGCGCAACGGCCATCGGGTGTCT
GCGGTGATCCGGGGCTCGGCCATCAACACGAGGACGGCGCCAGCAACGGTTCACCGCGCCCAACGACGCTGGCCAGGACCGGT
CGGCCAGGCGCTGGCCAACCGGAACTGAGGCGGGCGATGTGGACGCGCTCGAGGCACACGGCATCGGCACCAACTCGGCGACC
CGATCGAGGCGGAGGCTCTGATCGCCACTACGCGGAGAGCCCGCCGAGGGGACCCGCTGTGGCTGGGCTCCCTGAAGTCCAAC
ATGGGCCA

>AG2-5 no.4 (782 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGGTGTACAGGCTTCGTGGGAGGCTTCGAGCGGGCCGGATCGCCCGGACGATATGGCGGGCAGCCC
CACCGGAGTTCGTGCGGACCAACGGCCAGGATTACGCGCCCTCGTCGGTAACCGCGCCGAGCGTGGCGACGGCCATCTGGCCA
CGGCAGCGCGGCGAGCTGGGTCGCGCCGACTGTCTACACCTTCGGGCTCGAGGGCCCGGCTACCCGTCGACACCGCTGT
TCGTCGTCGTTGGTGGCCATGCACCTGGCCCGCAGGGCGTGCCTCGGGCGAATGCCGTATGGCCCTTCGGGGCGGTGCCACGGT
CATGGCCACGCCAGCGGTTCGCGGAGTTCCTCCCGCAAGGCGGTTGGCCGCTGATGGCCGTTGCAAGCGTTTCGCGCGGGCG
CGGACGGCACCGGCTGGGGCGAAGGCGTAGGCGTTCTGCTGTTGGAGCGGCTGTCCGACCGGAGCGGAAACGGCCACCGGGTGTCT
GCGGTGATCGGCTGGCTCGGCCATCAACACGAGGACGGCGCCAGCAACGGTTCACCGCGCCCAACGACGCTGGCCAGGACCGGT
CCGGCAGGCGCTGGCCAACCGGAACTGAGGCGGGCGATGTGGACGCGCTCGAGGCACACGGCATCGGCACCAACTCGGCGACC
CCATCGAGGCGGAGGCTCTGATCGCCACTACGCGGAGAGCCCGCCGAGGGGACCCGCTGTGGCTGGGCTCCCTGAAGTCCAAC
CTCGGCCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AG2-5 no.5 (785 bp)

GAGCCGCAGCAACGGCTGCTTCTGCAGACCACATGGGAGGCGTTTCGAACACGCGGGCATCGACCCACCCGCGTGCGCCACCCCG
GACCCGGATCTTCGCGGGGCTGATCTACAACACTACGCCACGCGCTTCCCGAGCAGCTGGCCGACGGCTTCGAGGGCTATCTCG
GCAACCGGCACGCGGGGCGCTGGCCACCGCGGGTGGCTACACCTCGGGCTCGAGGGCCCGGCATCACCGTGGACACCGCG
TGCTCCTCGTCCCTGGTGGCGTGCACCTGGCCGCGCAGGCGGTACGGCGGGGCAATGCGGCTCGCGGTGGCCGGTGGGGTGC
GGTTCATGTCGACCCCGCGGCCGATCGTGGAGTTTCAGCCGGTTCGGCGGGCTCGCCCGACGCGGGCTCCAAGGGTTCGCCCGCG
GGGACAGCGGATGGGCTTCGCCGAGGGTGTCCGATGCTGGTGTTCGAGCGGCTGTCCGACGCGCCGCGCCACGGCCACGGGTG
CTGGCGCTGCTCCGCGCTCCGCGCTCAACAGGACGCGCGCTCAACGCGCTCACCGCCCGAGCGCCCGGCCAACAGCGCT
CATCCGCGAGGCGTTGGCGAACGCGGGGCTCACGGCGCCGATGTGGACGTGGTCGAGGCGCATGGCACGGGACGCGCTGGGCG
ACCCGATCGAGGCGGGCGCTGCTCGCCACGTACGGCCGGACCGGCCCGCGACCGGCCGTTGGTGGTGGCCACCGTCAAGACC
AACCTCGGCCA

>AG2-5 no.6 (782 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTCGTTCGACAGCTGTTGGGAGGCGTTTCGAGCGCGCGGGATCGACCCGCTGTCCGTGCGCGGAAGCAG
GACCCGGTGTTCGCGGGGCTCATGTACCACGACTACGGGTCCCGGCTGCACGCGCTCCCGCAGGTTCGAGGGCTACCTCGGCCA
CCGGCAGCTCCAGCAGCTGGTTCGCGCGGGTGGCGTACACTTCGGTCTCGAGGGCCCGCGGTACCGTGGACACCGCGCTGC
TCGTCTCGCTGGTGGCACTGCACCTGGCGCGCAGGCGCTGCGCAACGCGGAGTGTCTCGTGGCGTGGCCGGGGGTTCACGGT
GATGTTCACTCCGGGTACGTTTACATCGACTTCAGCCGCGCAGCGCGACTGGCCAGGACGCGCCGCTGCAAGTCTTCGCGGCCCGCG
CCGACGGCACCAGCTGGGGCAGGGCGCGGGCATGCTGCTCCTGGAGCGGCTGTGGACGCCCGTTCGACACGGCCATGAGGTGCTG
GCGATCGTGGCGGGTCCGCCCTCAACAGGACGGTGCAGCAATGGCTCACCGCGCCAGCGCCGCTCCAGACGCGCGCTCAT
CCGCCAGGCCCTCGCCAACCGCGCTGACCACCGGTGAGGTGACGCTCGTCGAGGCGCACGGCACCGGCCACCGCTGGGCGACC
CGATCGAGGCGCAGGCGTGTCTCGCCACTGCGGCCGGAGCGGGACCGCGAGCGGCCGCTGTGGTGGCCACCGTGAAGTCAAT
CTGGGCCA

>AG2-5 no.7 (785 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTTCTACAGACTCGTGGGAAGCCTTCGAGCGCGCGGGTGTGCCCGCGCTCGCGTGCGCCGAGCCG
CACGGGCTCTTTCATCGGCTCCAACTACAGGAGTACGGGCGCGGGTGCATGAGGCGCCCGAGGGCTCCGAAGGCCACCTGATGA
CGGGGACGCGCGCCAGCGTGTGTCGGGACGCGTGCCTACGCTTCGGTTCGAGGGCCCGCGGTACCGTGGACACCGCGCTGC
TCCTCGTCCCTGGTGGCCATGCACCTGGCCCGCAGGCGCTGCGGAAACGGGAATGCTCGCTGGCACTCGCCGGTGGCGTCCCGCT
CATGCCGAACCCCGGTGCCCTCATCGGCTTCAGCCGCGCAGCGCGGCTGGCGTTCGACGGCCGCTGCAAGGCGTTCGCGGGGGCG
CGACGGCATGGGCTCGCCGAGGGTTCGGTGTGCTGCTGCTGGAGCGGCTGTCGACGCCCGCGGCAACGGGCATCGAGTGTGCT
GCCGTGGTGGCGGGCAGCGCGTCAACAGGACGGTGCCTGCAACGGTTCGACGGCGCGAAGCGGCCGCTCCAGACGCGCGTAT
CCGGCGCGCTGGAGAGCTCGGCTTCGGCCGCGCGAGTGGACCGGTCGAGGCGCGGTCGAGGCGCACCGTACGGGCACGAGCTGGGCGATC
CGATCGAGGCGCAGGCGTGTCTCGCCACTACGGACGGGAGCGCAGCGCCGAGGACCGGCCGCTGTGGTGGGCTCCCTGAAGACC
AATCTGGGCCA

>AG2-5 no.8 (785 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTTCTGCAGACTCCTGGGAGGCTTCGAACGCGCGGGATCGACCCGCGCGGGCGGGACAGGAGCCG
GACCGGTGCTTCGTTGGTGGATGTCCAGGACTACGGCCCGCGGATGCACGACGCTTCGAGCGAGCTCCAGGGATACCTGCTGA
CCGGCAACACCGTTCAGGCGCGCATCCCGCCGATCTCTACACCATGGGCTTCGAGGGCCCGCGGTACCGGTGGACACCGCGCTGT
TCGTCTCCTTGGTGGCCCTGCACCTGGCGGTCAGTCCGCTGGCGGACGCGGAGTGGCGCTTCGCCCTCGCACTCGCCGGTGGTGTGACGGT
GATGCCGACGCGGGGCTGTTCGTTGGATTTCAGCAGGACGAGGGGCTGGCCCGGACGGCGGTCGAAGCCCTTCGCGTTCGGCGG
CGGACGGCAGGGTGGGCGGAGGCGCTCGGATGCTGCTGTTGGAGCGGCTTCGAGCGCGCGGCGGAACCGTCAACAGGTGCTC
GCCGTGGTGGCGGGCAGCGCCATCAACAGGACGGTGCCTCAACGGGCTGACCGCGCGAAGCGGACCTCCCAACAGCGCGTAT
CCGGCGCGCTGGGCAACCGCGGACTTCCCGCGCGCAGTGGACGCGGTCGAAGCGCATGGCACGGGCACGGCTTTGGGCGACC
CGATCGAGGCGCAGGCGTGTCTCGCCACTACGGCGGGAGCGGAGCGCCGAGGACCGGCCGCTGTGGTGGGCTCCCTGAAGACC
AACCTGGGCCA

>AG2-5 no.9 (743 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTCTTGTACAAGTGGCTGGGAGGCGTTCGAACGCGCGGGATGCCACCCGACCGGCTCGGCTCCACCCG
CACCGGCTCTTCGCGGGGCTCAGCTACAACACTACATGAACCGGCTCGACCGCACCCCGGAATGGAGGGCTCCGCCCTGG
CCAACGGGCACTGCGTGGCCACCGCGCGGATCTCTACCTCCTCGGCCCTCACGGCCGTCGGTGGCGGTGGACACCGCGTGTCTG
TCCTCCTGGTGGCCGCTCACCTGGCCGTCAGGCGCTCCAGGCGTGGCGGGGAGTGCATCTGGCCCTGGCCGCGCGGCTCACCTGAT
GTTTCGAGCCAGGATCACCGCTCGTTCACCGGATGGGATGCTCTCGCACACCGGCCACTGCCACGCTTCGACGCGCGCGCGG
ATGGCTTCGTGCGCGGCGAGGGCTGGGATCGTCTGCTCAACCGCTCACCGACGCGCTGCGCGACGGGACCGGATCCTGGCC
GTACTGCGCGGCTCGGCCGTCACCCAGGACGGCACTTCGACGGCTCGCCGACCTCGGCCCGCCAGCGCGCCCTGTACGA
GGAGGCGCTCGGCCGCGCGGCTCGACCCCGCGACGTCGGCATGGTCGAGGCGCCAGCGCACCGGCCACCCCGTCCGGGACCGCG
TCGAATTCACAGCTCGCTCAGGCTACGGCACCGTGAAGTCCAACATGGGCCA

>AG2-5 no.10 (782 bp)

GAGCCGACGACCGGCTCGTTCGACAGCTGTTGGGAGGCGTTTCGAGCGCGCGGGATCGACCCGCTGCCCGTGGCGGGAAGCAG
GACCGGTGTTCGCGGGGCTCATGTACCACGACTACGGGTCCCGGCTGCACGCGCTTCACAGCGAGGTTCGAGGGCTACCTCGGCCA
CCGGCAGCTCCAGCAGCGTGGTTCGCGCGGGTGGCGTACACTTCGGTCTCGAGGGCCCGCGGTACCGTGGACACGGCCCTGC
TCGTCTCGTGGTGGCACTGCACCTGGCGCGCAGGCGCTGCCAACCGCGAGTGTCTCGTGGCGTGGCCGGCGGGTTCACCGT
GATGTTCACTCCGGGTACGTTTACGACTTCAGCCGCGCAGCGCGGACTGGCCAGGACGGCGGTCGAAGTCTTCGCGCGCGCGG
CCGACCGCCCGGCTGGGCGAGGGCGGGCATGCTGCTCCTGGAGCGGCTGTGGACGCGCCGTCGACACGGCCATGAGGTGCTG
GCGATCGTGGCGGCTCGGCCGTCACCCAGGACGGTGCAGCAATGGCTCACCGCGCGAAGCGGCCGTCAGCAGCGCGGTAT
CCGCCAGGCCCTCCCAACCGCCGCTGACCACCGGTGAGGTGGACGCTCGTCGAGGCGCACGGCACCGGCCACCGCTGGGCGACC
CGATCGAGGCGCAGGCGTGTCTCGCCACTACGGCCGGAGCGGGACCGCGAGCGGCCGCTGTGGTGGGCTCCGTGAAGACCAAC
CTGGGCCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AG2-5 no.11 (782 bp)

GAGCCGCAGCAACGGCTGGTGTCTACAGGCTTCGTGGGAGGTCTTCGAGCGGGCCGGGATCGCCCGGGACGTATTGCGGGGCAGCCC
CACCGGAGTGTTCGTGGCACCACCGCCAGGATTACGCCCCCTCGTCGGTAACGGCCGACGCGTGGGACGGCCATCTGGCCA
CCGGCAGCGCGGAGCGTGGCTCCGGCCGATGTCTACACCTTCGGGCTCGAGGGCCCGGCATCACCGTCGACACCGCGTGT
TCGTCTCGTGGTGGCCATGCACCTGGCCGCGAGGCGTGCCTCGGGCGAATGCCGTATGGCCCTTGGCGGGCGTGCACGGT
CATGGCCACGCCACCAGGCTTCGCCGAGTTCCTCCCGCAAGGCGCGTTCGCCGCTGATGGCCGGTGAAGGCGTTCGCCGGGGCG
CGGACGGCACCAGGCTGGGGCGAAGGCGTAGGCGTTCGTGTGGAGCGGCTGCCAGCGGAGGCAAGCCAGCCGCGGTGCTG
CGGTGATGGTGGCTGCCCTCAACCAGATGGTGGCTGCACACTGGGCTTACCGCCCGGCAATGGTCCGTCGGCAGCAGCGGGTAT
CCGGCAGGCGCTGGCAACGCACGGCTGTCCACGGTGGACGTGGACGCGGTGGAGGCGCACGGTACGGGTACGACGCTGGCGACC
CCATCGAGGCACAGGCTCTGCTGGCCACCTACGGCCAGGACCGGGATCCGGATCGGCCGCTGCTGCTGGGCACCGTCAAGACCAAC
CTCGGCCA

>AG2-5 no.12 (782 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTTCTGCAGACCGCTGGGAGACCTTCGAGCAGCCGGTATCGCCCCGGGTTCGATGCAGGGAAGCGA
CACCGGCGTCTTCGCCGGGCTCATCTACCACGACTACGCGACGAAACCGCGGTGAGCTGCCCGAGGGGTCCGAGACCTATCTGAGCA
CCGGAAAGTCCGGGAGCGTGGTTCGCCGCGAGTGGCCACACTGGGCTTACCGCCCGGCGTACCGCCCGGCGGCTCCGAGACCTATCTGAGCA
TCCCTCCTCGCTGGTGGCCATCCACTGGGCGGCCAAGGCGGTGCGTGGAGGCGAGTGTCTGATGGCCCTGGCCGGGGTGTGACGGT
GATGTCGACCCCGGACGGGTTCGTGAGCTTCTCCACAGCGCGGTTCGCGCCGAGCGGCCGACGAAGTCCCTTCAGCGAGGGCG
CCGACGGCACCACCTTACGCGAGGGCGTCGGACTGGTGTGCTGGAACGGCTTCGAGGCGCGCCGCAACGGCCACGAAGTCTGT
GCCGTATCCGCGGTACGGCGGTGAACAGGACGGCGGAGCAACGGCCCTACCGCCCGGCAACGGTCCCTCCGAGCAGCGGGTGT
CCGGCAGGCGCTGGCCAACGCACGGGCTGTGCCCGGGCAGATCGACGCGGTTCGAGGCCACGGCACGGGAACCGCCCTCGGGCACC
CCATCGAGGCCAGGCCCTCTGGCCACCTACGGCCAGAACCGCCCGCGGACGACCCCTCTGGTGGGCACCGTCAAGTCCAAAC
CTGGGCCA

>AG2-6 no.1 (776 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGGTTCGAGACCGCTGGGAGGCGGTGGAACGGCCGGGATCCTCCCGACTCCCTGAACGGCAGCTC
CACCGGCGTCTACCTCGGCTGTACGACAGCGGCTACCTCGCCGCGCCGCCCTCGCCAGCTCGACGGACAGTCCGGCACCGGCT
CGGCCCGCAGCGTGGCCCTCCGGGCGCGTCCCTACGCCCTCGGGTCCAGGACCCCGGTCACCGTCGACACCGCCCTGCTCGTCC
TCGCTGGTGGCGCTGCACCTGGCGCGCGCCCTGGCCGCGGGGAGTGCACCTGGCGCTCGCGGGCGGGCCACCTGCTGGT
CACCCCCCGGGCAGCTCGAGTTCAGCCGGCTGGCGGACTGTCCCGTCCGGCCGTGCAGCCGTTCTCCGCCGACGCGGACG
GGTCTGTGGGCGGAGGCTGCGGTCTCGTCTGCTCAAGCGGCTCGCGGACGCGGACGCGACGGCAGCCGGATCTGGCCGTC
GTAAGGGCTCCGCGATCAACAGGACGGCCGAGCCAGGGCTGTCCGCCCGAGCGCCCGCCAGGAACGGGTGGTGGCGGC
CGCCCTGGACGCGCGGACTCACCCCGACGCTCGACCAAGTTCGAGGCCACGGCACCGGTACCCGCTCGCGGACCCCATCG
AACTGCGGGCGTGGCCGACGTGTTGGGCCCGGCCGCCCGAGGACCGGCGCTGCGCATCGGCACCTGAAGACCAATATGGC
CA

>AG2-6 no.2 (776 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTTCTACAGACCGCTGGGAGGCGGTGGAACGGCCGGGATCCTCCCGACTCCCTGAACGGCAGCTC
CACCGGCGTCTACCTCGGCTGTACGACAGCGGTAACCTCGCCGCGCCGCCCTCGCCAGCTCGACGGACAGTCCGTACCGGCT
CGGCCCGCAGCGTGGCCCTCCGGGCGCGTCCCTACGCCCTCGGGTCCAGGACCCCGGTCACCGTCGACACCGCCCTGCTCGTCC
TCGCTGGTGGCGCTGCACCTGGCGCGCGCCCTGGCCGCGGGGAGTGCACCTGGCGCTCGCGGGCGGGCCACCTGCTGGT
CACCCCCCGGGCAGCTCGAGTTCAGCCGGCTGGCGGACTGTCCCGTCCGGCCGTGCAGCCGTTCTCCGCCGACGCGGACG
GGTCTGTGGGCGGAGGCTGCGGTCTCGTCTGCTCAAGCGGCTCGCGGACGCGGACGCGACGGCAGCCGGATCTGGCCGTC
GTAAGGGCTCCGCGAACAACAGGACGGCCGAGCCAGGGCTGTCCGCCCGAGCGCCCGCCAGGAACGGGTGGTGGCGGC
CGCCCTGGACGCGCGGACTCACCCCGACGCTCGACCAAGTTCGAGGCCACGGCACCGGTACCCGCTCGCGGACCCCATCG
AACTGCGGGCGTGGCCGACGTGTTGGGCCCGGCCGCCCGAGGACCGGCGCTGCGCATCGGCACCTCAAGTCAATCTCGGC
CA

>AG2-6 no.3 (783 bp)

GAGCCCCAGCAACGGGCTGTTTCTACAGACCTCCTGGGAGGCGCTGGAACGGCCGGGATCGACCCGGCGTCCCTGCGCGGACGGC
GCACCGGCGTGTTCGCCGCGCTGATGTACACGACTACGCGTCCGACTGAAGGCGTCCCGACGAGGTTCGGCGGCTACGTCGGC
ACCGGCAACTCCGGCAGCATCGTCTCGGCGCATCGCTACACCTTCGGCTTCGAGGGCCCGGCGGTCACGTGGACACCGCCGT
CTCGTCTCGTGGTGGCACTCGACCTGGCCGCGCAGGCTGGCGGACTGGCGGAGTGCACCTGGCGCTCGCGGGCGGCTCACCG
TGCTGGCCAGCCCGAGGTGTCGTCGAGTTCCTCGCGGAGAAAGGGTGGCGCCGACGGCCGCTGCAAGGCGTTCGCCGGCACC
GCGGACGGCACCAGTGGGGCGAGGCGTCCGCTGCTGCTGGAACGGCTTCGACGCGGACGCGCAACGGACACAGATCCT
CGCCGTGTCGGGGCTCGCGGTCACCAAGACGGTGCCTCAACGGCTTACCGCGCCGACGGCCCGTCCCAACAGCGGGTGG
TCCGCCAGGATGGCGAACGCCGACTGTCCGCCCGGACGTTGGACGCGGTGGAGGCGCACGGCAACCGGACCCGACCTCGCGGAC
CCATCGAGGCCAGGCACTGCTGCTACCTACGGGACGGAACGGCCGACGACCGGCGTTCGCTGCTGGGCACCGTCAAGACCAA
TATCGGCCA

>AG2-6 no.5 (776 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTTCTGCAGACGCTCCTGGGAGGCGGTGGAACGGCCGGGATCGTCCCGCCCGGCTCGCCGGCACC
CACCGGCGTCTACGTCGGCATGTTGGCAGGACTACCTGGCCGCTCCCGCTCGACAGCTGGACGGCTACGTCGGCACCAGGCT
CGCGGCTCAGCGTTCGCTCCGGCGGCTGGCGTTCGCCGCTCGGCTGATGGCCCGCCCTGACCGTGGACACCGCCCTGCTCCTCC
TCGCTGGTGGCCACGCACTCGCGCCAGGCGTTCGCCGCGGGGAGTGCACCTGGCGCTGGCGGGGGTGGCGGCGGCTGATGGT
GACCCCGGACACTTTCGTTGAGTTCAGCCGCTTCGCGGACTGTGCCGACGGCCGCTGCGGCTCCTTCTCCGACGACGCGGACG
GCGGATCTGGGCGAGGCGCGGGCATGCTGGTGTGAAGCGGCTGGGCGACGCCGGCGGACGGCAGGAGTGTGGCCGTC
CTGCGCGGACCCCGCTCGGCCAGGACGGCCGAGCCAGGGCTGTCTGCCCGCAACGGCCCGGCGCCAGGACGAGGTGATCCGCCG
CGGCTGGAACCTGCGGGTGGAGCCCGGACATCGACCAAGTTCAGGTCAGGTCACGGCACGGCAACCGGACCCGACCTCGCGGAC
AGGCGAACGCCCTTCGCCGGTCTTCGGCGGCTCCCGCCCGGACCGCCGCTGACTCGGGCTCCGTCAAGTCAATATCGGC
CA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AG2-6 no.6 (776 bp)
 GAGCCGAGCAGCGGCTGGTGTCTGCAGACTCTGGGAGGCGCTGGAAACGCGCCGGGATCGTGCCCGCCCGGCTCGCCGGCACCAGC
 CACCGGCGTCTACGTTCGGCATGTTCCGGCAGCGACTACTTGGCCGGCTCCCGCTCGACCAGCTGGACGGCTACGTCGGCACCAGGCT
 CGGCGCTCAGCGTTGCTCCGGCCGGCTGGCGTACGCGCTCGGCCGTCACGGCCCCGCTGACCGTGGACACCGCTGCTCCTCC
 TCGCTGGTGGCCACGCACCTCGCGGCCAGGCCCTGCGCGCCGGGAGTGGACCTGGCGTGGCCGGCGGGGTGACGCTGATGGT
 GACCCCGCAGACCTTCGTGGAGTTACAGCCGCTGCGCGGACTGTCCGCCACGGGCCGCTGCCGCTCCTTCTCCGACGACGCCGACG
 GCGCGATCTGGGCGAGGGCCGGCATGCTGTTGCTGTAAGCGGCTGGGCGACGCCCGCGCGACCGGACAGGTTGCTGGCCGTC
 CTGCGCGCCACCGCGTTCGGCCAGGACCGCGCAGCCAGGGCTGTCCGCGCCAACGCCCCGGCCAGGAGCAGGTGATCCGCGG
 CGCGTGGAACTGTCCGGGCTGGAGCCCGCCGACATCGACCAGCTCGAGGGCAGCGCACCGGACCCCTCGGGCACCAGGATCG
 AGGCGAACGCCCTCGCCGCGGCTTCCGGCGGCTCCCGGCCGCGGACCGCCGCTGTACTTGGGCTCCCTCAAGTCCAATATCGGC
 CA

>AG2-6 no.10 (785 bp)
 GAGCCCGAGCAGCGGCTGGTGTCTGCAGCTCGCCTGGCAGGCCCTGGAGCACGCCGGCATCGACCCGGCCCGGCTGCGCCGGCGCAA
 CGGCGCGGTGTACATCGGCGCCAGCTCCATCGACTACGCCCTGGAGCTGGACTCCTGCGGTACGAGGAGCTGGACGGCCACCTGG
 CTGCGCCGATCCACATTTCCCGCTGTCGGGCCGGCTGTCTACTTCTCGGCTGGCGCGGCCGAGCATGAGCGTGCACACCGCC
 TGCTCCTCCTCGTGGTGCCTCCACTGGCCGGAACGCCCTCAGGGCCGGGAGACCGACATCGCGCTGTGCGCGCGGCTCAA
 CGCCCTGCACCACCGCGCATCCCGGTGATGTTCTCCAACGCCAGATGCTGTCCCGGACGGGACGTGCAAGACCTTCGATGAGT
 CCGCCGACGGCTACGCACGCGCCGAGGGCTGCGCGCTGTGCTTCAAGCGGCTTCCGACGCCCGGCGGACGGCGACCGGATC
 CTCGCCCTGGTGGCGGACCGGCTGCGCCAGGACGGCGCACAGCGCCGGCTCACCGTGCACCGCCCGCCAGGAGGAGGTT
 CATCCGACCGCCCTGGCCGCGCGCACCTCGCCCCGAGGACATCCAGTACGTCGAGGGCAGCGCACCGGACCCCGCTCGGGC
 ACCCATCGAGTTCGGCGCCATCGGGGACGTGTTGCTGACTCCACACCAAGGACCGTCCCTGTGATCGGCTCCCTCAAGTCC
 AACCTGGGCCA

>AS1-6 no.1 (782 bp)
 GAGCCCGAGCAACGGCTGTTGCTACAGACTCTGGGAGACCTTCGAACGCGCCGGCATCGACCCGCAATCCCTGCGCGGACGCG
 CACCGGCGTCTACGTTCGGCACCATCTACCAGGACTACCCCGGCTGTTGACACAGGCGCGGCGCGGACGAGGGCTTCATGATCA
 CCAGCAGCGCGGCGAGGCTCATCTCCGGCGACTTCTTACACTTCGGGCTCGAAGGCGCGGCGTCAACCGTGCACACCGCTGC
 TCCGCGTCCCTGGTGGCACTGCACCTGGCCTGCCAGGCACTCCGACAGGGCGACTGCACCTCGCGTGGCGGGCGCGGACCGT
 GATGTCCACCCGACGCTTCTCGTGGCTTACGCGGGCAGGGGGCTGCGCCCAACGGCCGCTGCAAGACCTTCGCGCGCGCCG
 CCGACGGCACCAGGCTGGGGCAGGGCGCGCGGTGATCCTGCTGGAAGCCTTCTCCGACGCCAGCGCAACGGGACCCCGATCCTC
 GCGTGTCCGCGCTCCGCGCTCAACAGGACGGCGCTCAACCGGATCAGCGCCCGTACGCGCCCAACGGCCCGCCAGGAGGCTCAT
 CCGCCAGGCGTGGACACCGCCAACTGACCGCGCGGACGCTGACGCGGTCGAGGGCCACGGCACCGCCACTACCTCGGGCACC
 CTATCGAGGCCAGGCACTCTGGCCGCTACGGGCAGGACCGCCCGACGACCGACCCCTGTGGCTGGGCACCCTGAAGTCCAAT
 CTGGGCCA

>AS1-6 no.2 (782 bp)
 GAGCCCGAGCAGCGGCTCTTGTGTCAGACCGCTGGGAAGCCATCGAACGCGCCGGCATCGACCCACACACTCCACGGCAGCCG
 CACTGGCGTCTTCGCGCGCACCATGTACCAGGACTACGCGTCCCGGTTGAGCGCGGTGCCCGAGGGCTGGAGGGCTACGTCGGGA
 ACGGACGCGCGGCGAGGCTGCGCTCGGCGGGTCCCTACACCTTCGCTTCGAGGGCCCGGCGTACCGTGCACACGCGGTGC
 TCCGCGTCCCTGGTGGCCCTGCACCTGGCCGCGCAGGCACTAGCGAAGCAGGAGTGGTCTGCTCGCGCTCGCCGGCGCGTCAACCT
 CATGGCCAGCCCGCGCGCTGCTCAGCTTACGCGGACAGGGGGCTCGCGCCCAACGGCCGGCCAAAGTCTTCGCGCGCGGACG
 CCGACGGCACCAGCTTCGCGGAGGCTCGGCATGCTCCTCTGGAAGCCTTCTCGGACGCCGACGCAACCGTCAACCGGCTCCTG
 CGAGTGTCCGCGGCTCCGCGTCAATCAGGACGGCGCTCAACGGCTGACCGCCCAACGGCCCGCTCCCAACAACGGGCTCAT
 CGAGCGCCCTTCCGACGCGCGGCTGACCGCCGCGGACTGAGCGGCTCGAGGGCCACGGCACCGCCACTACCTCGGGCAGGATC
 TCATCGAGGCCAGGCGCTGTTGGCGCCTACGGCCAGGACCGCCCGACGCGCGCCCGCTGCTGCTCGGCTCCCTCAAGACCAAC
 CTGGGCCA

>AS1-6 no.3 (784 bp)
 AGCCCCAGCAACGGCTCTTCTGCAGACCGCTGGCAGGCCCTGGAGCAGCGCCGGCATCGACCCGGCCCGGCTGCGCCGGGCAAC
 GGCGCGGTGTACATCGCGGCCAGCTCCATCGACTACGCCCTGGAGCTGGACTCCCTGCGGTAGCGAGGAGTGGACGGCCACCTGGC
 GTCCGGCATCACCATGTTCCCGCTGTGGGCGGGCTGCTGACTTCTCGGCTGGCGCGGCCGAGCATGAGCGTGCACACCGCT
 GCTCCTCCTCGCTGGTGCCTCCACTGGCCGCGAAGCCTCAGGGCCGGCGAGACCGACATCGCGCTGTGCGCGCGGCTCAAC
 GCCCTGCACCACCGCGCATCCCGGTGATGTTCTCCAACGCGCAGATGCTGTCCCGGACGGGAGTGAAGACCTTCGATGAGTC
 CGCCGACGGCTACGCACGCGCCGAGGGCTGCGCGCTGCTGCTTCAAGCGGCTTCCGACGCCCGCGCGACGGGACCGGATCC
 TCGCCCTGGTGGCGGACCGGGCTCGGCCAGGACGGGACAGCGCCGGCTCACCCTGCCCCAACGGCCCGCCAGGAGAAGGTC
 ATCCGACCGCCCTGGCGACCGCGGCTGACCGCCGCGGACTCGCCCGGAGGACATCCAGTACGTCGAGGGCAGCGCACCGGACCCCGCTCGGGCA
 CCCCATCGAGTTCGGCGCCATCGGGGACGTGTTGCTGACTCCACACCAAGGACCGTCCCTGTGATCGGCACCCTCAAGTCCA
 ACCTCGGCCA

>AS1-6 no.4 (783 bp)
 GAGCCCCAGCAGCGGCTGTTTCTACAGACTCCTGGGAGGCCCTGGAAACGCGCCGGGATCGACCCGGCGTCCCTGCGCGGCAGCC
 GCACCGCGGTGTTCGCGGCCGCTGATGTACCAGGACTACGCGTCCCGACTGAAGGCCGTCGCCGACGAGGTGCGCGGCTACGTCGCG
 ACCGGCAACACCGGACGATCGTCTCCGGCCGATCGCCTACACCTCGGCTTCGAGGGCCCGGGGCTACTGTGGACACCGCTG
 CTCGCTCGCTGGTGGTGCATGCACCTGGCCGCGCAGGCACTGCGCGCCGGTGAAGTGTCTGCTGGCCCTCGCCGGCGCGCTCACCG
 TGCTGGCCAGCCCGAGGTGTTGCTCGAGTTCGCGGCGAAGCGGCTGGCGCCGACGGCCGTCGAAGCGTTCGCGGACACC
 GCGGACGGCACCAGGTTGGGGCAGGGGCTGCGCGTCTGCTGCTGGAACGGCTTCCGACGCCGACGGCAACGGACACCAGATCCT
 CGCCGTGCTGCGGGGCTCGGGGTCACACAGGACGGTGCCTCAACGGCCTGACCGCGCCGAACGGCCCGTCCCAACAGCGGGTGA
 TCCCGCAGGCATGGCGAACCGCGACTGTGCGCCCGGACGTTGACGCGGAGGAGCGCACCGGACCCGGAACCGGACTGGGCGAC
 CCCATCGAGGCCAGGCACTGCTCGCCACTACGGGACGGAACGGCCCGACGACCGGCTGTTGCTGCTGGGCACCCTCAAGACCAA
 CCTGGGCCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AS1-6 no.6 (782 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGTTGCTGCAGACCTCCTGGGAGGCCATCGAACGCGCCGGCATCGACCCACGTCCTCGCGGGCAGCCG
CACCGGCGTGTACGTGGCGATCAACACCCACGACTACGCCGAACTGCTCCTCGACGCGGCGACGACTGGAGAGCTTCCGCGGCA
CCGGCACTGCCTTACGCGTGTATGTCGCGCCGCTCGCTACACCCTCGGACTGGAGGGCGCCGCGTCTCGGTGCACACGGCTGT
TCGGCGTCGCTGGTCGCCCTGCACTCGCGGGCCAGGCACTGCGCGCTGGCGAGTGCACGCTGGCGCTCACCGGGCGCGCACCAT
CATGGCCACCCCGCGCGCTTCTGTGGAATGTCCCGCCAGGGCGCCCTCTCCGGCGACGGCCGCTGCCGCGCTTTCGCCGACGGCG
CCGACGGTACCGGCTTCGCCGAGGGCGTTCGGCATGCTCCTGGTGAACGCCTGTTCGACGCGCCGCGCAACGGGACCGAGTGTG
GCGGTGATCGCGGCTTCGCGCTCAACCAGGACGGTGCCTCGAACGCGCTGACGCGCCCAACGGCCCTCCCAACACGCGGTGAT
CCGCCAGGCGTTGGCGAACGCTCGCTGTCCGCCCGGACGTGACGCTGGTCGAGGGCGACGGCACGGGACCAAGCTGGGGGACC
CTATCGAGGCCAGGCACTGTGGCGACCTACGGCCAGGACCGTGACGCGGACCGACCGTTGCTGTGGGCTCCCTGAAGTCCAAC
ATCGGCCA

>AS1-6 no.7 (781 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTCGTTTCTGCAGACCGCTGGGAAGCCATCGAACGCGCCGGCATCGACCCACCCACACTCCACGGGACGCCG
CACCGGCGTCTTCGCCGGCACCATGTACCAGGACTACGCGTCCCGTTGAGCGCGGTGCCGAGGGCTGGAGGGCTACGTTCGGCA
ACGGCAGCGCCGCGGCTCCGCGCGGTTCGCTACACCCTCGGCTTCGAGGGCCCGCGGTGACCTCGACACGGGCTGC
TCCGCTCCCTGGTGGGCTGCACCTGGCCGCCAGGCACTACGGAACGAGGAGTGTCTGCTCGCCCTCGCCGGCGGCTCACCT
CATGGCCAGCCCCGCGCGCTGCTCAGTTCAGCCGACAGCGCGCTCGCGCCCAACGGCCGGGCAAGTCTTCGCGGGCCGACG
CCGACGGCACCCTTCGCCGAGGGCGTTGGCATGCTCCCCCTGGAACGCCTTCGGACGCGCCGACGCAACGGTACCCGCGTCTG
CGAGTATCCGCGGCTCCGCGTCAACCAGGACGGCGCTCAACGCGCTGACCGCCCAACGGCCCTCCCAACACGCGGTGAT
CGAGCAGGCGCTCCGCGAGCGCGGCTGACCACCGCCGACGTGGACGCGCTCGAGGGCCACGGCACCGGACCCCGCTCGCGGATC
TCATCGAGGCCAGGCGCTGTTGGCACCTACGACAGGACCGCCGGACGGCGCCCGCTGCTGCTCGGCTCCGTGAAGTCCAAC
TCGGCCA

>AS1-6 no.8 (782 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTCTTGTACAGACCTCCTGGGAGGCCCTGGAAACGCGCCGGATCGACCCGCGCTCCCTGCGCGGACGCCG
CACCGGCGTGTTCGCCGGCCTGATGTACCACGACTACGCGTCCCGACTGAAGCGGCTCCCGACGAGGTGGCGGGTACGTTCGGCA
CCGCAACTCCGCGAGCATCGTTCGCGCGCATCGCTACACCCTCGGCTTCGAGGGCCCGCGGTGACCTGTGGACACCGCTGC
TCGTGCTCGCTGGTGCACCTGCACCTGGCCGCCAGGCACTGCGCGCCGCTGAGTGTCTGCTGGCCCTCGCCGGCGGCTCACCT
GCTGGCCAGCCCCGAGGTGTTCGTGAGTTCGCGGGCAGAACGGGCTGGCGCCGACGGCCGCTGCAAGGCGTTCGCCGACACCG
CGGACGGTACCGTTCGGGGCAGGGCGTTCGGCTCCTGCTGCTGGAACGGCTTCGACGCGCGAGCGCAACGGACACCCAGATCCT
GCCGTGCTGGCGGCTCCGCGTCAACCAGGACGGCGCTCAACGCGCTGACCGCCCAACGGCCCTCCCAACACGCGGTGAT
CCGCCAGGCAATTGGCGAAGCGCGACTGTTCGCCCGCGACGTGGACGCGGTGGAGGGCGACGGCACCGGAACCCGACTGGGGGACC
CCATCGAGGCCAGGCACTGCTGCCACCTACGGCCGGGACGGCCGACGACCGCGCTGCTGCTGGGACCGTCAAGTCCAAC
CTCGGCCA

>AS1-6 no.9 (782 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTCGTGTGCAGACCGCCGGGAAGCCATTGAACGCGCCGGCATCGACCCACCCACACTCCACGGCAGCCG
CACCGGCGTCTTCGCCGGCACCATGTACCAGGACTACCGCTCCCGTTGAGCGCGGTGCCCGAGGGCTGGAGGGCTACGTTCGGCA
ACGGCAGCGCCGCAAGCGTTCGCTCCGCGCGGTTCGCTACACCCTCGGCTTCGAGGGCCCGCGGTGACCGTGCACACGGGCTGC
TCGCGTCCCTGGTGGGCTGCACCTGGCCGCCAGGCACTACGGAACGAGGAGTGTCTGCTCGCCCTCGCCGGCGGCTCACCT
CATGGCCAGCCCCGCGCGCTGCTCAGTTCAGCCGACAGCGGGCTTCGCGCCCAACGGCCGGGCAAGTCTTCGCCGGCCGACG
CCGACGGCACCCTTCGCCGAGGGCGTTCGGCATGCTCCTCCTGGAACGCCTTCGACGCGCCGACGCAACGGTACCCGCGTCTG
GCAGTGATCCGCGGCTCCGCGTCAACCAGGACGGCGCTCAACGCGCTGACCGCCCAACGGCCCTCCCAACACGCGGTGAT
CGACAGGCGCTTCGCGGAGCGCGGCTGACACCGCCGACGTGGACGCGGTTCGAGGGCCACGGCACCGGACCCCGCTCGGGGAC
TCATCGAGGCCAGGCGCTGTTGGCACCTACGGCCAGGACCGCCGACGACCGCGCTGCTGCTGGGACCGTCAAGTCCAAC
CTCGGCCA

>AS1-6 no.10 (782 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGCTTCTGCAGACCTCCTGGGAGACTTCGAACGCGCCGGCATCGACCCGCAATCCCTGCGCGGACGCCG
CACCGGCGTCTACGTTCGCCACCAACTACCAGGACTACCCCGGCTGTTGCACACAGCCGGCGGCGCCGACGAGGGCTCATGATCA
CCAGCAGCGCGCCAGCGTCTTCGCCGCACTGTCTACACCCTTCGGCTTCGAAGGCCCGCCGCTACCCGTGCACACCGCTGC
TCGCGTCCCTGGTGGCACTGCACCTGGCCGCCAGGCGTTCGCAACGCGGAGTGCACCTCGCGTTGGCGGGCGGCGCACCGT
GATGTCCACCCGACGCTCTTCGTGGCTTCAGCCGGCAGGGCGGCTGGCCCCCAACGGCCGCTGCAAGACCTTCGCCGGCGCCG
CCGACGGCACCCTGGGGCAGGGCGCGGCGTGTGCTGCTGGAACGCCTTCGACGCGCCGACGCAACGGGACCCCGATCCT
GCCGTGTCGCCGGCTCCGCGTCAACCAGGACGGCGCTCAACGCGCATCAGCGCCCAACGGCCCGCCCAACAGCGCGTTCAT
CCGCAAGCGCTTCGAGAACGCGCGCTGACCGCCGACGTGACCGCGGTTCGAGGGCCACGGCACCGGACCCCGCTCGGGGAC
CCATCGAGGCCAGGCACTCCTGGCCGCTACGGCCAGGACCGCCCGACGACCGACCCCTGTGGTGGGACCCCTCAAGTCCAAC
ATGGGCCA

>AS1-8 no.1 (782 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGGTTTCTGCAGACCTCCTGGGAGGCCCTTCGAACGCGCCGGCATCGACCCACCCACCGCGCGGACCCG
GGCCGGCGTGTTCATCGGCACCAACGGCCAGGACACGCTACCTCCAGCGGAGGACGACAGCGACATCGAGGCCACCTCGTCA
CCGCGAACACCCCGCGCTGTGTCCGCGGGTCTCTACGCCCTCGGCTGGAAGGACCGCGGTCACCGTCGACACCGGCTGC
TCGTCTCGCTGGTCCGCTCCACCTGGCCGCCAGGCGTTCGCAACGCGGAGTGCACCTCGCGTTGGCGGGCGGCGCACCGT
GATGGCCACGCCCCACACTTCATCGGCTTCAGCGCGAGCGCGGCTGTACCCGACGGCCGCTGCCGCGCTTCTCCTCGACCG
CCGACGGCAGGGCATGTCCGAGGGCGTGGTGTGCTCCTGCTGGAACGCCTTCGACGCGCCGCGCAACGGTACCCAGGTGCT
GCGGTGTCGCCGGCAGCGGCTCAACCAGGACGGCGCTCAACGCGCTCACGGCCCAACGGCCCGCCCAACAGCGCGTTCAT
CCGCAAGCGCTTCGAGAACGCGCGCTGACCGCTCCAGATCGACCGGTTAGAGGGCCACGGCACCGGACCCCGCTCGGGGAC
CGATCGAGGCCAGGCGTGTCTGCCACCTACGGCCGCGAGCACCCGGCGGACCGCCGCTGTGGTGGGCTCCGTGAAGTCCAAC
ATCGGCCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AS1-8 no.2 (782 bp)

GAGCCCCAGCAGCGGCTGCTGCTGCAGACGTCGTGGGAACTGTTTCGAGCGGGCCGGCATCGACGCCGCTCGTGGCGGGCAGCCG
GACCGCGTGTTCGCCGGCGTATGAACCACGAGTTCTTCGCCGCCCTCCAGAACTCCCCGAGGACCTGGAAGGTTACCTGGGCA
CAGGCACCTCCGGCAGCGTCGCTCCGGCCGGTTCGCTACACCTTCGGTCTCGAAGGTCGGCGGTACGGTTCGACACGGCTGC
TCGTCGTCCTGGTGGCCCTGCACCTGGCCGTCCAGTCGCTGCGCGCGGGCAGTGTCTGCTCGCCGTCGCGGGCGGTGTACCCG
GATGGTTCGGTCCCGCCACCTTCGTGGGTTACGCCGCAGCGCGGACTGGCCCCGACGGCCGCTGCAAGGCGTTCGCGGGCCGGC
CCGACGGCACCGGCTGGGGCAGGGCGTCGGCTGCTGCTGGAACGCCTCTCGACGCCCGCCCAACGGACACGAGGTCTCT
GCGGTGTCGGGGCTCCGCCGTCACCAGGACGGCGCTCCAACGGCCTCACGCCCCCAACGGCCCTCCAGCAACGGGTGAT
CCGCCAGGCCCTGGCCGCCCGCGGTGACCACCGCACAGATCGACGCGGTGAGGGCACACGGCACGGGCACCCGGCTCGGGGACC
CGATCGAGGCACAGGCGCTCCTCGCGACGTACGGGCAGGGTGTCTCCGGCGACAGGCGCTGTGGCTGGGCTCCGTCAAGTCCAAC
ATCGGCCA

>AS1-8 no.4 (782 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTGGTTCTGCAGACCTCCTGGGAGGCCTTCGAACGCGCGGGCATCGACCCCACCACCGCGCGGGCACCCG
GGCCGGCGTGTTCATCGGCACCAACGGCCAGGACCACGCCTACCTCCAGCGGCAGGACGACAGCGACATCGAGGCCACCTCGTCA
CCGCGAACACCGCCCGTCTGTCCGGCCGGTCTCTACGCCCTCGGCCTGGAAGGACCGCGGTACCCGTCGACACGGCTGC
TCGTCCTCGTGGTTCGCGCTCCACCTGGCCGCCAGGCGCTGCGCAACGGCGAGTGCACGCTCGCCCTGACGGCGGTGTGACCGT
GATGGCCACGCCACACCTTCATCGCGTTCAGCGCGCAGCGCGGCTGTCAACCCGACGGCCGCTGCGCGCCCTTCTCCTCGACCG
CCGACGGCAGGGCATGTCCGAAGGCGTCGGTGTGCTCCTGCTGGAACGGCTGTCCGACGCCCGCCCAACGGTACCAGGTGCTG
GCGGTGTCGCCGGCAGCGGTCAACCAGGACGGCGCCTCCAACGGCCTCACGGCCCGAACGGCCCTCGCAGGAGCGGTCAT
CCGGCAGGCACTGGAGAACGCGCGCCTGACCGCTCCAGATCGACGCGGTAGAGGGCACGGCACGGCCACCACCTCGGGGACC
CGATCGAGGCCGAGGCGTGTCTGCCACCTACGGCCCGGAGCACCCGGCGGACCGGCCGCTGTGGCTGGGCTCCGTCAAGTCCAAC
CTCGGCCA

>AS1-8 no.9 (782 bp)

GAGCCCCAGCAACGGCTCGTTCACAGACCTCCTGGGAGGCCTTCGAACGCGCGGGCATCGACCCCACCACCGCGCGGGCACCCG
GGCCGGCGTGTTCATCGGCACCAACGGCCAGGACCACGCCTACCTCCAGCGGCAGGACGACAGCGACATCGAGGCCACCTCGTCA
CCGCGAACACCGCCCGTCTGTCCGGCCGGTCTCTACGCCCTCGGCCTGGAAGGACCGCGGTACCCGTCGACACGGCTGC
TCGTCCTCGTGGTTCGCGCTCCACCTGGCCGCCAGGCGCTGCGCAACGGCGAGTGAAGCTCGCCCTGACGGCGGTGTGACCGT
GATGGCCACGCCACACCTTCATCGCGTTCAGCGCGCAGCGCGGCTGTCAACCCGACGGCCGCTGCGCGCCCTTCTCCTCGACCG
CCGACGGCAGGGCATGTCCGAAGGCGTCGGTGTGCTCCTGCTGGAACGGCTGTCCGACGCCCGCCCAACGGTACCAGGTGCTG
GCGGTGTCGCCGGCAGCGGTCAACCAGGACGGCGCCTCCAACGGCCTCACGGCCCGAACGGCCCTCGCAGGAGCGGTCAT
CCGGCAGGCACTGGAGAACGCGCGCCTGACCGCTCCAGATCGACGCGGTAGAGGGCACGGCACGGCCACCACCTCGGGGACC
CTATCGAGGCCGAGGCGTGTCTGCCACCTACGGCCCGGAGCACCCGGCGAACCGGCCGCTGTGGCTGGGACCCCTCAAGTCCAAC
CTGGGCCA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ลำดับกรดอะมิโนของ KS domain ที่เป็นส่วนประกอบของ โพลีคีไนด์ซินเทสชนิดที่ 1 ของ *Streptomyces* spp. ที่แยกได้จากข่า (*Alpinia ganlaga*)

>AG2-1 no.1 (259 bp)

EPQQRLLQLASWEVFERAGIAADALRGSSTGVFVGTNGQDYAALVGNAPQRADGHLATGSAASVASGRLSYTFGLEGPATVDTAC
SSSLVAMHLAAQALRSGECRMALAGGATVMTPTAFAEFSRQALAADGRCKAFAAGADGTGWGEGVIGILLERLSDAERNHGQVL
VMRGSAVNQDGASNGLTASNGPSQQRVIRQALANAGLAARDIDAVEAHGTGTALGDP IEAQALLATYQDRDADRPLLLGSKVTKNL
G

>AG2-1 no.2 (259 bp)

EPQQRFLQVAVESLERAGIDPVSLLKGSRTGVYAGVSSQDYLSRAPRIPEGFEGYATTGGLTSVISGRVAYTFGLEGPAVTVDTAC
SASLVAMHLAVQALRQGECLTALAGGVTSLATPIMFTEFSRQALAPDGRCKSFAADADGTGFSEGVGLVLERLSEARRNGHRVL
AVIRGSAINQDGASNGLTAPNDVAQERVIQALANAQLGPGDVALEAHGTGTALGDP IEAEAL IATYQNRPADRPLLLGTLKTNL
G

>AG2-1 no.3 (260 bp)

EPQQRFLQTTWEAFEHAGIDPTALRATPTGIFAGLIYHDYATRFPPDQLADGFEGYLGNGSAESVATGRVAYTLGLEGPAVTVDTA
CSSSLVALHLAAQAVRQGECLAVAGGVTVMSTPRPIVEFSRVGGLAPDGRCKSVFAEADGMGFAEGVGLVLERLSDARRHGHRVL
ALLRGSALNQDGASNGLTAPSGPAQQRVIRQALANAGLSAADVDVVEAHGTGTSLGDP IEAQALLATYGRDRPADRPVVLGTVKSN
LG

>AG2-1 no.5 (258 bp)

EPQQRVLQASWEALERAGLVPSTLRGSRTGIFAGVMYHDYGPPELHTAGAVDGHRLTGTASVLSGRVAYTLGLEGPAVTVDTAC
SSSMVAMHLAAQSLRAGECSLALAAQVTVMTPTGTFVEFSRQALSPDGRCKSFAEADGTGWSEGVGLVLERLSDARRHGHRVL
ALVIRSTAVNQDGASSGLTAPNGPSQQRVIRALAGAGLSPADVHALEAHGTGTALGDP IEAQAVLATYQNRREHPLLLGTVKSNMG

>AG2-1 no.6 (259 bp)

EPQQRVLQTSWEALEHGGIAPGSLAGSRTGVFLGSGTQDYAALLTGAAADSAAAGHAGTGSAGSVLSGRVAYALGLEGPAVTVDTA
CSSGLVALHLAAQSLRNGECATLVGGATVMTPTGLTFEFSRQGLAPDGLCKAFSDSADGTGFAGAGMLVLQRLSDARAAGRRV
WAVVRGSAINQDGLSNGLSAPNGRAQREVIQALANARLSPRDI DVVEAHGTGTPLGDP IEAHALLAAYGQDRARPLLIGTLKSNL
G

>AG2-1 no.8 (260 bp)

EPQQRVLQTAWEALERAGIVPDSLRSSTGVYVGAWAWEYGSVLSAGSNDVAGHVLTGNAGSVASGRIAYTLGLEGPAVTVDTAC
SSSLVAVHLAAQALRSGECSMALAGGVTVMSTPGVTFEFSRQGLAADGRCKPF AEADGTGWGEGAGI VVLERLSDARRHGHRVL
AVLRGSAVNQDGASNGLTAPNGPSQQRVIRaalasarlsasdvdaVEAHGTGTALGDP IEAQALLATYQDRPSDRPLWLGLSKTN
IG

>AG2-1 no.9 (257 bp)

EPQQRFLQASWEALERAGLVPSTLRGSRTGIFAGVMYHDYGPPELHTAGAVDGHRLTGTASVLSGRVAYTLGLEGPAVIVDTAC
SSSMVAMHLAAQSLRAGECSLALVAGVTVMATPGTVEFSRQALSPDGRCKSFAEADGTGWSEGVGLVLERLSDARRHGHRVLA
LVRSTAVNQDGASSGLTAPNGPSQQRVIRaalacaglsPADVHALEAHGTGTALGDP IEAQAVLATYQNRREHPLLLGTLKTNIG

>AG2-1 no.11 (259 bp)

EPQQRLLQLQTSWELLERAGIPDALRATRTGVFVGTMDQYEGPRLHEAPEAVDGYLLTGKTASVASGRIAYLLGLTGPAITLDTAC
SSSLVALHLAVQSLRRGESSLLAGGVTVLTNPGIFTEFSRQGLARDGRCKAFAAGADGTGMAEGVGLLVERLSDARRNGHRVLG
VIRGTAVNQDGASNGLTAPNGLSQEQVVLQALADAGLSPSDVDVIEAHGTGTALGDP IEAQALLATYGRDRPSDRPALGSKVTKNI
G

>AG2-3 no.1 (250 bp)

QTSWETFECAGILPESLNGSSTGVYVGLYDSGYLAAASLDQLDGHVGTGSAASVASGRIAYTLGLQGPAVTVDTACSSSLVALHLA
ARALASGECDLALAGGATLLVTPRGHVEFSRLRGLSPSGRCS PFSAGADGVVWAEGCGLVLLKRLTDAHRDGDRI LAVVKGSAINQ
DGRSQGLSAPNGPAQERVLRAALHAAGLPHDLDQVEAHGTGTALGDP IELRALADVFGPDRPAGRPLVVGTGLKTNLG

>AG2-3 no.2 (258 bp)

EPQQRVLQTSWETFECAGILPESLNGSSTGVYVGLYDSGYLAAASLDQLDGHVGTGSAASVASGRIAYTLGLQGPAVTVDTACSS
SLVALHLAARALASGECDLALAGGATLLVTPRGHVEFSRLRGLSPSGRCS PFSAGADGVVWAEGCGLVLLKRLTDAHRDGDRI LAV
VKGSAINQDGRSQGLSAPNGPAQERVPRAALHAAGLPHDLDQVEAHGTGTALGDP IELRALADVFGPDRPAGRPLVVGTGLKTNLG

>AG2-3 no.4 (258 bp)

EPQQRVLQTPWETFECAGILPESLNGSSTGVYVGLYDSGYLAATSLDQLDGHVGTGSAASVASGRIAYTLGLQGPAVTVDTACSS
SLVALHLAARALASGECDLALAGGATLLVTPRGHVEFSRLRGLSPSGRCS PFSAGADGVVWAEGCGLVLLKRLTDAHRDGDRI LAV
VKGSAINQDGRSQGLSAPNGPAQERVLRAALHAAGLPHDLDQVEAHGTGTALGDP IELRALADVFGPDRPAGRPLVVGTGLKTNMG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AG2-4 no.1 (257 bp)

EPQQRLLVHVVREALEAGIAPSSLAGSRTGVFVQGATAEYEGESGQPAEGPGVDRDVTGGRLRAVTAAGRVSYALDLRGPVSLVLDTAC
SSSLVAVHTARQSLLTGEGSLAIAAGVNI IVSPQDSIAYSQGGMLSPDGRRCRFGDASADGFVRSSEGVGAVVLKPLPDALRDGDPVLL
ALLLGSVAVTNDGQSGLLKPSVSGQAQMLRDACHSAGIEPAQLDYVEAHGTGTPTGDTVLSALAEATGGERPLRCGTLKSNIG

>AG2-4 no.3 (257 bp)

EPQQRLLVHVVWEALEAGIAPSSLAGSRTGVFVQGATAEYEGESGQPAEGPGVDRDVTGGRLRAVTAAGRVSYALDLRGPVSLVLDTAC
SSSLVAVHTARQSLLTGEGSLAIAAGVNI IVSPQDSIAYSQGGMLSPDGRRCRFRDASADGFVRSSEGVGAVVLKPLPDALRDGDPVLL
ALLLGSVAVTNDGQSGLLKPSVSGQAQMLRDACHSAGNEPAQLDYVEAHGTGTPTGDTVLSALAEATGGERPLRCGSLKSNIG

>AG2-4 no.4 (253 bp)

EPQQRLLVQEAHVHALEDAGWTPASGRRVGVFCGSGDNAYAGLLDRPDRPAVDPSPATLPLRVSYHLDLRGPVSVSSLCSTALTAV
HLARRSLSGECDLALAGAVTVRLPLHHGYLAHPGGVAVSPQGTLPHPDHRASGTVPGSGVGAVVLKRLHEALRDGDTVHAVIRGSA
LNDGAGRQSFAPAGVQQQDVILAAALADSGIEPDSIGYVEAHGTGTPLGDPVEIAALTGARERLGVTTPCVIGSVKTNIG

>AG2-5 no.1 (260 bp)

EPQQRLLQTSWEVFERAGIDVTKLRGSRTAVFTGAEHHDYGPLHQSTKSGLEGYALTGIAGSVASGRIAYTFGFEPAWTVDTAC
SSSLVSLHQAASLRQGECDLALATGVATMPTPGDFILFSTRQGLPSNGRCKAFGAEDGTSWAEGVGVLLVERLSDARRNGHEVL
AIVRGSVAVNDGASNGLTAPNGRSQQRVIRQALANAELTADQIDVIEAHGTGTSGLDPIEAQALATIYGESRPEGDPVWLGSLKSN
IG

>AG2-5 no.3 (260 bp)

EPQQRLLVQLAWESLERAGIDPVSLLKGTTRTGVYAGVSSQDYLSRAPRIPEGFEGYATTGGLTSVISGRVAYTFGLEGPAWTVDTAC
SSSLVAMHLAAQALRSGECRMLAGGATVMATPSAFAEFSTRQGLADGRCKSFAAADGTFSEGVGLVLLERLSEARRNGHRVL
AVIRGSAVNDGASNGLTAPNDVAQERVIGQALANAQLGPGVDVALEAHGIGTKLGDPIEAELIATYGRNRPADRPLLGLSKSN
MG

>AG2-5 no.4 (260 bp)

EPQQRLLVQLASWEVFERAGIAADVLRGSPGTGVFVGTNGQDYAALVGNAPQRADGHLATGSAASVASGRISYTFGLEGPAITVDTAC
SSSLVAMHLAAQALRSGECRMLAGGATVMATPSAFAEFSTRQGLADGRCKSFAAADGTFSEGVGLVLLERLSEARRNGHRVL
AVMRGSVAVNDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANARLSTVDVDAVEAHGTGTTGLDPIEAQALLATYQDRDPDRPLLGLSKSN
LG

>AG2-5 no.5 (261 bp)

EPQQRLLQTTWEAFEHAGIDPTALRATPTGIFAGLIYNDYATRFPEQLADGFEGLNGSAGSVATGRVAYTLGLEGPAITVDTAC
CSSSLVALHLAAQAVRRGECGLAVAGGVVMSTPRPIVEFSRQGLADGRCKSFAAADGTFSEGVGLVLLERLSEARRNGHRVL
LALLRGSALNDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANAGLTAADVDDVEAHGTGTTGLDPIEARALLATYGRDRPADRPVLLGLTKVKT
NLG

>AG2-5 no.6 (260 bp)

EPQQRLLVQTSWEAFERAGIDPLSVRGSRTGVFAGVMYHDYGSRLHAVPSEVEGYLGTGSSSSVSVGRVAYTFGLEGPAWTVDTAC
SSSLVALHLAAQALRNGECSLALAGGVVMFTPGTFIDFSRQGLADGRCKSFAAADGTFGWGEGAGMLLLERLSDARRNGHEVL
AIVRGSVAVNDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANARLTTGEVDVVEAHGTGTTGLDPIEAQALLATYGRERDAERPLWLGTVKSN
LG

>AG2-5 no.7 (261 bp)

EPQQRLLVQTSWEAFERAGVPALALRGSRTGVFIGSNYQYEGPRVHEAPEGSEGHMTGSAASVSVGRVAYAFGFEPAWTVDTAC
SSSLVAMHLAAQALRNGECSLALAGGVVMPNPGALIGFSRQGLADGRCKSFAAADGTFGWGEGAGMLLLERLSDARRNGHEVL
AVRGSVAVNDGASNGLTAPNGPSQQRVIRAALESARLSAAEVDVAEAHGTGTTGLDPIEAQALLATYGRERSAEDRPLWLGSLKT
NLG

>AG2-5 no.8 (261 bp)

EPQQRLLVQTSWEVFERAGIDPACRDRSRTGVFYGAMSQDYGRMHDASDELQGYLLTGNTVSAASGRISYTMGFEPAWTVDTAC
SSSLVALHLAVQSLRQRECALALAGGVVMFTPGLFVEFSRQGLADGRCKSFAAADGTFGWGEGAGMLLLERLSDARRNGHQL
AVRGSVAVNDGASNGLTAPNGPSQQRVIRAALEANAGLSPADVDAVEAHGTGTALGDPIEAELIATYGRERSAEDRPLWLGSLKT
NLG

>AG2-5 no.9 (247 bp)

EPQQRLLVQVAWEALEHAGMPPDRLGSTATGVFAGLSYNDYMNRLDRHPRELEGSALANGHCATGRISYLLGLHGPSVALDTACS
SSSLVAVHLAVQALGAGECDLALAGGVVLMFEPITRSFDRMGLSHTGHCHAFDAAADGFVREGCGIIVLKRITDALRDGDRIILA
VLRGSVAVNDGHS DGLAAPSAAQALYEEALGRAGVDPADVGMVEAHGTGTVPVGDVPEFTSLAQVYGVTKSNMG

>AG2-5 no.10 (260 bp)

EPQQRLLVQTSWEAFERAGIDPLPVRGSRTGVFAGVMYHDYGSRLHAVPSEVEGYLGTGSSSSVSVGRVAYTFGLEGPAWTVDTAC
SSSLVALHLAAQALRNGECSLALAGGVVVMFTPGTFIDFSRQGLADGRCKSFAAADGTFGWGEGAGMLLLERLSDARRNGHEVL
AIVRGSVAVNDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANARLTTGEVDVVEAHGTGTTGLDPIEAQALLATYGRERDAERPLWLGSLKTN
LG

>AG2-5 no.11 (260 bp)

EPQQRLLVQASWEVFERAGIAADVLRGSPGTGVFVGTNGQDYAALVGNAPQRADGHLATGSAASVASGRISYTFGLEGPAITVDTAC
SSSLVAMHLAAQALRSGECRMLAGGATVMATPTAFAEFSTRQGLADGRCKSFAAADGTFGWGEGAGMLLLERLSDARRNGHRVL
AVMRGSVAVNDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANARLSTVDVDAVEAHGTGTTGLDPIEAQALLATYQDRDPDRPLLGLTVKTN
LG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AG2-5 no.12 (260 bp)

EPQQRFLQTAWEETFEQAGIAPRSMQGSDDTGVFAGLIYHDYATNAGELPEGSETYLSTGKSGSVVSGRVAYTLGLTGPVAVTVGTAC
SSSLVALHWAAKAVREGECSMALAGGVTVMSTPDGFVFSHQRLAPDGRSKSFSEADGDTTFSEGVGLVLLERLSEARRNGHEVL
AVIRGTAVNQDASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANAGLSPGDI DAVEAHGTGTALGDPIEAQALLATYQNRPADEPLWLGTVKSN
LG

>AG2-6 no.1 (258 bp)

EPQQRVLVQTAWEAVERAGILPDSLNGSSTGVYLGLYDSGYLAAAPLAQLDGHVGTGSAASVASGRVAYALGLQGPVAVTVDTACSS
SLVALHLAARALAGGECDLALAGGATLLVTPRGHVEFSRLRGLSPSGRCSFSDADGVVWAECCGLVLLKRLADARRDGDRI LAV
VKGSAINQDGRSQGLSAPSGPAQERVVRAALDAAGLTPHDLHVEAHGTGTPLGDPIELRALADVFGPRPEDRPLRIGTLKTNMG

>AG2-6 no.2 (258 bp)

EPQQRFLQTAWEAVERAGILPDSLNGSSTGVYLGLYDSGYLAAAPLAQLDGHVGTGSAASVASGRVAYALGLQGPVAVTVDTACSS
SLVALHLAARALAGGECDLALAGGATLLVTPRGHVEFSRLRGLSPSGRCSFSDADGVVWAECCGLVLLKRLADARRDGDRI LAV
VKGSAINQDGRSQGLSAPSGPAQERVVRAALDAAGLTPHDLHVEAHGTGTPLGDPIELRALADVFGPRPEDRPLRIGTLKSNLG

>AG2-6 no.3 (259 bp)

PSNGLLLQTSWEALERAGIDPASLRGSRGTGVFAGLMYHDYASRLKAVPDEVGGYVGTGNSGSI VSGRIAYTFGFEGPAVTVDTACS
SSLVALHLAAQALRAGECDLALAGGVTVLMTVPTQTFVEFSRLRGLSPTGRCRCSFSDADGAIWAEAGMLVLLKRLGDARRDGDRI LAV
VLRGSAVNQDASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANARLSAADVDAVEAHGTGTPLGDPIEAQALLATYQERPDDRPLLGLTKNIG

>AG2-6 no.5 (258 bp)

EPQQRFLQTSWEALERAGIVPARLAGTATGVYVGMFGSDYLAGSRLDQLDGYVGTGSALSVA SGRALAFALGLHGPALTVDTACSS
SLVATHLAAQALRAGECDLALAGGVTVLMTVPTQTFVEFSRLRGLSPTGRCRCSFSDADGAIWAEAGMLVLLKRLGDARRDGDRI LAV
LRGTAVGQDGRSQGLSAPNGPAQEQVIRRALELSGLEPADIHVEVHGTGTTPLGDPIEANALAAVFGGSRPADRPLYLGSVKSNIG

>AG2-6 no.6 (258 bp)

EPQQRVLVQTSWEALERAGIVPARLAGTATGVYVGMFGSDYLAGSRLDQLDGYVGTGSALSVA SGRALAYALGLHGPALTVDTACSS
SLVATHLAAQALRAGECDLALAGGVTVLMTVPTQTFVEFSRLRGLSPTGRCRCSFSDADGAIWAEAGMLVLLKRLGDARRDGDRI LAV
LRGTAVGQDGRSQGLSAPNGPAQEQVIRRALELSGLEPADIHVEVHGTGTTPLGDPIEANALAAVFGGSRPADRPLYLGSVKSNIG

>AG2-6 no.10 (261 bp)

EPQQRVLVQLAWQALEHAGIDPAPLRRGNGGVYIGASSIDYALELDSLPYEELDGHLASGITMFPPLSGRLSYFLGWRGSPMSVDTA
CSSSLVALHLAANALRAGETDIALCGGVNALHHPRI PVMFSNAQMLSPDGCKTFDESADGYARAEGCGVVLLKRLSDARRDGDRI
LALVRGTAVGQDSDSAGLTVPNGPAQEKVIRTAALAAHLAPEDIQYVEAHGTGTPLGDPIEFGAIGDVFVDSHTKDRPLLIGSLKS
NLG

>AS1-6 no.1 (260 bp)

EPQQRLLQTSWETFERAGIDPQSLRGSATGVYVGTIYQDYPGLLHQAGGADEGFMITSSAASVISGRLSYTFGLEGPAVTVDTAC
SASLVALHLACQALRQGDCTLALAGGATVMSTPTLFFVGFSRQGLAPNGRCKTFAAAADGTGWGEGAGVLLERLSDAQRNGHPIL
AVVRGSAVNQDASNGISAPNGPAQQRVIRQALDNAQLTAADVDAVEAHGTATTLGDPIEAQALLAAYQDRPDDRPLWLGLTKSN
LG

>AS1-6 no.2 (260 bp)

EPQQRLLQTAWEAIERAGIDPTTLHGSRGTGVFAGTMYQDYASRLSAVPEGLEGYVNGSAASVASGRVAYTLGFEGPAVTVDTAC
SASLVGLHLAAQALRNEECSLALAGGVTVLMTASPRALLSFSRQRLAPNGRAKSFADADGTAFAGVGMMLLRLSDARRNGHRVL
AVIRGSAVNQDASNGLTAPNGPSQQRVIRQALRSAGLTTADVDAVEAHGTGTPLGDPIEAQALLAAYQDRPDDRPLLGLSKTN
LG

>AS1-6 no.3 (260 bp)

PQQRFLQTAWEAIEHAGIDPAPLRRGNGGVYIGASSIDYALELDSLPYEELDGHLASGITMFPPLSGRLSYFLGWRGSPMSVDTAC
SSSLVALHLAANALRAGETDIALCGGVNALHHPRI PVMFSNAQMLSPDGCKTFDESADGYARAEGCGVVLLKRLSDARRDGDRI
LALVRGTAVGQDSDSAGLTVPNGPAQEKVIRTAALAAHLAPEDIQYVEAHGTGTPLGDPIEFGAIGDVFVDSHTKDRPLLIGTLKSN
LG

>AS1-6 no.4 (259 bp)

PQQRFLQTSWEALERAGIDPASLRGSRGTGVFAGLMYHDYASRLKAVPDEVGGYVGTGNTGSI VSGRIAYTLGFEGPAVTVDTACS
SSLVALHLAAQALRAGECSLALAGGVTVLSPPEVFEFSRQGLAPDGRCKAFADTADGTGWGEGVGLVLLERLSDAQRNGHQILA
VLRGSAVNQDASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANARLSAADVDAEEAHGTGTPLGDPIEAQALLATYQERPDDRSLLLGLTKTNL
G

>AS1-6 no.6 (260 bp)

EPQQRLLQTSWEAIEERAGIDPDSLRSRGTGVYVGINTHDYAELLDDAGDLESFRGTGTA FSVMSGRVAYTLGLEGA AVSVDTAC
SASLVALHSAQALRAGECTLALTGGATIMATPRRFVLSRQALSGDRCRAFADGADGTGFAEGVGMMLLRLSDARRNGHRVL
AVMRGSAVNQDASNGLTAPSGPSQQRVIRQALANARLSAADVDDVEAHGTGTPLGDPIEAQALLATYQDRDADRPLLGLSKSN
IG

>AS1-6 no.7 (258 bp)

EPQQRVLVQTAWEAIEERAGIDPTTLHGSRGTGVFAGTMYQDYASRLSAVPEGLEGYVNGSAASVASGRVAYTLGFEGPAVTVDTAC
SASLVGLHLAAQALRNEECSLALAGGVTVLMTASPRALLSFSRQRLAPNGRAKSFADADGTAFAGVGMMLPLERLSDARRNGHRVL
AVIRGSAVNQDASNGLTAPNGPSQQRVIRQALRSAGLTTADVDAVEAHGTGTPLGDPIEAQVGTYDQDRPDDRPLLGLSVKSNLG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>AS1-6 no.8 (260 bp)

EPQQRLLQLTSWEALERAGIDPASLRGSRTGVFAGLMYHDYASRLKAVPDEVGGYVGTGNSGSIVSGRIAYTFGFEGPAVTVDTAC
SSSLVALHLAAQALRAGECSLALAGGVTVLASPEVVFVFSRQGLAPDGRCKAFADTADGTGWGEGVGVLLERLSDAQRNGHQIL
AVLRGSAVNQDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALANARLSAADVDAVEAHGTGTRLGDPIEAQALLATYGRERPPDRPLLGLTVKSN
LG

>AS1-6 no.9 (260 bp)

EPQQRLLQLTAREAIERAGIDPTTLHGSRTGVFAGTMYQDYASRLSAVPEGLEGYVGNNGSAASVASGRVAYTLGFEGPAVTVDTAC
SASLVGLHLAAQALRNEECSLALAGGVTLMASPRALLSFSRQGLAPNGRAKSAADADGTAFAGVGMILLERLSDARRNGHRVL
AVVRGSAVNQDGASNGLTAPNGSSQQRVIEQALRSAGLTADVDAVEAHGTGTPGLDLIEAQALLATYQDRPDGRPLLGLSVKTN
LG

>AS1-6 no.10 (260 bp)

EPQQRLLQLTSWETFERRAGIDPQSLRGSATGVYVGTNYQDYPGLLHQAGGADEGFMITSSAASVVSGRLSYTFGLEGPAVTVDTAC
SASLVGLHLAAQALRQGDCTLALAGGATVMSTPTLFVGFSRQGLAPNGRCKTFAAADGTGWGEGAVILLERLSDAQRNGHPIL
AVVRGSAVNQDGASNGISAPNGPAQQRVIRQALDNAQLTAADVDAVEAHGTATTLGDPIEAQALLAAYQDRPDPRPLWLGLTKSN
MG

>AS1-8 no.1 (260 bp)

EPQQRLLQLTSWEAFERAGIDPTTARGTRAGVFIGTNGQDHAYLQRQDDSDIEAHLVTANTAAVVSGRVSVALGLEGPAVTVDTAC
SSSLVALHLAAQALRNGECTLALTGGVTVMATPHTFIAFSAQRGLSPDGRCRAFSSSTADGTGMSEGVGVLLERLSDARRNGHQVL
AVVRGSAVNQDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALLENARLTASQIDAVEAHGTATTLGDPIEAQALLATYGREHPADRPLWLGLSVKSN
IG

>AS1-8 no.2 (260 bp)

EPQQRLLQLTSWELFERAGIDASLAGSRTGVFAGVMNHEFLAALQNSPEDLEGYLGTTSGSVASGRVAYTFGLEGPAVTVDTAC
SSSLVALHLAVQSLRGGECSLAVAGGVTAMVGPATFVGFPSRQGLAPDGRCKAFAAGADGTGWGEGVLLERLSDARRNGHEVL
AVVRGSAVNQDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALAAARLTTAQIDAVEAHGTGTRLGDPIEAQALLATYQGCGSGDRPLWLGLSVKSN
IG

>AS1-8 no.9 (260 bp)

EPQQRLLQLTSWEAFERAGIDPTTARGTRAGVFIGTNGQDHAYLQRQDDSDIEAHLVTANTAAVVSGRVSVALGLEGPAVTVDTAC
SSSLVALHLAAQALRNGECTLALTGGVTVMATPHTFIAFSAQRGLSPDGRCRAFSSSTADGTGMSEGVGVLLERLSDARRNGHQVL
AVVRGSAVNQDGASNGLTAPNGPSQQRVIRQALLENARLTASQIDAVEAHGTATTLGDPIEAQALLATYGREHPANRPLWLGLTKSN
LG



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนันท์วัน เนียมหอม
วัน เดือน ปีเกิด	6 พฤศจิกายน 2525
ที่อยู่ปัจจุบัน	30/1 หมู่ 8 ตำบลลาดบัวหลวง อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ประวัติการศึกษา	2548 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 2555 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	2548-2552 ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข 2560-ปัจจุบัน ตำแหน่งนักวิจัย ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (TGIST) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สัญญาบัตรเลขที่ TG-22-22-55-004D
ผลงานทางวิชาการ	: วารสารวิชาการ 1. Niemhom, N., Suriyachadkun, C., Tamura, T. and Thawai, C. 2013. “ <i>Asanoa siamensis</i> sp. nov., isolated from soil from a temperate peat swamp forest.” <i>Int J Syst Evol Microbiol.</i> 63 : 66-71. 2. Niemhom, N., Suriyachadkun, C., Tamura, T. and Thawai, C. 2013. “ <i>Acrocarpospora phusangensis</i> sp. nov., isolated from a temperate peat swamp forest soil.” <i>Int J Syst Evol Microbiol.</i> 63 : 2174-2179. 3. Ngaemthao, W., Suriyachadkun, C., Chunhametha, S., Niemhom, N., Thawai, C. and Sanglier, J.J. 2014. “ <i>Planobispora takensis</i> sp. nov., isolated from soil.” <i>Int J Syst Evol Microbiol.</i> 64 : 1180-1185. 4. Niemhom, N., Chutrakul, C., Suriyachadkun, C. and Thawai, C. 2016. “ <i>Asanoa endophytica</i> sp. nov., an endophytic actinomycete isolated from the rhizome of <i>Boesenbergia rotunda</i> .” <i>Int J Syst Evol Microbiol.</i> 66 : 1377-1382.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Niemhom, N., Chutrakul, C., Suriyachadkun, C. and Thawai, C. 2016. "*Phytohabitans kaempferiae* sp. nov., an endophytic actinomycete isolated from the leaf of *Kaempferia larsenii*." *Int J Syst Evol Microbiol.* 66 : 2917- 2922.
6. Niemhom, N., Chutrakul, C., Suriyachadkun, C. and Thawai, C. 2017. "*Nonomuraea stahlianthi* sp. nov., an endophytic actinomycete isolated from the stem of *Stahlianthus campanulatus*." *Int J Syst Evol Microbiol.* 67 : 2879-2884.
7. Niemhom, N. and Thawai, C. 2018. "*Herbidospora soli* sp. nov., isolated from soil." *Int J Syst Evol Microbiol.* 68 : 294-298.

: การประชุมวิชาการ

1. Niemhom, N., Suriyachadkun, C. and Thawai, C. 2010. "Isolation, characterization and antimicrobial activities of the actinomycete isolated from Phu Sang National Park of Thailand." **The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology.** Thailand. (Poster presentation)
2. Niemhom, N., Chutrakul, C. and Thawai, C. 2014. "Isolation, identification and antimicrobial activities of endophytic actinomycetes from *Alpinia galanga* (L.) Willd." **The 12th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology.** Thailand. (Poster presentation)
3. Niemhom, N., Chutrakul, C. and Thawai, C. 2015. "Potential of Endophytic Actinomycetes Isolated from *Alpinia nigra*." **The 27th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology and International Conference.** Thailand. (Poster presentation)