

การแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยซีทจากดินที่มีกิจกรรม
การส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช
ISOLATION AND SCREENING OF ACTINOMYCETES
FROM SOILS FOR PLANT GROWTH
PROMOTING ACTIVITIES

กมลพรรณ ฟองสดศรี
จุฑาทิพย์ แก้วประเสริฐ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยซีทจากดินที่มีกิจกรรม
การส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช
ISOLATION AND SCREENING OF ACTINOMYCETES
FROM SOILS FOR PLANT GROWTH
PROMOTING ACTIVITIES

กมลพรรณ ฟองสดศรี

จุฑาทิพย์ แก้วประเสริฐ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ISOLATION AND SCREENING OF ACTINOMYCETES
FROM SOILS FOR PLANT GROWTH PROMOTING
ACTIVITIES

KAMONPAN FONGSODSRI
JUTATIP KAEWPRASERT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อโครงการพิเศษ	การแยกและคัดเลือกแอกติโนมัยสีทจากดินที่มีกิจกรรมการส่งเสริม การเจริญเติบโตในพืช
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกมลพรรณ พองสดศรี 57050789 นางสาวจุฑาทิพย์ แก้วประเสริฐ 57050811
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.จิตติ ท่าไว

บทคัดย่อ

เชื้อแอกติโนมัยสีท จำนวน 76 ไอโซเลต ถูกแยกได้จากดิน 10 แหล่ง พื้นที่โครงการศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดราชบุรี จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าแอกติโนมัยสีท ส่วนใหญ่มีลักษณะสปอร์ที่เป็นสายตรงยาว ปลายโค้งงอคล้ายตะขอ ไปจนถึงขดม้วนเป็นก้นหอยบนเส้นใยอากาศโดยตรง ผลของการศึกษาความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช พบว่า แอกติโนมัยสีทมีความสามารถในการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิดิกได้ จำนวน 57 ไอโซเลต (ร้อยละ 75) ผลิตจิบเบอเรลินได้ จำนวน 67 ไอโซเลต (ร้อยละ 88.16) ผลิตซีเตอร์โรฟอร์ จำนวน 29 ไอโซเลต(ร้อยละ 38.16) และมีความสามารถในการย่อยสลายพอสเฟตได้ จำนวน 34 ไอโซเลต (ร้อยละ 44.74) นอกจากนี้ทำการเลือกแอกติโนมัยสีท 7 ไอโซเลตที่มีศักยภาพในผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืชได้ดีและมีความน่าสนใจทางสัณฐานวิทยา คือ CH1-1 CH1-7 CH2-1 CH5-5 CH5-8 CH7-1และ CH9-7 มาวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA พบว่าทุกไอโซเลต เป็นสมาชิกของสกุล *Streptomyces* โดยมีความใกล้เคียงกับ *Streptomyces canaries* NBRC 13431^T , *Streptomyces indiaensis* NBRC 13964^T , *Streptomyces jiujiangensis* XJ 0074^T , *Streptomyces corchorusii* DSM 40340^T , *Streptomyces actinomycinicus* RCU-197^T , *Streptomyces yaanensis* Z4^T , *Streptomyces chattanoogensis* NRRL ISP-5002^T ที่ระดับความคล้ายคลึงของยีน 16S rRNA ที่ร้อยละ 99.70, 99.72, 99.79, 99.93, 98.92 และ 99.86 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แอคติโนมัยสีท การศึกษาความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช ลำดับเบส
ช่วงยีน 16S rRNA

Special Project Title	Isolation and screening of actinomycetes from soils for plant Growth promoting activities
Students	Miss Kamonpan Fongsodsri 57050789 Miss Jutatip Kaewprasert 57050811
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2017
Seminar Advisor	Assoc.Prof.Dr. Chitti Thawai

ABSTRACT

Seventy-six actinomycete isolates were isolated from 10 soil samples at Khao Cha-ngum, Ratchaburi province. Based on morphological study, all actinomycete isolates exhibited the rectiflexibles, retinaculiaperti, spiral and verticillate spores directly on their aerial mycelium. All isolates were tested for their abilities to produce indole-3-acetic acid (IAA), Gibberellins, siderophore and to solubilize phosphate compound revealed. The results of plant growth promoting activities that 57 actinomycete isolates (75%) can produce indole-3-acetic acid, 67 actinomycete isolates (88.16%) can produce Gibbellerins, 29 actinomycete isolates (38.16%) can produce siderophore and 34 actinomycete isolates (44.74%) can solubilize phosphate. Besides, seven isolates that are able to produce high plant growth promoting activity and are interesting in terms of morphology, CH1-1 CH1-7 CH2-1 CH5-5 CH5-8 and CH7-1 were selected for the 16S rRNA gene analysis. The 16S rRNA gene sequence analysis indicated that all isolates are the members of the genus *Streptomyces* and were closely related to *S. canaries* NBRC 13431^T (99.70%),

S. indiaensis NBRC 13964^T (99.72%), *S. jiujiangensis* JXJ 0074^T (99.97%), *S. corchorusii* DSM 40340^T (99.93%), *S. actinomycinicus* RCU-197^T (98.92%), *S. yaanensis* Z4^T (99.43%), *S. chattanoogensis* NRRL ISP-5002^T (99.86%) respectively.

Keyword : Actinomycetes, Plant growth promoting activity, 16s rRNA gene sequence

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร. จิตติ ท่าไว อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอดจนปริญญาโทเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์ ที่กรุณาได้รับเป็นประธานกรรมการ และ ดร.วิภาวี เดชต๊ะศักดิ์ ซึ่งกรุณาได้รับเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบปริญญาโทนี้ พร้อมทั้งได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงปริญญาโทฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับบิดามารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้โอกาส และสนับสนุนในทุกด้านเป็นอย่างดีมาโดยตลอดคุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากปริญญาโทฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กมลพรรณ พองสดศรี
จุฬาทิพย์ แก้วประเสริฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของแอคติโนมัยสีท.....	3
2.1.1 นิเวศวิทยาและการกระจายตัวของแอคติโนมัยสีทในดิน.....	3
2.2 หลักการคัดแยกและคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยสีท.....	4
2.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ (Identification) ของแอคติโนมัยสีท.....	5
2.3.1 ลักษณะทางฟีโนไทป์.....	5
2.4 สารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช.....	12
2.4.1 ออกซิน (auxin).....	13
2.4.2 จิบเบอเรลลิน.....	14
2.4.3 ซิเดอโรฟออร์ (siderophore).....	17
2.4.4 การย่อยสลายฟอสเฟต.....	19
2.5 ลักษณะทางจีโนมไทป์.....	20
2.5.1 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase chain reaction : PCR).....	20
2.5.2 ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสายดีเอ็นเอของ 16S rRNA gene.....	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	23
3.1 เครื่องมือ.....	23

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2 สารเคมี.....	24
3.3 การเก็บตัวอย่างดินและวิธีเตรียมตัวอย่างดิน.....	24
3.3.1 เก็บตัวอย่างดิน.....	24
3.3.2 การเตรียมดินตัวอย่าง.....	24
3.4 การคัดแยกแอกติโนมัยสีท.....	24
3.5 การตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของแอกติโนมัยสีท.....	25
3.6 การทดสอบคุณสมบัติและการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืชของแอกติโนมัยสีท	25
3.6.1 การทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA) ของแอกติโนมัยสีท.....	25
3.6.2 การทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของแอกติโนมัยสีท.....	26
3.6.3 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีการผลิตสารซีเดอร์โรฟอร์.....	26
3.6.4 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีการย่อยสลายฟอสเฟต.....	27
3.7 การศึกษาการระบุชนิดแอกติโนมัยสีทเบื้องต้น.....	27
3.7.1 สกัดดีเอ็นเอ.....	27
3.7.2 การเพิ่มปริมาณยีน 16S rRNA.....	28
3.7.3 การทำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ (PCR Product) ให้มีความบริสุทธิ์.....	29
3.7.4 การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic Analysis).....	29
3.8 การเก็บรักษาเชื้อแอกติโนมัยสีท.....	30
3.9 สถานที่ทำการทดลอง.....	30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....	31
4.1 ผลการแยกและการคัดเลือกเชื้อแอกติโนมัยสีท.....	31
4.2 ผลการคัดเลือกและจัดกลุ่มเชื้อแอกติโนมัยสีทไฮโซเลตที่สนใจ.....	32
4.2.1 การจัดกลุ่มเชื้อแอกติโนมัยสีทโดยลักษณะทางฟีโนไทป์ (Phenotype).....	32
4.3 ผลการทดสอบความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช.....	81
4.3.1 การทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid).....	81

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.2 การทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid).....	92
4.3.3 การตรวจสอบเชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต.....	102
4.3.4 การตรวจสอบเชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการสร้างสารซีเตอริฟออร์..	102
4.4 ผลการระบุชนิดของแอคติโนมัยสีท.....	106
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	113
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	113
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	115
เอกสารอ้างอิง.....	116
ภาคผนวก.....	118
ภาคผนวก ก.....	119
ภาคผนวก ข	120
ภาคผนวก ค	130
ภาคผนวก ง	139

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของการนำดินมาทำpre-treatmentเพื่อแยกแอกติโนมัยสัที่หายาก.....	5
ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์.....	28
ตารางที่ 3.2 วงจรพีซีอาร์ (PCR cycle).....	29
ตารางที่ 4.1 ไอโซเลตแอกติโนมัยสัที่คัดแยกได้และแหล่งที่เก็บตัวอย่าง.....	31
ตารางที่ 4.2 ลักษณะการเจริญและสัณฐานวิทยาของเชื้อแอกติโนมัยสับนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน.....	71
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH1.....	82
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH2.....	83
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH3.....	84
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH4.....	85
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH5.....	86
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH6.....	87
ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH7.....	88
ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH8.....	89
ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH9.....	90
ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH10.....	91

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH1.....	92
ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH2.....	93
ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH3.....	94
ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH4.....	95
ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH5.....	96
ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH6.....	97
ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH7.....	98
ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH8.....	99
ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH9.....	100
ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH10.....	101
ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต.....	102

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการสร้างโคโลนีของแอกติโนแบคทีเรียบนอาหาร.....	6
รูปที่ 2.2 การสร้างสปอร์เดี่ยวเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล.....	8
รูปที่ 2.3 ลักษณะสปอร์เป็นสาย.....	9
รูปที่ 2.4 การสร้างสปอร์แบบเป็นสายยาวของ <i>Streptomyces</i>	10
รูปที่ 2.5 รูปทรงของอับสปอร์ที่เจริญบนอาหาร.....	11
รูปที่ 2.6 รูปทรงของอับสปอร์.....	12
รูปที่ 2.7 โครงสร้าง Indole-3-acetic acid (IAA).....	14
รูปที่ 2.8 โครงสร้างจิบเบอเรลิน (Gibberellin).....	15
รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14 วัน.....	32
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	33
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	33
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	34
รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	34
รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	35
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	35
รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-8 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	36
รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	36
รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	37
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	37
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	38
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	38
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	39
รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	39
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	40
รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	40
รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	41
รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	41
รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน.....	42

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.78 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH2.....	83
รูปที่ 4.79 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH3.....	84
รูปที่ 4.80 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH4.....	85
รูปที่ 4.81 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH5.....	86
รูปที่ 4.82 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH6.....	87
รูปที่ 4.83 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH7.....	88
รูปที่ 4.84 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH8.....	89
รูปที่ 4.85 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH9.....	90
รูปที่ 4.86 กราฟแสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH10.....	91
รูปที่ 4.87 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH1.....	92
รูปที่ 4.88 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH2.....	93
รูปที่ 4.89 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH3.....	94
รูปที่ 4.90 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH4.....	95

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.91 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH5.....	96
รูปที่ 4.92 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH6.....	97
รูปที่ 4.93 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH7.....	98
รูปที่ 4.94 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของ ไอโซเลต CH8.....	99
รูปที่ 4.95 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH9.....	100
รูปที่ 4.96 กราฟแสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH10.....	101
รูปที่ 4.97 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH1-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)....	106
รูปที่ 4.98 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH1-7 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)....	107
รูปที่ 4.99 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH2-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)....	108
รูปที่ 4.100 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH5-5 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)....	109
รูปที่ 4.101 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH5-8 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)....	110
รูปที่ 4.102 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH7-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)....	111
รูปที่ 4.103 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH9-7 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)....	112

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการทำเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่และมีการส่งออกผลผลิต อาทิเช่น ผลไม้ ข้าว และผลิตภัณฑ์จากเกษตร ในปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้สารเคมีในการทำการเกษตรเพื่อให้พืชเจริญเติบโต ซึ่งสารเคมีที่ใช้นั้นมีราคาสูงทำให้ต้นทุนในการผลิตมีราคาสูงไปด้วย ราคาของผลิตผลก็จะสูงอีกด้วย นอกเหนือจากเรื่องราคาแล้ว ยังมีผลจากการใช้สารเคมีเป็นระยะเวลาที่ต่อเนื่องที่สำคัญก็คือ สารตกค้างในผลิตผลที่เก็บเกี่ยวขึ้นซึ่งมีผลกระทบต่อร่างกาย ทั้งของเกษตรกรเอง และผู้บริโภค รวมไปถึงสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมบริเวณที่เป็นแหล่งเพาะปลูก

แอกติโนมัยสิตเป็นเชื้อแบคทีเรียประเภท saprophytic เป็นแบคทีเรียแกรมบวกมีอยู่ในดิน สภาพแวดล้อมบนบกอื่น ๆ เป็นจำนวนมากและมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญกับการหมุนเวียนที่ซับซ้อนของสารอินทรีย์และยังเป็นที่รู้จักกันดีในฐานะผู้ผลิตสารทุติยภูมิอีกหลายชนิดด้วยการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร ยา และการแพทย์เช่น ยาปฏิชีวนะ สารป้องกันการติดเชื้อและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่แปลกใหม่ นอกจากนี้แอกติโนมัยสิตสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่นการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก จิบเบอเรลลิน การสร้างไซโตไคน์รวมไปถึงการย่อยสลายฟอสเฟต และช่วยให้พืชสามารถอยู่ได้สภาวะขาดแคลนสารอาหาร ดังนั้นการสำรวจแอกติโนมัยสิตที่สามารถส่งเสริมการเจริญในพืชจึงมีความสำคัญในการพัฒนาเป็นสารทางชีวภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืชได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1.2.1 เพื่อคัดเลือกและแยกเชื้อแอกติโนมัยสิตที่มีคุณสมบัติในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชจากดินบริเวณพื้นที่โครงการศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดราชบุรี

1.2.2 เพื่อทดสอบคุณสมบัติในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชของแอกติโนมัยสิตที่แยกได้ โดยการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก การผลิตไซโตไคน์ การย่อยสลายฟอสเฟตและการผลิตจิบเบอเรลลิน

1.2.3 เพื่อศึกษาอนุกรมวิธานเบื้องต้นของเชื้อแอกติโนมัยสิตที่คัดแยกได้

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1.3.1 ทำการศึกษาการกระจายตัวของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่สามารถผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช จากดินบริเวณพื้นที่โครงการศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดราชบุรี

1.3.2 ทำการทดสอบคุณสมบัติในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชของแอกติโนมัยสีทที่แยกได้ โดยการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิดิก การผลิตซิเตอร์โรเฟอร์ การย่อยสลายฟอสเฟต และการผลิตจิบเบอเรลลิน

1.3.3 ทำการรวบรวมเชื้อแอกติโนมัยสีทนำมาศึกษาอนุกรมวิธานเบื้องต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถแยกและคัดเลือกเชื้อแอกติโนมัยสีทที่สามารถสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชได้

1.4.2 สามารถตรวจสอบลักษณะและพิสูจน์เอกลักษณ์ของเชื้อแอกติโนมัยสีทได้

1.4.3 อาจจะค้นพบเชื้อแอกติโนมัยสีทสายพันธุ์ที่สามารถสร้างสารส่งเสริมการเจริญในพืชได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อแอกติโนมัยสีท

แอกติโนมัยสีทหรือแอกติโนแบคทีเรียเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายเชื้อรา คือมี mycelium แตกกิ่งก้าน สร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศได้ที่เรียกว่า conidiospore หรือ conidia และ sporangiospore ที่อยู่ภายใน sporangium ลักษณะที่แตกต่างจากราที่สำคัญของแอกติโนมัยสีทคือ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสซึ่งจัดเป็นเซลล์โปรคาริโอต ขนาดของเส้นใยจะมีขนาดเล็กกว่ารา ลักษณะของโคโลนีที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อจะพบว่าโคโลนีเกาะแน่น และจมอยู่ในอาหาร โคโลนีอาจคล้ายฝุ่นแป้งหรือผง บางโคโลนีมีผิวที่หยาบขรุขระ บางชนิดอาจมีการสร้างรงควัตถุสีต่างๆ เช่น สีส้ม สีเหลือง สีครีม สีแดง สีเทา เป็นต้น ส่วนการเจริญของเส้นใยสามารถเจริญไปเป็น เส้นใยที่สัมผัสกับอากาศเรียกว่า aerial mycelium และมีส่วนที่เป็นเส้นใยเจริญลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ เรียกว่า substrate mycelium ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญหรือช่วงอายุจะใช้เวลายาวนานกว่าแบคทีเรีย แอกติโนแบคทีเรียจึงเจริญได้ช้า จึงเป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของแอกติโนมัยสีท ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถนำมาใช้เป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกหมวดหมู่ของแอกติโนมัยสีทได้(Martin, 1961)

2.1.1 นิเวศวิทยาและการกระจายตัวของเชื้อแอกติโนมัยสีทในดิน

เชื้อแอกติโนมัยสีทโดยทั่วไปมักจะเจริญอยู่ผิวดินหรือในดินที่ลึกไม่เกิน 4 เซนติเมตร สามารถพบได้ในน้ำ บริเวณรอบรากพืช เช่น บริเวณรอบรากต้นข้าว บริเวณรอบรากของต้นกล้วย เป็นต้น หรือในปุ๋ยหมักชีวภาพก็สามารถพบได้ ปริมาณและชนิดของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่พบได้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะ ชนิด ค่าพีเอชที่เหมาะสม คุณสมบัติทางกายภาพ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยดินทั่วไปจะมีจำนวนแอกติโนมัยสีทใกล้เคียงกับจำนวนของแบคทีเรีย แต่ในดินที่มีสภาพที่เป็นต่าง จะพบแอกติโนแบคทีเรียในจำนวนที่มากกว่า ซึ่งดินที่มีค่า pH 6.5-8 จะมีจำนวนแอกติโนมัยสีทสูงถึง 95% ของจุลินทรีย์ในดินทั้งหมด แต่ในดินมีค่า pH เป็นต่างทั่วไปจะพบเพียง ประมาณ 10-70% ของจุลินทรีย์ในดินทั้งหมด สภาพที่เหมาะสมแก่การเจริญของแอกติโนแบคทีเรียได้แก่ บริเวณทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แต่ในดินที่ทำการเกษตรจะพบน้อยและจะไม่ค่อยพบในดินที่ ค่อนข้างเป็นกรด (ชินินทร์ และคณะ (2546)) คัดแยกแอกติโนมัยสีทจากดินในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง เขตรักษาพันธุ์สัตว์หายากแห่ง โดยสามารถคัดแยกเชื้อแอกติโนมัยสีทได้จำนวน 160 และ 186 ไอโซเลท ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นแอกติโนมัยสีทในสกุล *Streptomyces* Wang et al. (2001) มีรายงานการ

ค้นพบเชื้อแอคติโนมัยสีทสกุล *Actinopolymorpha* จากดินในป่าเขตร้อน (tropical rainforest) จากประเทศสิงคโปร์ และสามารถพบเชื้อแอคติโนมัยสีทจากดินในป่าต่างๆ เช่น ป่าสนในอเมริกาเหนือและอินเดีย ป่าฝนเขตร้อนในประเทศสิงคโปร์ ป่าภูเขาในประเทศญี่ปุ่น ป่าใบแข็งในประเทศออสเตรเลีย เป็นต้น El-Tarabily (2006) คัดแยกเชื้อในสกุล *Streptomyces* และ non-*Streptomyces* จากดินบริเวณรอบพืชแตงกวา ซึ่งไอโซเลตที่คัดแยกได้มี ความสามารถในการย่อยสลายผนังเซลล์ของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ได้ Hayakawa et al. (1988) เชื้อแอคติโนมัยสีทส่วนใหญ่เป็นพวกมีโซไฟล์ (Mesophile) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ที่ 25-30 องศาเซลเซียส แต่สามารถพบแอคติโนมัยสีทที่เป็นพวกเทอร์โมฟิลิก (Thermophilic) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ที่ 50 - 65 องศาเซลเซียส

การทนความแห้งแล้ง เนื่องจากความสามารถในการทนความแห้งแล้งได้ดี จึงพบแอคติโนมัยสีทที่เรียในดินเขตร้อนมากกว่าเขตอบอุ่น โดยสภาพดินแห้งจะมีจำนวนมาก

การทนความร้อน โดยทั่วไปสปอร์ของแอคติโนมัยสีทที่เรียทนความร้อนได้สูงกว่าเซลล์ปกติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น พบว่าสปอร์ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 39°C

ความสามารถในการแข่งขัน จากลักษณะการเจริญที่ช้ากว่าแบคทีเรียและเชื้อรา ทำให้ไม่สามารถที่จะแข่งขันกับจุลินทรีย์อื่นได้ในสภาพธรรมชาติ แต่แอคติโนมัยสีทที่เรียมีความสามารถพิเศษในการย่อยสลายสารประกอบที่แบคทีเรียและเชื้อราไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงพบแอคติโนมัยสีทที่เรียมีจำนวนมาก ขึ้นหลังจากที่จุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ มีจำนวนลดลงแล้ว สภาพที่เหมาะสมกับแอคติโนมัยสีทที่เรียคือสภาพที่ไม่มีจุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญได้ เช่น ดินที่ค่อนข้างเป็นด่าง แห้งแล้ง และอุณหภูมิสูง เป็นต้น (งามนิจ, 2547)

2.2 หลักการคัดแยกและคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยสีท

แอคติโนมัยสีท เป็นแบคทีเรียที่พบอยู่ทั่วไปในดิน ในดินนอกจากจะมีเชื้อแอคติโนมัยสีทแล้วยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นอีกหลากหลายชนิดอาศัยอยู่ เช่น แบคทีเรีย รา และโปรโตซัว โดยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศ ด้วยเหตุที่ในดินมีสิ่งมีชีวิตอยู่หลายชนิดดังนั้นการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยสีทซึ่งจำเป็นต้องทำการกำจัดเชื้อชนิดอื่นก่อนโดยอาศัยลักษณะพิเศษของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตทั่วไป คือ สามารถสร้างสปอร์ที่ทนต่อความแห้งแล้งทนต่อความร้อนและทนต่อสารเคมีได้ในกลุ่มของแอคติโนมัยสีทที่พบในดินคือ เชื้อแอคติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces* พบได้เป็นจำนวนมากที่สุดเนื่องจากเชื้อสกุลนี้เจริญเติบโตง่ายและรวดเร็วทำให้เกิดการแย่งและการบดบังการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยสีทสกุลอื่น ๆ

แอคติโนมัยสีทแต่ละกลุ่มจะมีความต้องการอาหารที่แตกต่างกันไป อาหาร Actinomycete isolation agar ใช้เป็นอาหารสำหรับการคัดแยกเชื้อโดยทั่วไป ส่วนวิธีการแยกเชื้อและอาหารที่ใช้ในการแยกเชื้อเฉพาะกลุ่มจะมีความแตกต่างกันของวิธีการและส่วนประกอบของอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง

เช่น การคัดแยกเชื้อในสกุล *Streptomyces* ซึ่งเป็นแอคติโนมัยสีทที่สามารถใช้อาหารได้หลายชนิด ควรจะต้องมี โคติน แบง กลีเซอรอล อาร์จินิน แอสปาราจีน เคซีน และไนเตรทเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนเพื่อการเจริญ และจะต้องมีการเติมสารแอนติไบโอติกในอาหารเพื่อฆ่าเชื้อราในความเข้มข้น 50-100 ไมโครกรัมต่อลิตร เช่น cycloheximide หรือ nystatin และควรบ่มงานเพาะเลี้ยงไว้นาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส การแยกเชื้อแอคติโนมัยสีทที่หายากจะต้องมีการนำดินตัวอย่างไปทำ pre-treatment ด้วยวิธีการต่างๆ (ตารางที่ 1) ก่อนที่จะนำดินนั้นมาทำการคัดแยกเพื่อเป็นการกำจัดแบคทีเรียและเชื้อราในดินออกบ้าง ขณะเดียวกันก็เป็นการลดจำนวนเชื้อแอคติโนมัยสีทที่ไม่ต้องการลงและกระตุ้นการงอกของสปอร์แอคติโนมัยสีทที่เรื้อรังที่อยู่ในระยะพักให้พร้อมที่จะเจริญขึ้น (รัตนภรณ์, มรกต และชินจิ, 2548)

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของการนำดินมาทำ pre-treatment เพื่อแยกแอคติโนมัยสีทที่หายาก

วิธีการ pre-treatment	สกุลที่ต้องการคัดแยก
อบดินที่ 100°C หรือ 120°C	<i>Streptomyces Microbispora Microtetraspora</i>
อบดินที่ 60°C - 65°C	<i>Micromonospora</i>
อบดินที่ 120°C, 60 นาที ตามด้วยการเติม phenol 1.5% w/v 30 นาที	<i>Microbispora</i>
แช่ใน yeast extract 6% และ Sodium dodecyl sulfate 0.05% น้ำหนักปริมาตร ที่ 40°C 20 นาที	<i>Microbispora Micromonospora Dactylosporangium Actinomadura Microtetraspora Streptomyces</i>

2.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ (Identification) ของเชื้อแอคติโนมัยสีท

การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเชื้อแอคติโนมัยสีททำได้โดยการศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานหลายส่วน (Polyphasic taxonomy) ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ (Phenotype) และจีโนไทป์ (Genotype) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ลักษณะทางฟีโนไทป์

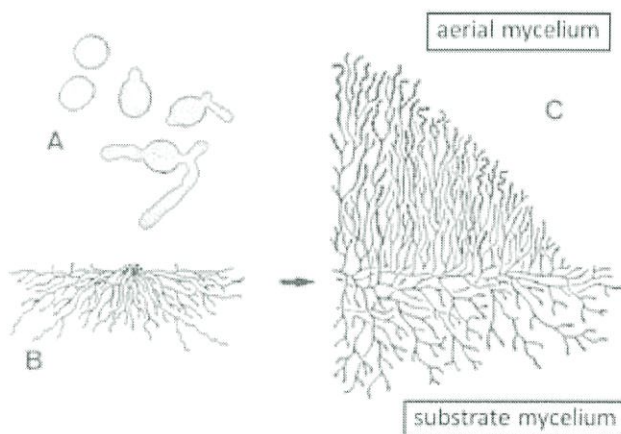
เป็นลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏให้เห็น เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะการเจริญ ลักษณะทางสรีระวิทยาและการทดสอบทางชีวเคมี การศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์ของเชื้อแอคติโนมัยสีท มีดังนี้ คือ

2.3.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphological characteristic)

ทำโดยการศึกษาลักษณะรูปร่างและโครงสร้างของเชื้อแอคติโนมัยสีท เช่น ลักษณะของเส้นใยอากาศ เส้นใยอาหาร และลักษณะสปอร์ ซึ่งศึกษาได้โดยการใช้อกล้องจุลทรรศน์ที่มีเลนส์ส่องระยะไกล (Long working distance) เป็นเลนส์ใกล้วัตถุ หรือในกรณีที่ต้องการรายละเอียดชัดเจนมากขึ้นอาจศึกษาโดยการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

2.3.1.1.1 การสร้างโคโลนีและลักษณะโคโลนี

โคโลนีของแอกติโนแบคทีเรียที่เกิดจากการรวมกันของเส้นใยเป็นกลุ่มเส้นใยที่หนาแน่น การสร้าง โคโลนีบนอาหารแข็ง (รูปที่ 2.1) เริ่มจากการลงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งอาจเป็นสปอร์เดี่ยวอับสปอร์ ส่วนของเส้นใยที่หัก หรือจากบางส่วนของโคโลนีเดิม



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการสร้างโคโลนีของแอกติโนแบคทีเรียบนอาหาร

- A: อับสปอร์มีการพัฒนาเป็นเส้นใย
- B: สายใยอาหารเจริญแทงผ่านลงไปใ้อาหาร (substrate mycelium)
- C: เส้นใยเจริญเหนืออาหารและมีการสร้างสปอร์ (aerial mycelium)

2.3.1.1.2 ลักษณะของโคโลนี

ลักษณะของโคโลนีมีความแตกต่างกันในแต่ละสปีชีส์ เช่นใน *Streptomyces* มีทั้งเส้นใยแบบ aerial mycelium และ substrate mycelium ซึ่งเป็นโครงสร้างหลัก ของโคโลนี ใน *Micromonospora* และ *Actinoplanes* ไม่มีเส้นใยแบบ aerial mycelium ส่วน *Sporichthya* การสร้างเส้นใยถูกจำกัดทำให้มี aerial mycelium ทำให้โคโลนีของแอกติโนแบคทีเรียฟูหรือเรียบแบนบางครั้งลักษณะคล้ายหนังสัตว์ มีความหลากหลายตั้งแต่นุ่ม, เหนียว จนถึงแข็ง ผิวหน้าโคโลนีอาจเรียบ, นูน, ขรุขระหรือ เป็นเกล็ดขนาดโคโลนีขึ้นกับสปีชีส์อายุและสภาวะการเจริญเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี มีความแตกต่างตั้งแต่หน่วยมิลลิเมตรจนถึงเซนติเมตร

ลักษณะโดยทั่วไปของโคโลนีแอกติโนแบคทีเรีย

- 1) ลักษณะของโคโลนี (configuration) รูปร่างของโคโลนีบนจานอาหารอาจมีรูปร่างกลม (round) รูปร่างไม่แน่นอนและเจริญลามไปบนจานอาหาร (irregular and spreading) หรือเจริญเป็นเส้นคล้ายรากไม้ (rhizoid) เป็นต้น
- 2) ขนาด (size) โคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์มีขนาดตั้งแต่เล็กเท่าปลายเข็มจนถึงเส้นผ่านศูนย์กลาง

ความยาวมิลลิเมตร

- 3) การยกตัวของโคโลนี (elevation) งานพื้นอาหารโคโลนีที่เจริญบนอาหารอาจแบนราบหรือนูน
- 4) ขอบของโคโลนีจุลินทรีย์ (margin) มีตั้งแต่ขอบเรียบหรือไม่เรียบ

2.3.1.1.3 ลักษณะเส้นใยและโครงสร้างภายใน

ลักษณะของเส้นใยสามารถบ่งบอกลักษณะของเชื้อในแต่ละสกุลได้โดยเส้นใยแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือเส้นใยที่เจริญแทรกลงไปใต้ผิวอาหาร เรียกว่า เส้นใยอาหารและเส้นใยที่ชูสูงขึ้นมาบนอากาศเรียกว่า เส้นใยอากาศ โดยปกติเชื้อแอสโคดิโนมัยซีทจะสร้างเส้นใยทั้งสองชนิดแต่จะมีเชื้อแอสโคดิโนมัยซีทในบางสกุลสร้างแค่เส้นใยอาหารเท่านั้นเชื้อแอสโคดิโนมัยซีทมีการสร้างเส้นใยที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น บางสกุลอาจสร้างเส้นใยที่มีการหักเป็นท่อน ๆ บางสกุลอาจสร้างเส้นใยที่แตกเป็นกิ่งก้าน เป็นต้น

โครงสร้างภายในของเส้นใยมีความหนาประมาณ 0.4 - 1.2

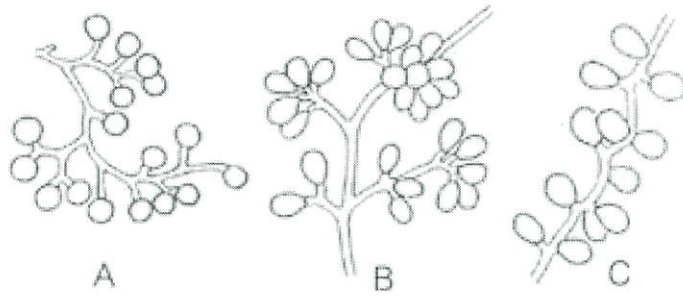
ไมโครเมตร เส้นใยเป็นแบบมีผนังกันและเจริญออกทางด้านปลายสามารถแตกแขนงได้โครงสร้างหลักในเส้นใยที่แสดงว่าเป็นโปรคาริโอตคือในไซโตพลาสซึมประกอบไปด้วยสายดีเอ็นเอ ไรโบโซม และสารต่างๆ ที่รวมอยู่ด้วยกัน เช่น Polyphosphate, Lipid หรือ Polysaccharides เยื่อหุ้มเซลล์ติดกับไซโตพลาสซึมอาจเกิดมีไซโซมซึ่งมักต่อกับโครงสร้างของผนังเซลล์

2.3.1.1.4 ลักษณะสปอร์

สปอร์ของเชื้อแอสโคดิโนมัยซีท มีทั้งสปอร์ที่ไม่มีถุงหุ้ม (Conidia) และสปอร์ที่มีถุงหุ้ม (Sporangiospore) การเรียงตัวของสปอร์สามารถใช้ในการจำแนกเชื้อแอสโคดิโนมัยซีทได้ โดยเชื้อแอสโคดิโนมัยซีทมีการสร้างสปอร์โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

(1) สปอร์เดี่ยว

การสร้างสปอร์เดี่ยวเรียกว่า Monosporous พบในหลายสกุล ใน *Micromonospora* ก้านชูสปอร์ (Sporophore) เกิดขึ้นบนสายใยอาหารสปอร์ติดอยู่ที่ฐานหรือพองตัว จากนั้นมีการสร้างผนังกันและสร้างเป็นผนังสปอร์ในส่วนของสกุล *Thermomonospora* สร้างสปอร์เดี่ยวบนสายใยอากาศ ที่ปลายก้านชูสปอร์ ที่แตกแขนงหรือไม่แตกแขนง การแตกแขนงทำให้เกิดการสร้างเป็นกลุ่มของสปอร์สกุลอื่นๆที่สร้างสปอร์เดี่ยวคือ *Saccharomonospora* มีการสร้างสปอร์เดี่ยวรูปไข่ที่ปลายสายใยอากาศก้านชูสปอร์ไม่แตกแขนงถ้าใช้ศัพท์ทางราอาจเรียกว่าการสร้างสปอร์เดี่ยวของ *Micromonospora*, *Thermomonospora* และ *Saccharomonospora* ว่า aleuriospores เพราะสปอร์เกิดจากปลายเส้นใยที่แตกแขนงมีการโป่งออกลักษณะการสร้างสปอร์เดี่ยวของ *Micromonospora*, *Thermomonospora* และ *Saccharomonospora* ดังรูปที่ 2.2



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.2 การสร้างสปอร์เดี่ยวเชื้อแอคติโนมัยซีทสกุล

A: *Micromonospora*

B: *Thermomonospora*

C: *Saccharomonospora*

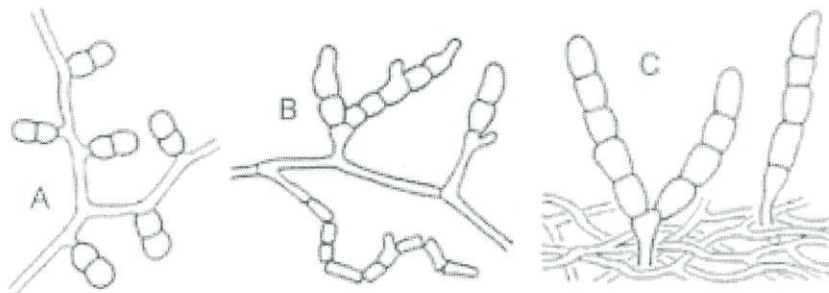
(2) สปอร์ที่สร้างต่อกันเป็นสาย (Spores formed in chains)

สปอร์มีลักษณะเป็นเส้นสาย เกิดจากผนังกันเส้นใยในแต่ละห้องทำให้เส้นใยเปลี่ยนไปเป็นสปอร์ เชื้อแอคติโนมัยซีทส่วนใหญ่มีการสร้างสปอร์ในลักษณะนี้ การเรียกชนิดของสปอร์จะเรียกตามลักษณะของสปอร์ ความยาวของสายสปอร์และจำนวนสปอร์ เช่น สปอร์คู่ (Disporous) สปอร์สายสั้น (Oligosporous) และสปอร์สายยาว (Polysporous)

สปอร์คู่ เป็นคู่ของสปอร์ที่มีการเรียงตัวตามยาว สปอร์มีลักษณะกลมไปจนถึงรูปไข่ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ไมโครเมตร ผนังสปอร์มีความหนามากกว่าเส้นใย 3 ถึง 4 เท่า ก้านชูสปอร์มีลักษณะสั้นมากอยู่บนเส้นใยอากาศ การสร้างสปอร์ในช่วงแรกเกิดการแยกตัวออกทางด้านข้างของเส้นใยอากาศทำให้เกิดเป็นแขนงสั้นๆ และเกิดการโป่งพองพร้อมกับสร้างผนังกันตรงกลางตามแนวขวาง เช่น เชื้อสกุล *Microboscpora* แสดงดังรูปที่ 2.3

สปอร์สายสั้น เป็นการสร้างสปอร์ที่มีลักษณะเป็นสายสั้น ๆ ส่วนมากในแต่ละสายจะมีสปอร์ประมาณ 7 ถึง 20 สปอร์ น้อยที่สุด 3 สปอร์ หรือบางสายพันธุ์สร้างได้มากที่สุดถึง 30 สปอร์ ตัวอย่างเช่นเชื้อ *Nocardia brevicatena* (แสดงดังรูปที่ 2.3) มีการสร้างสปอร์สายสั้นจำนวน 2 ถึง 7 สปอร์อยู่บนเส้นใยอาหารและเส้นใยอากาศ โดยก้านชูสปอร์และสายสปอร์อาจเกิดมาจากเส้นใยที่มีการแตกหักเป็นท่อน ๆ เชื้อ *Saccharopolyspora rectivirgura* มีการสร้างสายสปอร์ที่มีสปอร์จำนวนน้อยกว่า 5 สปอร์อยู่ที่ด้านข้างหรือส่วนปลายของเส้นใยที่ไม่มีการแตกกิ่งก้าน *Actinomadura* และ *Microtetraspora* มีการสร้างสปอร์สายสั้นที่มีลักษณะเฉพาะอยู่บนเส้นใยอากาศ จำนวนสปอร์ต่อสายนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อ โดยสกุล *Microtetraspora* มีสปอร์จำนวน 4 สปอร์และจนถึง 10 ถึง 20 สปอร์ สายสปอร์อาจตรง เป็นขอ มีลักษณะเป็นวงเปิด (open loop) หรือเป็นเกลียว (spiral)

ชั้น 1 ชั้นจนถึง 4 ชั้น *Actinomadura pusila* ในสกุล *Streptovercillium* มีลักษณะเฉพาะคือก้านชูสปอร์อยู่เป็นวงรอบเส้นใยแกน สายสปอร์เป็นเกลียวซ้อนติดกันกับเส้นใยแกนที่มีสายสปอร์จะเกิดการบิดสายสปอร์สั้น อาจจะตรงโค้งงอปลายเป็นขอ การสร้างสปอร์ในสกุล *Macrospora*, *Microcelosporia* และ *Elytrosporangium* มีลักษณะสปอร์ใหญ่บนสายสปอร์สั้นหรือสายสั้นๆ บนสายใยอาหาร สายสปอร์สั้นพบใน *Sporichthya polymorpha* ซึ่งสายใยอากาศมีสปอร์เป็นรูปแท่งจนถึงสปอร์กกลม *Catellatopora* สายสปอร์มีลักษณะตรงจนโค้งงอ มีสปอร์ 5 – 30 สปอร์ ซึ่งแทงขึ้นมาจากอาหารเป็นสายสั้นไม่แตกแขนงหรือมีก้านชูสปอร์ที่แตกแขนง



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.3 ลักษณะสปอร์เป็นสาย

A : การสร้างแบบ disporous ของ *Microbispora*

B : การสร้างสปอร์ oligosporous ของ *Nocardia brevicatena*

C : การสร้างสปอร์ oligosporous ของ *Catellatospora*

สปอร์สายยาว แอคติโนมัยสีทที่สร้างสปอร์แบบสายยาว (polysporous) ที่สำคัญสปิซีสีในสกุล *Streptomyces* ซึ่งมีการสร้างสปอร์เป็นสายมากกว่า 50 สปอร์ ดังรูปที่ 2.4 สปอร์ของ *Streptomyces* และแอคติโนมัยสีทชนิดอื่นๆที่มี สปอร์มากกว่ามักเรียกว่า อาร์โทสปอร์ (Arthospores) ซึ่งสอดคล้องกับ Arthospores ของกลุ่มรา ในกลุ่ม Deuteromycota ที่มีการสร้างสปอร์และมีการแตกหักของเส้นใย ความแตกต่างของลักษณะของสายสปอร์สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการจัดหมวดหมู่ได้ การสร้างสปอร์บนสายใยอากาศของ *Streptomyces* มีความแตกต่างกันสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

- 1) Rectiflexibiles ลักษณะของสายสปอร์ตรง หรือโค้งงอ
- 2) Retinaculiaperti สายสปอร์คล้ายขอ (hook) เป็นวงเปิดหรือเป็นเกลียวซ้อนกัน 1-3 ชั้น
- 3) Spira สายสปอร์เป็นเกลียวแยกได้เป็น 2 แบบคือเป็นวงปิดเป็นเกลียวติดกันแน่นและเป็นเกลียวแบบวงเปิดเกลียวยาว ยืด ไม่ติดกันแน่น
- 4) Verticillati สายสปอร์ขดคล้ายกันหอย และแตกแขนงกันแน่น

ในบางกรณีสายสปอร์เป็นเกลียวขดกันแน่นและแยกออกมาทำให้มีลักษณะเหมือนกับอับสปอร์ หรือ Pycnidia นอกจากนี้ในวงศ์ *Pseudoncardiaceae* เกิดสายสปอร์บนสายใยอาหารและสายใยอากาศอีกสกุลที่มีสปอร์เป็นสายยาว คือ *Nocardiosis* ซึ่งเกิดขึ้นบนสายใยอากาศ อาจเป็นสายใยตรงงอ หรือซิกแซก เชื้อสกุล *Kibdelosporangium* สร้างสปอร์สายยาวและมีการสร้างโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายถุงหุ้มสปอร์อยู่บนเส้นใยอากาศ รวมทั้งเส้นใยมีการแตกหักเป็นท่อน เชื้อสกุล *Actinopolyspora* สร้างสปอร์สายยาวอยู่บนเส้นใยอากาศ



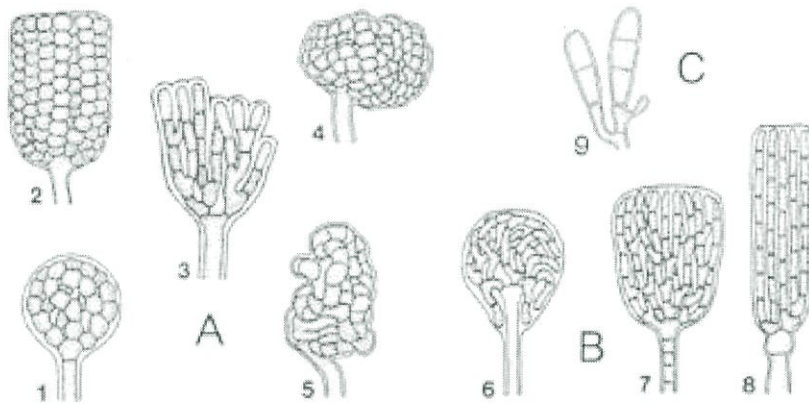
รูปที่ 2.4 การสร้างสปอร์แบบเป็นสายยาวของ *Streptomyces*

- 1: Rectiflexibiles
- 2: Retinaculiaperti
- 3: Spira
- 4: Verticillati

(3) การสร้างสปอร์ในอับสปอร์

การสร้างสปอร์ในอับสปอร์มีหลายสกุลที่สร้างสปอร์ในอับสปอร์ภายในอับสปอร์มีสปอร์อยู่มากมาย สามารถแบ่งกลุ่มการสร้างอับสปอร์ได้เป็น 2 กลุ่ม

3.1) กลุ่มที่สร้างอับสปอร์บนสายใยอาหาร ประกอบด้วยสกุล *Actinoplanes* อับสปอร์มีลักษณะทรงกลม หรือเกือบกลมจนไปถึงไม่เป็นรูปทรงที่แน่นอน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 – 15 ไมโครเมตรและอยู่บนสายใยอาหารโดยตรง มีสปอร์ต่อกันเป็นสายและแตกแขนงขดกันเป็นก้อนอยู่ภายในผนังห่อหุ้ม (รูปที่ 2.5) สปีชีส์ *Ampullariella* ในสกุล *Actinoplanes* สร้างอับสปอร์มีรูปร่างแตกต่างกันไป คือ รูปทรงกระบอก ทรงขวด เป็นต้น ขนาดของอับสปอร์เฉลี่ยกว้าง 10 ไมโครเมตร ยาว 5 ไมโครเมตร สปอร์เป็นรูปแท่งต่อกันเป็นสายอีกสกุลที่มีการสร้างสปอร์ในอับสปอร์คือ *Pilimelia* อับสปอร์สร้างขึ้นบนผิวของอาหาร มีรูปทรงกระบอก ทรงกลม ขนาดประมาณ 10 – 15 ไมโครเมตร สปอร์เป็นรูปแท่ง มีการเรียงตัวกันเป็นแถวขนานกันหรือวกวนไม่เป็นระเบียบ นอกจากนี้ยังมีอีกสกุลคือ *Dactylosporangium* สกุลนี้มีจำนวนสปอร์แบบ Oliosporous คือมีสปอร์ประมาณ 2 – 5 สปอร์ อยู่ในอับสปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายนิ้วมือ



รูปที่ 2.5 รูปทรงของอับสปอร์ที่เจริญบนอาหาร

(A) ผนังห่อหุ้มสปอร์ของเชื้อสกุล *Actinoplanes* รวมถึง *Ampullariella*

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

(B) ผนังห่อหุ้มสปอร์ของเชื้อสกุล *Pilimelia*

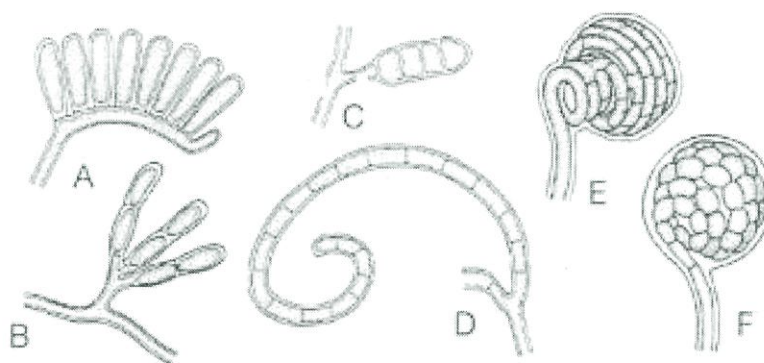
6. ทรงรี 7. รูปทรงระฆัง 8. ทรงกระบอก

(C) ผนังห่อหุ้มสปอร์ของเชื้อสกุล *Dactylosporangium*

9. รูปทรงกระบอก

3.2) กลุ่มที่มีการสร้างอับสปอร์บนสายใยอากาศ (รูปที่ 2.6) ประกอบด้วยสกุล *Planomonospora* มีอับสปอร์รูปทรงกระบอก ภายในทรงกระบอกมีเพียง 1 สปอร์ สกุล *Planobispora* มีสปอร์คู่ต่อกันอยู่ในอับสปอร์ สกุล *Planotetraspora* มีอับสปอร์ทรงกระบอกยาว ภายในมี 4 สปอร์ ต่อกันเป็นหนึ่งแถว สกุล *Planoplyspora* มีสปอร์จำนวนมากภายในอับสปอร์ เมื่อโตเต็มที่อับสปอร์จะเป็นแผ่นแบนยาวประมาณ 30 ไมโครเมตร มีสปอร์จำนวนมากต่อกันเป็น

แถวเดี่ยวอยู่ภายใน สกุก *Streptosporangium* ส่วนมากอับสปอร์เป็นทรงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ไมโครเมตร มีการสร้างผนังกันเป็นสปอร์เดี่ยวๆ ต่อกันเป็นเส้นใยยาวขดเป็นวงอยู่ในภายในอับสปอร์ สกุก *Kutzneria* ได้ถูกแยกออกจากสกุก *Streptosporangium* มีอับสปอร์ลูกกลมขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 48 ไมโครเมตร และมีผนังอับสปอร์บาง อยู่บนก้านชูสปอร์ สกุก *Spirillospora* มีอับสปอร์เรียงตัวเป็นสายแตกแขนง หรือเป็นวงสปอร์เป็นรูปแท่งและโค้งงอ



รูปที่ 2.6 รูปทรงของอับสปอร์

- (A) กระจุกหุ้มสปอร์แบบโมนอสปอร์สของเชื้อสกุก *Planomonospora* สปอร์รูปทรงกระบอก
- (B) กระจุกหุ้มสปอร์แบบไบสปอร์สของเชื้อสกุก *Planobispora* สปอร์รูปทรงกระบอก
- (C) กระจุกหุ้มสปอร์แบบเตตราสปอร์สของเชื้อสกุก *Planotetraspora* สปอร์รูปทรงกระบอก
- (D) กระจุกหุ้มสปอร์แบบโพลีสปอร์สของเชื้อสกุก *Planopolyspora* สปอร์รูปทรงคล้ายท่อ
- (E) กระจุกหุ้มสปอร์แบบโพลีสปอร์สของเชื้อสกุก *Spirillospora* สปอร์รูปทรงกลม
- (F) กระจุกหุ้มสปอร์แบบโพลีสปอร์สของเชื้อสกุก *Streptosporangium* สปอร์รูปทรงกลม

2.4 สารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช

สารส่งเสริมการเจริญเติบโตในโตจัดเป็นกลุ่มของสารที่มีประโยชน์อย่างกว้างขวาง โดยมากใช้ในการ เร่งการเจริญเติบโตของพืชหรือชะลอการแก่การสุกของพืชซึ่งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ ถูกควบคุมโดยสารแต่ละชนิดแตกต่างกันไป การเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องทำให้สามารถควบคุมหรือ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้

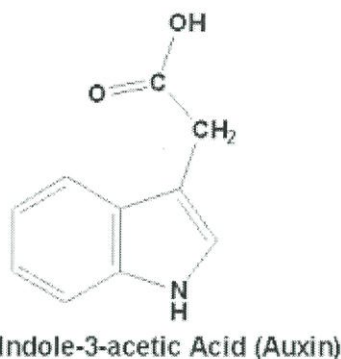
ฮอร์โมนพืช (plant hormones) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสามารถสร้างขึ้นเองในปริมาณ น้อยมากแต่มีผลในด้านการส่งเสริมหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในต้นพืชนั้น ๆ ทั้งนี้ไม่ รวมพวกน้ำตาลหรือสารอาหารที่เป็นอาหารพืชโดยตรง โดยมีปริมาณเพียงพอที่จะควบคุมการเติบโต

ภายในต้นพืชนั้น ๆ จึงได้มีการค้นคว้าและสังเคราะห์สารต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติในการกระตุ้นยับยั้งหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชได้

2.4.1 ออกซิน (auxin)

การผลิตฮอร์โมนพืช (phytohormones) โดยแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญในพืชหรือ PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) เป็นกลไกที่สำคัญในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งรายงานเกี่ยวกับการฮอร์โมนพืชจาก PGPR ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่บทบาทของฮอร์โมนพืชกลุ่มที่เรียกว่าออกซิน (auxins) ในปีค.ศ.1934 ได้พบว่าออกซินมีลักษณะทางเคมีเป็นสาร Indole-3-acetic acid หรือ เรียกย่อๆ ว่า IAA ซึ่งในปัจจุบันเชื่อว่าเป็นออกซินส่วนใหญ่ที่พบในพืชและในสภาพธรรมชาติ อยู่ในรูป Indole ทั้งสิ้น โดยที่ IAA เป็นสารที่สำคัญที่สุด นอกจากนั้นยังพบในรูปของ Indole-3-acetaldehyde หรือ IAald Indole-3-Pyruvicacid หรือ IPyA และ Indole-3-acetonitrile หรือ IAN ซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถเปลี่ยนเป็น IAA ได้ พืชสังเคราะห์ออกซินที่ใบอ่อน จุดกำเนิดของใบและเมล็ดซึ่งกำลังเจริญเติบโตซึ่งฮอร์โมนพืชในกลุ่มของออกซิน การสังเคราะห์ออกซินนั้น มีกรดอะมิโน L-Tryptophan เป็นสารเริ่มต้น (Precursor)

L-Tryptophan เป็นกรดอะมิโนที่มีโครงสร้างของ Indole อยู่ การสังเคราะห์ออกซิน ซึ่งในการสังเคราะห์ IAA นั้นจะมี IAald และ IPyA เป็นสารที่พบในระหว่างการสังเคราะห์ในพืชบางชนิด เช่น ข้าวโอ๊ต ยาสูบ มะเขือเทศ ทานตะวัน และข้าวบาร์เลย์ พบว่า Tryptophan สามารถเปลี่ยนเป็น Tryptamine ได้ในพืชตระกูลกะหล่ำ Tryptamine อาจจะไปเปลี่ยนไปเป็น Indoleacetaldoxime แล้วเปลี่ยนไปเป็น IAN แล้วจึงเปลี่ยนเป็น IAA สารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติของออกซินมีหลายชนิดที่สำคัญทางการเกษตร เช่น สาร 2,4-dichlorophenoxyacetic acid หรือ 2,4-D ซึ่งใช้ในการกำจัดวัชพืช IBA หรือ Indole butyric acid ใช้ในการเร่งให้ส่วนที่จะนำไปปักชำเกิดรากเร็วขึ้น และ NAA หรือ Naphthalene acetic acid จะช่วยในการติดผลของผลไม้บางชนิดและ indole-3-acetic acid (IAA) ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการยึดตัวของเซลล์ การแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนสภาพของเซลล์



รูปที่ 2.7 โครงสร้าง Indole-3-acetic acid (IAA)

กรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid หรือ IAA) เป็นฮอร์โมนที่มีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของลำต้น ตา ใบ และราก โดยฮอร์โมนชนิดนี้พืชสร้างได้จากกลุ่มเซลล์เนื้อเยื่อเจริญที่บริเวณยอดอ่อน แล้วแพร่จากยอดอ่อนไปยังเซลล์อื่นๆ ที่อยู่ด้านล่าง โดยจะไปกระตุ้นเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อที่มีการยึดตัวให้เจริญขยายขนาดขึ้น ทำให้พืชเติบโตสูงขึ้น ซึ่งการทำงานของออกซินขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง แรงโน้มถ่วงของโลก สิ่งสัมผัสและอื่นๆ

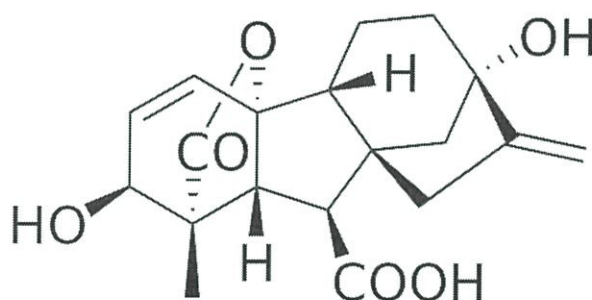
แสงมีผลต่อการแพร่กระจายของออกซินที่ยอดอ่อนโดยออกซินจะแพร่กระจายจากด้านที่มีแสงมากไปยังด้านที่มีแสงน้อย ทำให้ด้านที่มีแสงน้อยมีออกซินมากกว่า เซลล์เจริญขยายตัวมากกว่าด้านที่มีแสงมาก ปลายยอดจึงโค้งเข้าหาแสง ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับที่ปลายราก โดยออกซินยังคงเคลื่อนที่หนีแสง แต่เซลล์ที่ปลายรากตอบสนองต่อออกซินต่างจากเซลล์ที่ปลายยอด ในบริเวณใดของรากที่มีแสงน้อยจะมีออกซินสะสมมากจึงยับยั้งการเจริญของเซลล์ราก บริเวณที่มีแสงมากจะมีออกซินน้อยกว่าเซลล์รากจึงขยายตัวมากกว่า ทำให้เกิดการโค้งตัวของปลายรากหนีแสง

ในระดับความเข้มข้นของออกซินที่ต่างกัน ออกซินที่ระดับเข้มข้นสูงมากๆ จะยับยั้งการเจริญเติบโตทุกส่วนของพืช ออกซินในระดับความเข้มข้นที่พอเหมาะพอดีจะกระตุ้นการเจริญของลำต้น แต่จะมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของตาและใบ ซึ่งต้องการความเข้มข้นต่ำกว่า ในขณะที่ตาและใบต้องการออกซินสูงกว่าในราก ดังนั้นความเข้มข้นของออกซินที่พอเหมาะจะช่วยการเจริญเติบโตของบริเวณหนึ่งของพืช แต่ถ้ามีออกซินสูงเกินไปจะยับยั้งการเจริญเติบโตของบริเวณหนึ่งของพืชได้เช่นกัน

2.4.2. จิบเบอเรลลิน

การค้นพบกลุ่มของฮอร์โมนพืชที่ปัจจุบันเรียกว่าจิบเบอเรลลินนั้นเกินประมาณปี 1920 เมื่อ Kurosawa นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ศึกษาในต้นข้าวที่เป็นโรค Bakanae หรือโรคข้าวตัวผู้ ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* หรือ *Fusarium moniliforme* ซึ่งทำให้ต้นข้าวมี

ลักษณะสูงกว่าต้นข้าวปกติ ทำให้ล้มง่าย จากการศึกษาพบว่า ถ้าเลี้ยงเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว แล้วกรองเอาเชื้อราออกไปเหลือแต่อาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อนำไปรดต้นข้าวจะทำให้ต้นข้าวเป็นโรคได้ จึงเป็นที่แน่ชัดว่า เชื้อราชนิดนี้สามารถสร้างสารบางชนิดขึ้นในต้นพืชหรือในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งกระตุ้นให้ต้นข้าวเกิดการสูงผิดปกติได้ ในปี 1939 ได้มีผู้ตั้งชื่อสารนี้ว่าจิบเบอเรลลิน การค้นพบจิบเบอเรลลิน เกิดขึ้นในช่วงเดียวกับที่พบออกซิน การศึกษาส่วนใหญ่จึงเน้นไปทางออกซิน ส่วนการศึกษาจิบเบอเรลลินในช่วงแรกจะเป็นไปในแง่ของโรคพืช ในการศึกษาขั้นแรกค่อนข้างยากเพราะมักจะมีกรดฟิวซาริก (Fusaric Acid) ปะปนอยู่ซึ่งเป็นสารระงับการเจริญเติบโตความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีของจิบเบอเรลลินนั้นได้รับการศึกษาในปี 1954 โดยนักเคมีชาวอังกฤษซึ่งสามารถแยกสารบริสุทธิ์จากอาหารเลี้ยงเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* และเรียกสารนี้ว่ากรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic Acid)



รูปที่2.8 โครงสร้างจิบเบอเรลลิน(Gibberellin)

การให้กรดจิบเบอเรลลิกกับพืชที่สมบูรณ์ทั้งต้น จะเร่งให้เกิดการยืดตัวเพิ่มขึ้นของลำต้นและใบอย่างผิดปกติ การตอบสนองจะปรากฏเด่นชัดเมื่อนำให้กรดนี้กับพืชที่เตี้ยแคระโดยพันธุกรรม เพราะจะกระตุ้นให้พืชเหล่านี้เจริญสูงตามปกติ กรดจิบเบอเรลลิกที่พบในอาหารเลี้ยงเชื้อรานี้มีโครงสร้างทางเคมี และกิจกรรมทางชีววิทยาเหมือนกับกรดจิบเบอเรลลิกในพืชปกติทุก ๆ ชนิด (พืชปกติหมายถึงพืชที่ไม่เป็นโรค) มีสารประกอบประเภทนี้จำนวนมากที่แยกเป็นสารบริสุทธิ์ได้จากพืชชั้นสูง ในปัจจุบันมีจิบเบอเรลลินซึ่งเป็นชื่อเรียกทั่ว ๆ ไปของสารประกอบประเภทนี้ ประมาณไม่น้อยกว่า 80 ชนิด ชื่อเรียกสารประกอบชนิดนี้จะตั้งชื่อดังนี้ คือ Gibberellins A_1 (GA_1), A_2 , A_3 เป็นต้น โดยที่กรดจิบเบอเรลลิก คือ GA_3

GA ทุกชนิดจะมีโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลเป็น Gibberellane Carbon Skeleton ซึ่งจะเหมือนกับกรดจิบเบอเรลลิก จะแตกต่างกันตรงจำนวนและตำแหน่งของกลุ่มที่เข้าแทนที่ในวงแหวนและระดับของความอิมิตัวของวงแหวน A GA ประกอบด้วยคาร์บอนประมาณ 19-20 อะตอม ซึ่งจะรวมกันเป็นวงแหวน 4 หรือ 5 วงและจะต้องมีกลุ่มคาร์บอกซิลอย่างน้อย 1 กลุ่ม โดยใช้ชื่อย่อว่า GA ซึ่ง GA_3 เป็นชนิดที่พบมากและได้รับความสนใจศึกษามากกว่าชนิดอื่นๆ GA เป็นฮอร์โมนที่พบในพืชชั้นสูงทุกชนิด นอกจากนั้นยังพบในเฟิร์น สาหร่าย และเชื้อราบางชนิด แต่ไม่พบในแบคทีเรีย

2.4.2.1 ความสัมพันธ์ของโครงสร้างของโมเลกุลและกิจกรรมของจิบเบอเรลลิน

ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของโมเลกุล และกิจกรรมทางสรีรวิทยาของจิบเบอเรลลิน ยังมีการศึกษาน้อยกว่าออกซิน ตามที่กล่าวแล้วว่า ในปัจจุบันมีจิบเบอเรลลินมากกว่า 80 ชนิด ซึ่งได้จากแหล่งในธรรมชาติ เช่นจาก *Gibberella fujikuroi* และจากพืชชั้นสูง โครงสร้างของ GA ต่างชนิดกันจะคล้ายคลึงกันเพราะจะมีโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกันมีลักษณะที่แตกต่างกันที่จำนวนของกลุ่มคาร์บอกซิลและความอิมตัวของวงแหวน A ในปัจจุบันความรู้เหล่านี้ทำให้ทราบว่าโมเลกุลที่จะมีคุณสมบัติของจิบเบอเรลลินได้นั้นต้องมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับจิบเบอเรลลินที่เกิดในธรรมชาติ ในทางตรงกันข้ามสารไดเทอร์พินอยด์ซึ่งเกิดตามธรรมชาติซึ่งเรียกว่าสเตวิโอล (Steviol) ซึ่งไม่มีโครงสร้างพื้นฐานจิบเบเน (Gibbane) แต่มีคุณสมบัติในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชอย่างอ่อน ๆ คล้ายคลึงกับจิบเบอเรลลิน อย่างไรก็ตามอาจจะเป็นเพราะว่าการเปลี่ยนสเตวิโอล โดยเอนไซม์ของพืชไปสู่รูปที่มีกิจกรรมมากกว่าที่จะมีกิจกรรมของฮอร์โมนด้วยตัวเอง

เป็นที่สังเกตว่าจิบเบอเรลลินที่พบในปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการเจริญเติบโตได้ไม่เท่ากัน และความจริงกิจกรรมของจิบเบอเรลลินซึ่งทดสอบกับพืชต่างชนิดกันหรือคนละพันธุ์กัน สามารถใช้แยกชนิดของจิบเบอเรลลินได้

กลไกในการทำงานขั้นแรกของจิบเบอเรลลินนั้นจะเปลี่ยนระบบเยื่อหุ้มเซลล์แล้วจึงจะไปมีผลในการกระตุ้นการสังเคราะห์ RNA และโปรตีน นั่นคือในการกระตุ้นระยะสั้นจะเกี่ยวข้องกับระบบเยื่อหุ้มเซลล์ ในระยะยาวจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ RNA และโปรตีน กลไกที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนระบบของเยื่อหุ้ม คือ เพิ่มการสังเคราะห์เยื่อหุ้มทำให้เกิดเอนโดพลาสมิครีติคัลมวลมากขึ้นและกระตุ้นการสร้างเวสซิเคิลซึ่งมีเอนไซม์อยู่ภายในนอกจากนั้นยังกระตุ้นให้มีการปลดปล่อยแอลฟาอะมัยเลสผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกมา

2.4.2.2 บทบาทของจิบเบอเรลลินที่มีต่อพืช

1. กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น จิบเบอเรลลินมีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้นได้โดยทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ ซึ่งผลนี้จะต่างจากออกซินซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนของพืชได้ พืชบางชนิดอาจจะไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน อาจจะเป็นเพราะว่าในพืชชนิดนั้นมีปริมาณจิบเบอเรลลินเพียงพอแล้ว จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการยืดยาวของช่อดอกไม้บางชนิดและทำให้ผลไม้มีรูปร่างยาวออกมา เช่น องุ่น และแอปเปิล กะหล่ำปลีซึ่งเจริญในลักษณะต้นเดี่ยวเป็นพุ่ม (Rosette) มีปล้องสั้นมากเมื่อให้ GA_3 กับต้นกะหล่ำปลีดังกล่าวจะทำให้สูงขึ้นถึง 2 เมตรได้ ถั่วพุ่มที่ได้รับ GA จะกลายเป็นถั่วเลื้อยได้ พืชซึ่งมีต้นเดี่ยวทางพันธุกรรม เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว แตงกวาและแตงโมสามารถแสดงลักษณะปกติได้เมื่อได้รับ GA_3 ในข้าวโพดแคระนั้นพบว่าการผิดปกติเกิดจากยีนส์ควบคุม ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องพันกับวิถีในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ส่วนข้าวโพดปกติหากได้รับจิบเบอเรลลินจะไม่สามารถสูงขึ้นได้อีก ดังนั้นในกรณีข้าวโพดการแคะเกิดจากมีปริมาณจิบเบอเรลลินในต้นน้อยเกินไป แต่อาการแคะของพืชบางชนิด เช่น Japanese Morning Glory พบว่ามีจิบเบอเรลลินมากพอแล้ว แต่เมื่อได้รับ จิบ

เบอเรลลินเพิ่มก็จะสูงขึ้นได้ ในกรณีนี้อาจจะเป็นเพราะในต้นมีปริมาณของสารระงับการเจริญเติบโตอยู่สูง

2. กระตุ้นการออกของเมล็ดที่พักตัวและตาที่พักตัว ตาของพืชหลายชนิดที่เจริญอยู่ในเขตอบอุ่นจะพักตัวในฤดูหนาว เมล็ดของพืชหลายชนิดมีพฤติกรรมเช่นนี้ด้วย ซึ่งการพักตัวจะลดลงจนหมดไป เมื่อได้รับความเย็นเพียงพอ การพักตัวของเมล็ดและตา อันเนื่องมาจากการอุณหภูมิต่ำ และต้องการแสงสีแดงจะหมดไปเมื่อได้รับจิบเบอเรลลิน

3. การแทงช่อดอก การออกดอกของพืชเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ และ สภาพแวดล้อม จิบเบอเรลลินสามารถแทนความต้องการวันยาวในพืชบางชนิดได้ และยังสามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิต่ำ (Vernalization) ในพืชพวกกะหล่ำปลี และแครอท

4. จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอาหารในเซลล์สะสมอาหาร หลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว เพราะรากและยอดที่ยังอ่อนตัวเริ่มใช้อาหาร เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน จากเซลล์สะสมอาหาร จิบเบอเรลลินจะกระตุ้นให้มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก เช่น ซูโครสและกรดอะมิโน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอ็นไซม์หลายชนิดดังกล่าวข้างต้น

5. กระตุ้นให้เกิดผลแบบ Parthenocarpic ในพืชบางชนิด เปลี่ยนรูปร่างของใบพืชบางชนิด เช่น English Ivy และทำให้พืชพัฒนาการเพื่อทนความเย็นได้

6. พืชที่มีดอกตัวผู้และตัวเมียแยกกันไม่ว่าจะต้นเดียวกัน หรือแยกต้นก็ตาม จิบเบอเรลลินสามารถเปลี่ยนเพศของดอกได้ จิบเบอเรลลินมักเร่งให้เกิดดอกตัวผู้ ส่วนออกซิน เอทิลีน และไซโตไคนิน มักจะเร่งให้เกิดดอกตัวเมีย ในแตงกวาดอกล่าง ๆ มักเป็นดอกตัวผู้ และดอกบนเป็นดอกตัวเมีย การให้สารอีธิฟอนจะเร่งให้เกิดดอกตัวเมียขึ้น

2.4.3 ซิเดอโรฟอรัส (siderophores)

เหล็กเป็นธาตุอาหารที่พบได้เป็นปริมาณมากบนพื้นโลก แต่โดยทั่วไปธาตุเหล็กจะอยู่ในรูปของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก หรือไม่สามารถละลายในน้ำได้เลย ธาตุเหล็กมีความสามารถในการละลายน้ำได้ประมาณ 10^{-18} พีเอช 7.4 ซึ่งปริมาณในการละลายน้ำเพียงเท่านี้ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้นจึงมีความต้องการความอยู่รอด จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินจึงต้องผลิตสารที่มีความจำเพาะต่อธาตุเหล็กสูงเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่เรียกว่า ซิเดอโรฟอรัสขึ้นมา ซิเดอโรฟอรัสเป็นสารที่ผลิตจากเมทาบอลิททุติยภูมิ (secondary metabolite) ที่จุลินทรีย์ทั้งเชื้อแบคทีเรียหรือราผลิตออกมาเมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่มีธาตุเหล็กหรือมีในปริมาณต่ำมาก จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนและใช้ออกซิเจนได้บ้าง (aerobic and facultative anaerobic microorganism) สามารถผลิตซิเดอโรฟอรัสได้แทบทั้งสิ้น ซิเดอโรฟอรัสมีโครงสร้างอยู่หลายลักษณะขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ ปัจจุบันสามารถทราบลักษณะโครงสร้างทางเคมีแล้วไม่น้อยกว่า 200 โครงสร้างจำแนกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. คาร์บอกซิเลต (carboxylate)
2. คาเทโคลเลต (catecholate) หรือ ฟีนอลเลต (phenolate)
3. ไฮดรอกซามาต (hydroxamate) หรือ ไธโอไฮดรอกซามาต (thiohydroxamate)

2.4.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างซิดิเดอโรฟอรักับเหล็ก

ในสภาวะที่มีออกซิเจนและมีค่า pH เป็นกลาง เหล็กที่มีความสามารถในการละลายต่ำมาก คือ มีความเข้มข้นน้อยกว่า 10-17 โมลาร์ เนื่องจากสามารถไปรวมตัวกับไฮดรอกไซด์ ซิลิเกต และฟอสเฟต เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้น้อยมาก ดังนั้นในสภาวะเช่นนี้ จุลินทรีย์จะผลิตซิดิเดอโรฟอรัและออกมานอกเซลล์ โดยซิดิเดอโรฟอรัจะไปจับกับธาตุเหล็กที่อยู่บริเวณรอบรากพืช ผลจากบริเวณขาดธาตุเหล็กจึงทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถแพร่พันธุ์จึงเป็นการป้องกันการขยายจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคพืชได้ แต่พืชจะไม่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของธาตุเหล็กในบริเวณนั้นเพราะว่าพืชสามารถเจริญได้ในบริเวณความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่ต่ำน้อยกว่า (ประมาณ 1000 เท่า) ของจุลินทรีย์ ในบริเวณที่มีความเข้มข้นของเหล็กน้อยๆจะกระตุ้นให้จุลินทรีย์เกือบทุกชนิดที่การสร้างซิดิเดอโรฟอรัมากขึ้น และในทางกลับกัน การสร้างซิดิเดอโรฟอรัจะถูกยับยั้งได้ในสภาวะแวดล้อมที่มีปริมาณของธาตุเหล็กมากขึ้น

2.4.3.2 กระบวนการแยกซิดิเดอโรฟอรั

ในการนำซิดิเดอโรฟอรัที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ ต้องผ่านกระบวนการแยกทางเคมีต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. liquid phase extraction
2. solid phase extraction
3. chromatography (ion-exchange ทั้ง cation และ anion รวมทั้ง gel permeation)

2.4.3.3 การประยุกต์ใช้ซิดิเดอโรฟอรั

1.ด้านการเกษตร แนวทางที่ซิดิเดอโรฟอรัมามีอิทธิพลต่อวงจรชีวิตของพืชดังนี้

- ซิดิเดอโรฟอรัมีบทบาทในดิน ทำให้เกิดการละลายและการขนส่งเหล็กเข้าสู่พืชได้
- ซิดิเดอโรฟอรัจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคพืช ใช้ในการคาดคะเนปริมาณเหล็กในแหล่งที่อยู่อาศัยและปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคพืชที่ต้องการธาตุเหล็ก
- ซิดิเดอโรฟอรัสามารถทำงานร่วมกับ antibiotic, ฮอริโมน และ lytic activities บริเวณรากพืชทำให้มีการเร่งหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้

2.ด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากซีเดอโรฟอร์จะจับกับเหล็กได้ดีแล้ว (K_f ประมาณ 1018-1051) ยังมีความสามารถในการจับกับโลหะหนักอื่น ๆ ได้ดีอีกด้วย เช่น นิกเกิล (Ni) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) อะลูมิเนียม (Al) โครเมียม (Cr) แกลเลียม (Ga) แมงกานีส (Mn) วานาเดียม (V) และโมลิบดีนัม (Mo) เป็นต้น ดังนั้นจึงอาศัยคุณสมบัติในข้อนี้นำมาใช้ในการลดความเป็นพิษของโลหะหนักบางชนิดที่ปนเปื้อนทั้งในน้ำและในดิน

2.4.4 การย่อยสลายฟอสเฟต

การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชหลักที่มีความสำคัญหากในดินขาดแคลนธาตุนี้ จะมีสาเหตุจากรูของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช (HPO_4^{2-} , H_2PO_4) มีปริมาณน้อยพืชไม่สามารถดูดดึงไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอทั้งที่ในดินมีธาตุฟอสฟอรัสอยู่ปริมาณมากแต่ส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ สาเหตุเกิดจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาการตรึงการตกตะกอนทางเคมีสูงและละลายออกมาได้ยาก

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตรึงและตกตะกอนของธาตุฟอสฟอรัสในดินที่สำคัญคือ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน นอกจากนี้ธาตุฟอสฟอรัสยังแพร่กระจายไปสู่รากพืชได้ช้าเพราะการเคลื่อนที่ในดินนั้นต่ำพืชที่มีระบบรากที่ไม่แข็งแรงหรือไม่สามารถขนไขไปยังแหล่งที่มีธาตุนี้อยู่ก็จะแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส

แบคทีเรียที่สามารถละลายฟอสเฟต (Phosphate Solubilizing Bacteria; PSB) ที่ถูกตรึงอยู่ในดินและหินแร่ในธรรมชาติให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีอยู่หลายชนิด เช่น *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Thiobacillus* โดยแบคทีเรียจะสร้างและปลดปล่อยกรดอินทรีย์ออกมาละลายฟอสฟอรัส (มุกดา, 2547) พบว่า *Bacillus* เป็นแบคทีเรียที่มีศักยภาพสูงในการละลายฟอสเฟตพบได้ในดินทั่ว ๆ ไปและมีความเหมาะสมในแง่ของการนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งแวดล้อมเพราะคุณสมบัติการสร้าง endospore ซึ่งทำให้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมสูงกว่าเซลล์ปกติ

ปัจจุบันมีหลายประเทศให้ความสนใจและนำเอาแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูงในการละลายฟอสเฟตมาผลิตเป็นผงเชื้อจุลินทรีย์ในรูปของปุ๋ยชีวภาพ (biofertilizer) เช่น *Bacillus megaterium* ทั้งนี้อาจใช้ในลักษณะเชื้อผสมเพื่อเพิ่มความหลากหลายของธาตุอาหารพืช เช่น *Azotobacter* sp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนขายเป็นการค้า

แหล่งหินฟอสเฟตที่พบในประเทศไทยมีขนาดเล็กพบตามถ้ำและเทือกเขาหินปูนในหลายจังหวัดของประเทศ หินฟอสเฟตที่พบส่วนใหญ่เป็นแบบที่เกิดจากการสะสมของมูลนก

และมูลค่างควา หินฟอสเฟตเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยเพิ่มธาตุฟอสฟอรัสในดินได้โดยตรงเพื่อทดแทนหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสเพราะมีราคาถูก ปุ๋ยหินฟอสเฟตที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นปุ๋ยควรมีปริมาณฟอสฟอรัสรูปที่เป็นประโยชน์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 และมีปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 (ธงชัย, 2546)

ปุ๋ยหินฟอสเฟตที่ใช้ในการเกษตรมีอัตราการละลายของฟอสฟอรัสรูปที่เป็นประโยชน์จากหินฟอสเฟตค่อนข้างช้าและมีปริมาณน้อยจึงอาจไม่เพียงพอกับความต้องการของพืชและพบว่าพืชสามารถนำฟอสฟอรัสจากปุ๋ยเคมีหรือหินฟอสเฟตไปใช้ได้เพียงร้อยละ 10-25 ของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เท่านั้นส่วนที่เหลือจะถูกตรึงอยู่ในดินอย่างรวดเร็วพืชนำไปใช้ได้ยาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548 ; Tisdale และคณะ, 1985) ดังนั้นการใช้จุลินทรีย์ที่มีความสามารถละลายฟอสเฟตจากรูปที่ไม่ละลายให้กลายเป็นฟอสเฟตในรูปที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ได้มีผู้สนใจศึกษา

ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเพิ่มการละลายสารประกอบฟอสเฟต

เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารประกอบฟอสเฟต ดังนี้

1. *Streptomyces* sp.
2. *Bacillus circulans* *Bacillus subtilis* และ *Bacillus mycoides*
3. *Bacillus mesentericus* และ *Bacillus fluorescence*
4. *Bacillus* sp. *Bacillus pulvifaciens* และ *Bacillus megaterium*

2.5 ลักษณะทางพีโนไทป์

ข้อมูลในสารพันธุกรรม (DNA) ของเชื้อแบคทีเรีย มีความสำคัญต่อการศึกษาระบบของเชื้อแบคทีเรียเป็นอย่างมาก การศึกษาระบบของแบคทีเรียมักนิยมศึกษาข้อมูลของ 16S rRNA gene บนสายดีเอ็นเอ เพื่อสืบหาสายวิวัฒนาการของเชื้อโดยการวิเคราะห์จากต้นไม้แห่งสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) การศึกษา 16S rRNA gene นี้ มีกระบวนการดังนี้

2.5.1 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส

(Polymerase chain reaction : PCR)

ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสเป็นเทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในเวลาอันสั้นอาศัยสมบัติของเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส (DNA polymerase) ชนิดที่มีความสามารถในการต่อสายของดีเอ็นเอให้ยาวขึ้นโดยอาศัยดีเอ็นเอต้นแบบสายสั้นๆ ที่เรียกว่า ดีเอ็นเอไพรเมอร์ (DNA primer) และคุณสมบัติพิเศษของเอนไซม์ที่สามารถทนความร้อนได้มากกว่า 90 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถ

ปรับอุณหภูมิของปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชันให้สูงต่ำตามต้องการ โดยที่ไม่ทำให้เอนไซม์นี้เสียความสามารถในการทำงาน

ปัจจัยสำคัญของปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชันประกอบด้วย

1. ดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA template) ที่ต้องการเพิ่มปริมาณ
2. ดีเอ็นเอไพรเมอร์ที่มีลำดับเบสคู่สมรสกับดีเอ็นเอแม่แบบที่ปลาย 5' และปลาย 3'
3. ดีโออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ (Deoxyribonucleotide) คือ dATP dTTP dGTP และ dCTP
4. เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอไรส (DNA polymerase)
5. โคแฟกเตอร์ (Cofactor) ของเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอไรส ได้แก่ Mg หรือ Mn

ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชันประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

(1) การสูญเสียสภาพธรรมชาติของดีเอ็นเอ (DNA denaturation)

เป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงพอที่จะทำให้สายดีเอ็นเอแม่แบบเกิดสูญเสียสภาพธรรมชาติโดยทำให้สายพอลินิวคลีโอไทด์ (Polynucleotide) สองสายที่พันกันเป็นเกลียวดีเอ็นเอแยกออกจากกันอุณหภูมิที่กล่าวถึงนี้ ส่วนใหญ่ใช้อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจแตกต่างกันไปบ้างขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของเบส (% G+C content) ในสายดีเอ็นเอทำให้ความสามารถในการทนความร้อนแตกต่างกัน

(2) การเข้าคู่ของสายดีเอ็นเอตั้งต้นกับดีเอ็นเอที่เป็นไพรเมอร์ (Annealing)

เป็นการปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมเพื่อให้ดีเอ็นเอไพรเมอร์เข้าคู่กับสายดีเอ็นเอแม่แบบโดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิประมาณ 52 ถึง 58 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าอุณหภูมิการหลอมเหลว (Melting temperature, T_M) ของสายดีเอ็นเอไพรเมอร์

(3) การต่อสายยาวของดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอไรส (Extension)

เป็นขั้นตอนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่โดยสังเคราะห์ต่อจากส่วนปลาย 5' ของไพรเมอร์ตามข้อมูลบนดีเอ็นเอที่เป็นต้นแบบแต่ละสาย โดยอาศัยการทำงานของเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอไรสซึ่งเอนไซม์นี้สามารถทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 72 ถึง 75 องศาเซลเซียส เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอไรสที่ใช้ควรจะคงคุณสมบัติอยู่ได้ภายใต้สภาวะของปฏิกิริยาทั้งสามขั้นตอน

กระบวนการการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรสจะเป็นการดำเนินของขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ซึ่งนับเป็นจำนวน 1 รอบ (One cycle) จะได้ดีเอ็นเอเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ซึ่งเมื่อครบประมาณ 30 รอบจะได้ดีเอ็นเอเพิ่มเป็น 2 หรือประมาณ 10 โมเลกุล โดยทั่วไปนิยมใช้ 20 ถึง 35 รอบ

2.5.2 ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสายดีเอ็นเอของ 16S rRNA gene

สิ่งมีชีวิตสองชนิดอาจไม่ใกล้เคียงกันมากพอที่จะมีดีเอ็นเอที่คล้ายกันมาก แต่ก็ยังมีไรโบโซมที่คล้ายกัน ไรโบโซมเป็นโครงสร้างเล็ก ๆ ภายในเซลล์ ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนไรโบโซมประกอบไปด้วยโปรตีนและไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอ (rRNA) ไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอ (rRNA) สร้างโดยอาศัยคำสั่งจากดีเอ็นเอส่วนไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอซิสตรอน (rRNA cistron) ในแบคทีเรียทุกชนิดลำดับนิวคลีโอไทด์ของ rRNA gene พบว่ามีความคงตัวสูงมาก แม้จะมีวิวัฒนาการมานานแต่ลำดับนิวคลีโอไทด์จะเปลี่ยนไปน้อยมาก ซึ่งหมายความว่าแม้สิ่งมีชีวิตสองตัวจะมีความใกล้เคียงกันน้อยและไม่มีดีเอ็นเอที่คล้ายกัน แต่ก็ยังมีลำดับนิวคลีโอไทด์ในไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอซิสตรอน (rRNA cistron) คล้ายกัน ความคล้ายคลึงกันนี้สามารถใช้เป็นเครื่องวัดความใกล้เคียงระหว่างสิ่งมีชีวิตได้ในระดับสกุล (Gene) วงศ์ (Family) และลำดับ (Order) ความคล้ายคลึงกันของไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอ (rRNA) และไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอ โอลิโกนิวคลีโอไทด์ แคตตาล็อกกิ้ง (rRNA oligonucleotide cataloging) เป็นวิธีใหม่ที่ใช้หาความคล้ายคลึงกันของไรโบโซมัลอาร์เอ็นเอซิสตรอน (rRNA cistron) ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

วิธีการตรวจหาลำดับเบสบนดีเอ็นเอช่วยในการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความแตกต่างของดีเอ็นเอที่มาจากแหล่งต่าง ๆ วิธีการตรวจหาลำดับเบสดีเอ็นเอมีหลายวิธี วิธีที่เป็นที่นิยมเป็นกระบวนการของ Sanger ซึ่งอาศัยการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาต่อสายดีเอ็นเอทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้น ๆ จากนั้นติดฉลากสารรังสีที่มีความจำเพาะกับเบสแต่ละชนิดที่ปลายของสายดีเอ็นเอและตรวจสอบลำดับเบสโดยอาศัยการแยกสายดีเอ็นเอโดยใช้กระแสไฟฟ้าผ่านดีเอ็นเอที่อยู่บนแผ่นเจลที่ทำด้วยพอลิเอคริลเลไมด์ (Polyacrylamide Gel Electrophoresis)

ปัจจุบันมีเครื่องมือสำเร็จรูปทำให้การหาลำดับดีเอ็นเอนี้ทำได้สะดวกรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้นการติดฉลากบนสายดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเบสแต่ละชนิดอาศัยสารไดดีอกซีนิวคลีโอไทด์ (dideoxynucleotide : ddG ddA ddT ddC) ที่ทำให้เกิดสัฟลูออเรสเซนซ์ที่มีสีแตกต่างกัน ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้รวดเร็วและไม่ต้องใช้สารรังสี

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 เครื่องมือ

1. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow)
2. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
3. ตู้แช่แข็ง (Freezer)
4. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
5. กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)
6. เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Shaker incubator)
7. เครื่องปั่นเหวี่ยงขนาดเล็ก (Micro centrifuge)
8. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
9. เครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (Thermal cycler)
10. เครื่องปั่นเหวี่ยงขนาดเล็ก (Micro centrifuge)
11. หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave)
12. เครื่องดูดสารอัตโนมัติ (Automatic pipette)
13. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
14. เครื่องผสมสาร (Vortex)
15. เครื่องซั่ง 4 ตำแหน่ง
16. เครื่องซั่ง 2 ตำแหน่ง

3.2 สารเคมี

Indole-3-acetic acid(IAA) , 30% perchloric acid , FeCl_3 , Gibberellic acid , 30%HCl , 5%HCl , Hexadecyltrimethylammonium bromide (HDTM) , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Chromo Azurol S , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Bromophenol blue, Soluble starch , KNO_3 , Yeast extract , Malt extract , Glucose , Agar

3.3 การเก็บตัวอย่างดินและวิธีเตรียมตัวอย่างดิน

3.3.1 เก็บตัวอย่างดิน

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 10 จุด คือ ที่พัฒนาของมูลนิธิชัยพัฒนา ($13^\circ 43' 05.2''\text{N}, 99^\circ 42' 08.3''\text{E}$), ทางขึ้นเขาเขียว ($13^\circ 43' 21.4''\text{N}, 99^\circ 42' 11.5''\text{E}$), สวนกะท้อน ($13^\circ 43' 19.6''\text{N}, 99^\circ 42' 02.9''\text{E}$), งานป่าไม้ ($13^\circ 43' 19.9''\text{N}, 99^\circ 42' 03.6''\text{E}$), อุโมงค์ต้นไม้ทางซ้าย ($13^\circ 43' 26.0''\text{N}, 99^\circ 41' 49.9''\text{E}$), อุโมงค์ต้นไม้ทางขวา ($13^\circ 43' 22.4''\text{N}, 99^\circ 41' 49.6''\text{E}$), จุดการเรียนรู้ (งานพัฒนาที่ดิน) ($13^\circ 43' 18.1''\text{N}, 99^\circ 41' 48.5''\text{E}$), แปลงเกษตรทฤษฎีใหม่ ($13^\circ 42' 14.5''\text{N}, 99^\circ 41' 44.9''\text{E}$), แปลงข้าวโพด ($13^\circ 42' 54.0''\text{N}, 99^\circ 41' 41.6''\text{E}$), แปลงทานตะวัน ($13^\circ 42' 47.2''\text{N}, 99^\circ 41' 45.2''\text{E}$) โดยจุดดินลึกประมาณ 3-4 เซนติเมตร และเก็บใส่ถุงพลาสติกที่ปลอดเชื้อ

3.3.2 การเตรียมดินตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างดินที่เก็บมา นำมากระจายและแผ่ในจานเพาะเชื้อและปิดคลุมด้วยผ้าก๊อช จากนั้นนำไปผึ่งลมให้แห้งเป็นเวลา 7 วัน เพื่อเป็นการกำจัดแบคทีเรียบางส่วนที่ไม่ต้องการให้ตายไป และเพื่อให้ดินตัวอย่างแห้ง ซึ่งจะได้น้ำหนักแห้งของดินตัวอย่าง และนำดินไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.4 การคัดแยกเชื้อแอกติโนมัยสีท

ชั่งตัวอย่างดินมา 1 กรัมผสมลงในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 9 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ระดับความเจือจางของดินที่ 10^{-1} จากนั้นเจือจางต่อจนถึงระดับความเจือจางที่ 10^{-3} และนำตัวอย่างดินระดับความเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-3} มา 0.1 มิลลิลิตร ทำการ spread ลงบนอาหาร ZSSE agar ที่มีการเติมยาปฏิชีวนะ nystatin 100 มิลลิกรัมต่อลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ซึ่งจะคัดเลือกโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีลักษณะของเชื้อแอกติโนมัยสีท โดยดูลักษณะของสี การเจริญของเชื้อ ลักษณะผิวของโคโลนี การสร้างเส้นใยอาหารและการสร้างเส้นใยอากาศ จากนั้นเชื้อแอกติโนมัยสีทที่เลือกมา

ซิดเป็นเส้นยาวลงบนอาหาร 1/10 ISP2 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำเชื้อแอคติโนมัยซีทจากงานเพาะเชื้อที่ซิดเป็นเส้นยาวมาทำการ cross streak เพื่อแยกโคโลนีเดี่ยวโดยทำการลากแต่ละเชื้อลงบนอาหาร ISP2 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน นำเชื้อที่คัดเลือกได้ไปตรวจสอบการเจริญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อต่อไป

3.5 การตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีท

ตรวจสอบการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยเฉพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีทลงบนอาหาร International Streptomyces Project 2 (ISP2) โดยทำการ cross streak ตรวจสอบผลโดยดูสีของโคโลนีทั้งด้านบนและด้านล่าง การเจริญของเชื้อ ลักษณะการสร้างเส้นใยอาหาร การสร้างเส้นใยอากาศหรือสปอร์ของเชื้อ ดูการสร้างรงควัตถุที่สามารถละลายน้ำได้โดยเทียบกับกระดาษสีมาตรฐาน และตรวจสอบลักษณะรูปร่างสปอร์ของเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.6 การทดสอบคุณสมบัติและการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืชของเชื้อแอคติโนมัยซีท

3.6.1 การทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (IAA) ของเชื้อแอคติโนมัยซีท

นำเชื้อแอคติโนมัยซีทไปเลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 และ 20% soil extract ที่ประกอบด้วย แอล-ทริปโตเฟน ปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และบ่มในเครื่องเขย่า (180 รอบต่อนาที, 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 7 วันสำหรับอาหาร ISP2 และ 14 วันสำหรับอาหารเหลว 20% soil extract เมื่อครบเวลาบ่ม นำอาหารเหลวไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาทีเพื่อให้ตัวเซลล์ตกตะกอน ซึ่งเมื่อบั่นเหวี่ยงแล้วจะได้สารละลายส่วนใส นำสารละลายส่วนใสที่ได้มา ปริมาณ 1 มิลลิลิตรผสมกับ Salkowski reagent ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ปรากฏเป็นสีชมพูบ่งบอกถึงการผลิต IAA และนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตรและปริมาณของ IAA ที่ถูกผลิตได้ คำนวณโดยนำไปเปรียบเทียบกับเส้นโค้งมาตรฐานของ IAA (Ningthoujam et al.2016)

3.6.1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดอินโดล-3-อะซีติก (IAA)

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดอินโดล-3-อะซีติก โดยใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายกรดอินโดล-3-อะซีติก จากนั้นนำไปผสมกับอาหารเหลวสองชนิด คือ ISP2 broth และ 20% soil extract ทำการเจือจางให้มีความเข้มข้นในช่วง 0.1-1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

3.6.2 การทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของเชื้อแอคติโนมัยซีท

นำเชื้อแอคติโนมัยซีทไปเลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 และ 20% soil extract ที่ประกอบด้วย แอล-ทริปโตเฟน ปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และบ่มในเครื่องเขย่า (180 รอบต่อ

นาที่, 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 7 วันสำหรับอาหาร ISP2 และ 14 วันสำหรับอาหารเหลว 20% soil extract เมื่อครบเวลาป่ม นำอาหารเหลวไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้ตัวเซลล์ตกตะกอน ซึ่งเมื่อบั่นเหวี่ยงแล้วจะได้สารละลายส่วนใส นำส่วนใสนั้นมาทดสอบการผลิต จิบเบอเรลลินด้วยวิธีการของ Paleg (1965) โดยนำสารละลายส่วนใสปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 0.5 M zinc acetate ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที แล้วนำมาเติม 0.5 M potassium ferrocyanide ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง ด้วยความเร็ว 4500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 25 นาทีแล้วนำสารละลายส่วนใสที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงมาเติม 5% HCl ในอัตราส่วน 1:1 จากนั้นนำไปป่มไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 15 นาที ทำวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร โดยใช้ 5% HCl เป็น blank ในการวัดปริมาณการผลิตจิบเบอเรลลิน นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเส้นโค้งมาตรฐาน (Vikram et al., 2007)

3.6.1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานจิบเบอเรลลิน (Gibberellic acid)

เตรียมสารละลายมาตรฐานจิบเบอเรลลิน โดยใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายจิบเบอเรลลิน จากนั้นนำไปผสมกับอาหารเหลวสองชนิด คือ ISP2 broth และ 20% soil extract ทำการเจือจางให้มีความเข้มข้นในช่วง 0.1-1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

3.6.3 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีการผลิตสารซิเตอร์โรฟอรั

เตรียมอาหารแข็ง ISP2 และ 20% soil extract เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อแอคติโนมัยสีท โดยในแต่ละอาหารมีส่วนผสมของ casamino acid 0.45 กรัม ในอาหาร 900 มิลลิลิตรและปรับค่าความเป็นกรดต่างให้มีค่าพีเอชอยู่ในช่วงระหว่าง 6.8-7.2 จากนั้นเตรียมสารละลาย 3 ชนิดซึ่งเอาไว้ผสมในอาหารแข็ง ISP2 และ 20% soil extract เตรียมสารละลายแรก สารละลาย CAS solution (Chromo Azurol 5) ชั่ง CAS มา 0.0605 กรัมละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เตรียมสารละลายที่สอง HDTMA solution (Hexadecyltrimethylammonium bromide) ชั่ง HDTMA 0.0729 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตร เตรียมสารละลายที่สาม สารละลาย Iron (III) solution ซึ่งเตรียมโดยการชั่ง $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมกับ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายทั้งสามมาผสมรวมกัน ซึ่งจะได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำส่วนของอาหาร ISP2 และ 20% soil extract และสารละลายผสม 100 มิลลิลิตร มาฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเมื่ออาหาร ISP2 และ 20% soil extract และสารละลายผสมที่เย็นลง จึงทำการผสมโดยนำสารละลายผสมเทลงในอาหาร ISP2 และ 20% soil extract เขย่าให้เข้า

กัน ซึ่งปริมาตรรวมจะเท่ากับ 1000 มิลลิลิตรและสีอาหารจะเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นแล้วเทอาหารลงในจานเพาะเชื้อ เมื่ออาหารแข็งตัวก็นำเชื้อแอกติโนมัยสีทที่แยกได้นำมาแตะลงบนอาหารแล้ววนเป็นวงกลม (spot) จากนั้นนำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ตรวจสอบลักษณะการสร้างซีเดอโรเฟอร์ได้จากการเกิดโซนใสสีเหลืองบนอาหาร

3.6.4 การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีการย่อยสลายฟอสเฟต

เตรียมอาหารแข็ง NBRIIP-BPB ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร โดยเตรียมจากการชั่งน้ำตาลกลูโคส 10 กรัม สาร $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 5 กรัม สาร $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5 กรัม สาร $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.25 กรัม สาร KCl 0.2 กรัม สาร $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.1 กรัม Bromophenol blue ปริมาณ 0.025 กรัม (Mehta and Nautiyal, 2001) จากนั้นนำไปผ่านหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่ออาหาร NBRIIP-BPB เย็นลงจึงนำไปเทลงบนจานเพาะเชื้อแล้วรอให้อาหารแข็งตัว นำเชื้อแอกติโนมัยสีทที่แยกได้นำมาแตะลงบนอาหารแล้ววนเป็นวงกลม (spot) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นตรวจสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายฟอสเฟต จากลักษณะการเกิดส่วนใสโดยรอบบริเวณที่เชื้อเชื้อไว้บนอาหาร (Ningthoujam et al.2016)

3.7 การศึกษาการระบุชนิดเชื้อแอกติโนมัยสีทเบื้องต้น

3.7.1 สกัดดีเอ็นเอ

นำเชื้อแอกติโนมัยสีทที่ต้องการระบุชนิดไปเลี้ยงในอาหารแข็ง ISP2 บ่มไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน เมื่อบ่มครบเวลา ชุดโคลนนิ่งของเชื้อแอกติโนมัยสีทมาใส่ในหลอด Eppendorf ใส่ไลโซไซม์ ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 20 มิลลิกรัม และ TE buffer ปริมาตร 200 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากันแล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นเติมสาร SDS ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 40 ไมโครลิตรแล้วผสมให้เข้ากันจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ในเครื่องให้ความร้อนหลอดทดลอง หลังจากนั้นเติมสารละลายฟีนอล คลอโรฟอร์ม ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ให้ท่วมตัวอย่างในหลอดผสมให้เข้ากันแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที เวลา 15 นาที จากนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าสารละลายในหลอดจะแยกชั้นกัน เก็บส่วนใสมาใส่ในหลอด Eppendorf อันใหม่ เติมเอทานอลที่เย็นจัดในปริมาตรที่เป็น 2 เท่าของส่วนใสจากนั้นเขย่าเบาๆ เพื่อให้ดีเอ็นเอที่ต้องการตกตะกอนแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 – 20 นาที เมื่อครบเวลาให้เทส่วนใสทิ้งจะเหลือแค่ตะกอนติดอยู่ตรงก้นหลอดให้คว่ำหลอด Eppendorf ลงบนกระดาษทิชชูที่ฆ่าเชื้อแล้วรอจนตะกอนแห้งแล้วเติม SSC ความเข้มข้น 0.1 เท่า ในปริมาตร 20 ไมโครลิตร เพื่อทำ

การละลายดีเอ็นเอ จากนั้นนำไปวัดปริมาณและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอด้วยเครื่อง Nanodrop Spectrophotometer

3.7.2 การเพิ่มปริมาณยีน 16S rRNA

การเพิ่มปริมาณยีน 16S rRNA ได้จะต้องอาศัยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสหรือ PCR(Polymerase Chain Reaction) โดยนำดีเอ็นเอที่แยกได้จากกระบวนการสกัดดีเอ็นเอมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของ 16S rRNA โดยใช้ไพรเมอร์สากล (Universal primer) นำสารที่มีปริมาตรและความเข้มข้นตามตารางใส่ลงในหลอด Eppendorf และผสมให้เข้ากันจากนั้นนำไปทำปฏิกิริยาเครื่อง Thermal cycler

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส

	ความเข้มข้น	ปริมาตร
Template DNA	100 - 200 ng/ μ l	2.0 μ l
dNTP	2.0 mM	8.0 μ l
<i>Taq</i> DNA Polymerase	5 Unit/ μ l	0.5 μ l
10X <i>Taq</i> buffer	10X	0.5 μ l
MgCl ₂	25.0 mM	8.0 μ l
Milli Q water	-	61.5 μ l
Primer : 1541R	10.0 μ M	5.0 μ l
Primer : 9F	10.0 μ M	5.0 μ l
รวม		100 μ l

ตารางที่ 3.2 วงจรพีซีอาร์ (PCR cycle)

อุณหภูมิ	เวลา	จำนวนรอบ (cycle)	ขั้นตอน
94 องศาเซลเซียส	3 นาที	1	Denaturation step
94 องศาเซลเซียส	1 นาที	25	
50 องศาเซลเซียส	1 นาที		Annealing step
72 องศาเซลเซียส	2 นาที		
72 องศาเซลเซียส	3 นาที	1	Extension step
รวมเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที			

3.7.3 การทำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ (PCR Product) ให้มีความบริสุทธิ์

เมื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยีน 16S rRNA แล้ว นำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ Gel/PCR DNA Fragments Extraction Kit โดยละลายผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้ในปริมาตร 100 ไมโครลิตรลงในหลอด Eppendorf ที่มี FADF buffer อยู่ในปริมาตร 500 ไมโครลิตร นำสารละลายที่ได้ใส่ลงในคอลัมน์ FADF column แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นเทส่วนของเหลวที่ตกจากคอลัมน์ทิ้งและเติม wash buffer ปริมาตร 750 ไมโครลิตรนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เวลา 30 วินาที เทส่วนของเหลวที่ตกจากคอลัมน์ทิ้งและนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นย้ายคอลัมน์ใส่ลงในหลอด Eppendorf อันใหม่แล้วเติม Elution buffer ในปริมาตร 30 ไมโครลิตร ใส่ลงตรงกลางคอลัมน์ จากนั้นตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 2 นาที จึงนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที 5 นาที จึงจะสามารถนำสารละลายดีเอ็นเอที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ลำดับเบสได้

3.7.4 การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ และสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic Analysis)

ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จะถูกจัดเรียง (Alignment) โดยลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้กับลำดับนิวคลีโอไทด์ที่คัดเลือก (Selected sequences) จากฐานข้อมูล ezbiocloud โดยใช้โปรแกรม Bioedit และสร้าง Phylogenetic trees โดยใช้โปรแกรม MEGA V.7

3.8 การเก็บรักษาเชื้อแอกติโนมัยสปีท

การเก็บรักษาเชื้อแอกติโนมัยสปีทที่มีความบริสุทธิ์ (Pure culture) ทำโดยการถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหารเอียง (slant) ซึ่งอาหารที่เอียงจะใช้อาหาร ISP2 จากนั้นนำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน เพื่อเก็บรักษาไว้ใช้ในการทดสอบหรือเก็บไว้ในงาน

การเก็บรักษาเชื้อเป็นระยะเวลานานเพื่อเก็บไว้ใช้งานได้หลายปี ทำโดยนำเชื้อแอกติโนมัยสปีทที่มีความบริสุทธิ์มาขีดเพาะเฉียงลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร ISP2 จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ถึง 14 วัน หรือจนกระทั่งเชื้อสร้างสปอร์เมื่อบ่มครบเวลาจึงตัดชิ้นวัฒนธรรมที่มีโคโลนีของเชื้อแอกติโนมัยสปีทให้เป็นสี่เหลี่ยมและเก็บลงในหลอดขนาดเล็กที่บรรจุสารละลายกลีเซอรอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 จากนั้นให้เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส

3.9 สถานที่ทำการทดลอง

อาคารวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการแยกและการคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยสีท

เมื่อทำการแยกและคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยสีทจากดินบริเวณพื้นที่โครงการศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดราชบุรี ที่ผ่านกระบวนการคัดแยกเชื้อ โดยวิธีการผึ่งตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง (Air Dry Treatment) ซึ่งสามารถคัดแยกและคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยสีทได้จำนวน 76 ไอโซเลต ได้แก่ แอคติโนมัยสีทจากดินบริเวณพื้นที่มูลนิธิชัยพัฒนาจำนวน 8 ไอโซเลต บริเวณทางขึ้นเขาเขียวจำนวน 7 ไอโซเลต บริเวณสวนกระท้อนจำนวน 7 ไอโซเลต บริเวณพื้นที่งานป่าไม้จำนวน 7 ไอโซเลต บริเวณอุโมงค์ต้นไม้ทางซ้ายจำนวน 10 ไอโซเลต บริเวณอุโมงค์ต้นไม้ทางขวาจำนวน 7 ไอโซเลต บริเวณจุดการเรียนรู้เกษตรกรอินทรีย์จำนวน 9 ไอโซเลต บริเวณแปลงเกษตรทฤษฎีใหม่จำนวน 7 ไอโซเลต บริเวณแปลงข้าวโพดจำนวน 7 ไอโซเลต และบริเวณแปลงทานตะวันจำนวน 8 ไอโซเลต ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ไอโซเลตแอคติโนมัยสีทที่คัดแยกได้และแหล่งที่เก็บตัวอย่าง

สถานที่	ไอโซเลต
พื้นที่มูลนิธิชัยพัฒนา	CH1-1 CH1-2 CH1-3 CH1-4 CH1-5 CH1-6 CH1-7 CH1-8
ทางขึ้นเขาเขียว	CH2-1 CH2-2 CH2-3 CH2-4 CH2-5 CH2-6 CH2-7
สวนกระท้อน	CH3-1 CH3-2 CH3-3 CH3-4 CH3-5 CH3-6 CH3-7
พื้นที่งานป่าไม้	CH4-1 CH4-2 CH4-3 CH4-4 CH4-5 CH4-6
อุโมงค์ต้นไม้ทางซ้าย	CH5-1 CH5-2 CH5-3 CH5-4 CH5-5 CH5-6 CH5-7 CH5-8 CH5-9 CH5-10
อุโมงค์ต้นไม้ทางขวา	CH6-1 CH6-2 CH6-3 CH6-4 CH6-5 CH6-6 CH6-7
จุดการเรียนรู้เกษตรกรอินทรีย์	CH7-1 CH7-2 CH7-3 CH7-4 CH7-5 CH7-6 CH7-7 CH7-8 CH7-9
แปลงเกษตรทฤษฎีใหม่	CH8-1 CH8-2 CH8-3 CH8-4 CH8-5 CH8-6 CH8-7
แปลงข้าวโพด	CH9-1 CH9-2 CH9-3 CH9-4 CH9-5 CH9-6 CH9-7
แปลงทานตะวัน	CH10-1 CH10-2 CH10-3 CH10-4 CH10-5 CH10-6 CH10-7 CH10-8

4.2 ผลการคัดเลือกและจัดกลุ่มเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลตที่สนใจ

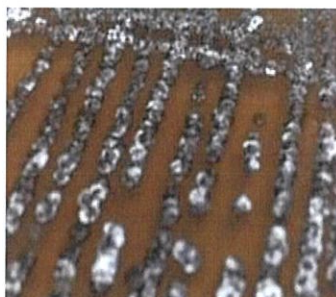
4.2.1 การจัดกลุ่มเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยลักษณะทางฟีโนไทป์ (Phenotype)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 76 ไอโซเลต มาเลี้ยงบนอาหารยีสต์เอ็กแทรกท์ - มอลท์เอ็กแทรกท์ เอการ์ (Yeast Extract - Malt Extract Agar) เพื่อตรวจสอบการเจริญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ โดยสังเกตจากการมองเห็นหลังจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งเป็นเวลา 14 วัน เพื่อตรวจสอบการเจริญ สีของเส้นใยอากาศ สีของเส้นใยอาหาร ลักษณะสปอร์ และสีของรงควัตถุของเชื้อ พบว่า

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลต CH1-1 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีแดงทึบ (Very Deep Red) สร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) และ โคลินีมีลักษณะเป็นเนื้อด้าน มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีน้ำตาลสว่าง (Light Brown) สร้างสปอร์มีลักษณะกลมแบบเดี่ยว (Single spore) อยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอคติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



(ก)



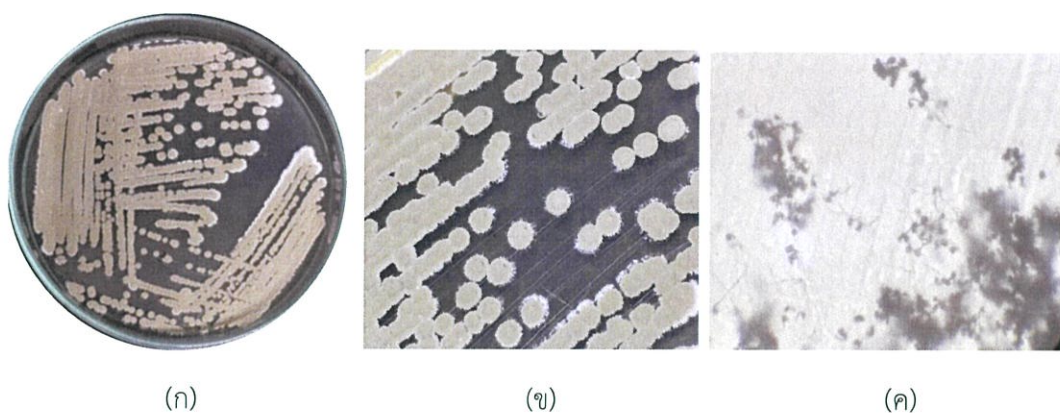
(ข)



(ค)

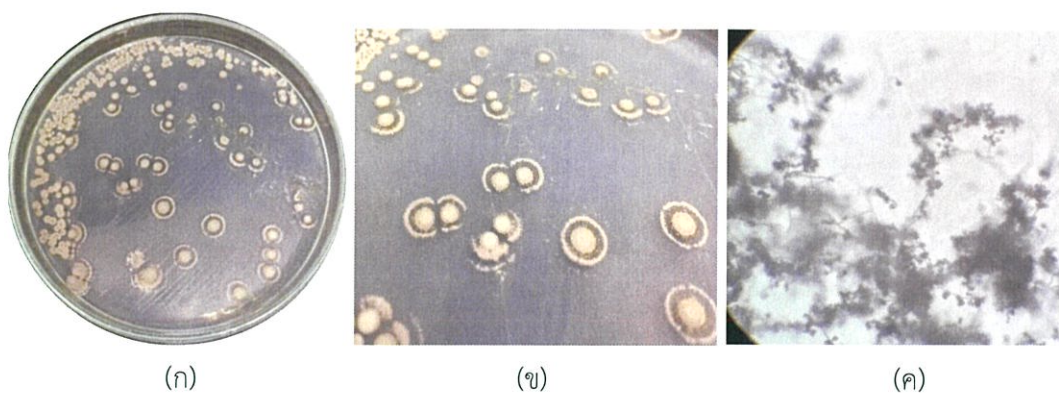
รูปที่ 4.1 (ก) และ(ข) แสดงลักษณะโคลินีของเชื้อไอโซเลตCH1-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH1-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวทึบ(Dark Greenish) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวอมเทา(Grayish Green) และ มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองอมเขียวกลาง(Moderate Greenish Yellow) สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงออกเป็นช่ออยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



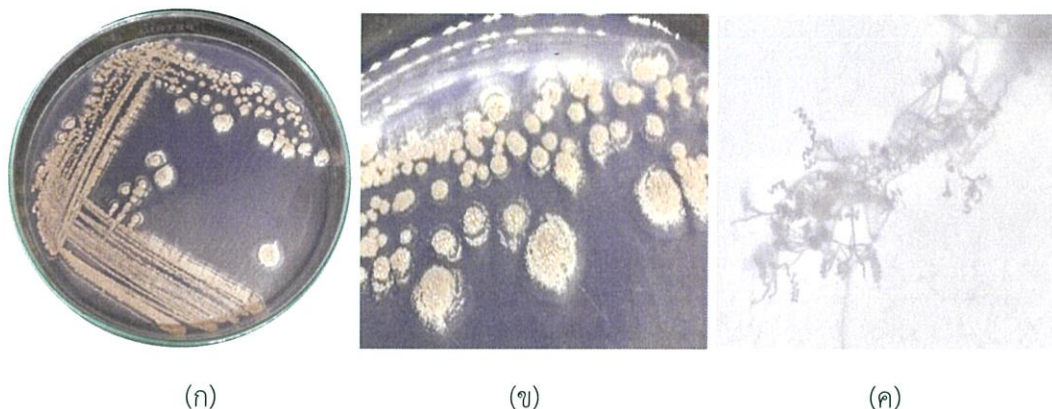
รูปที่ 4.2 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH1-3 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวเข้ม (Strong Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเหลืองอมเขียวทึบ (Dark Greenish Yellow) และ มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงออกเป็นช่ออยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



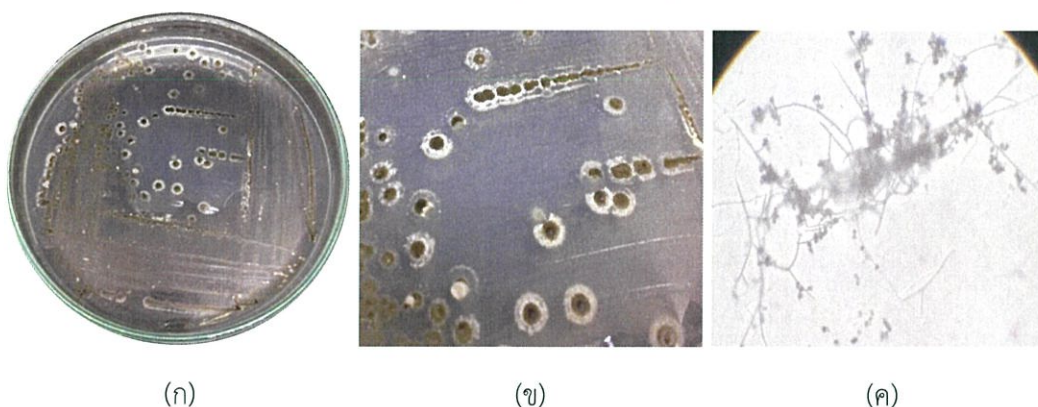
รูปที่ 4.3 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH1-4 เจริญได้ดีในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง(Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาหม่นกอกสว่าง (Light Olive Gray) และ ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แตกแขนงออกเป็นช่ออยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



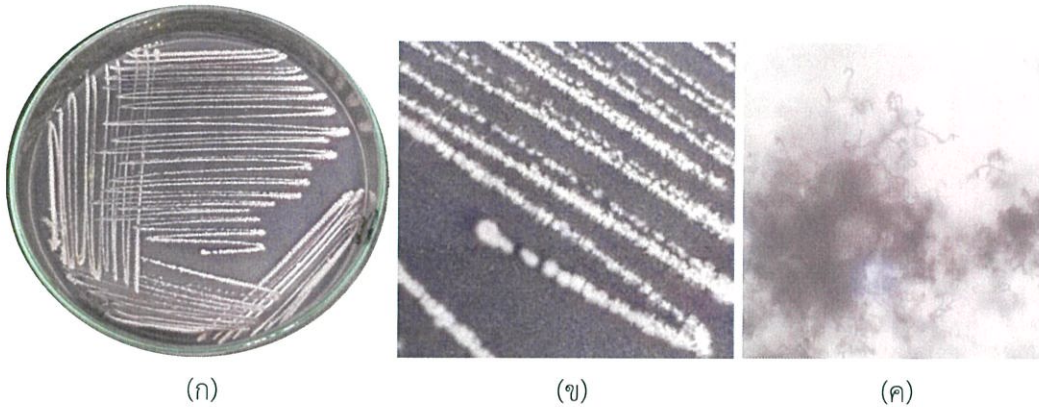
รูปที่ 4.4 (ก) และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH1-5 เจริญได้ดีในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง(Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาหม่นกอกสว่าง(Light Olive Gray) และ ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรงยาว ปลายสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



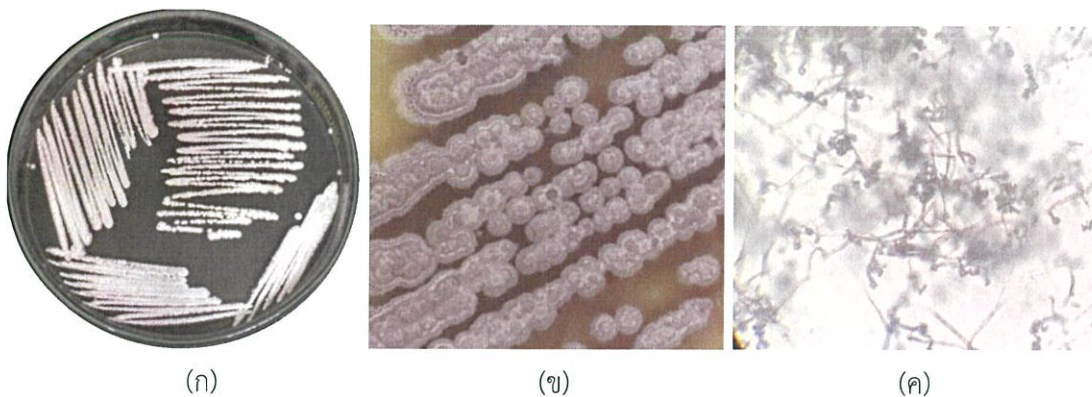
รูปที่ 4.5 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH1-6 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีขาวเหลือง (Yellowish White) และ ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรงยาว ปลายสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



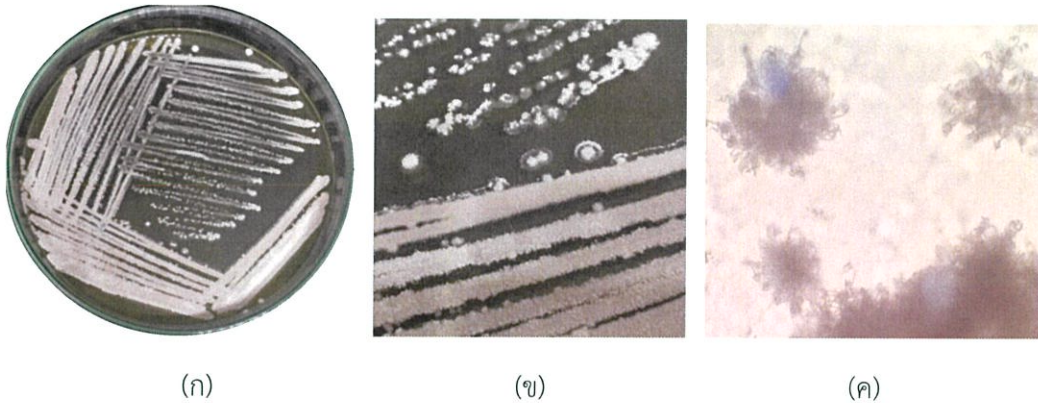
รูปที่ 4.6 (ก) และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH1-7 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีม่วงอมแดงสด (Vivid Reddish Purple) สร้างเส้นใยอากาศสีม่วงจาง (Very Pale Purple) และ ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวซ้อนทับกัน 1-2 ชั้นอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



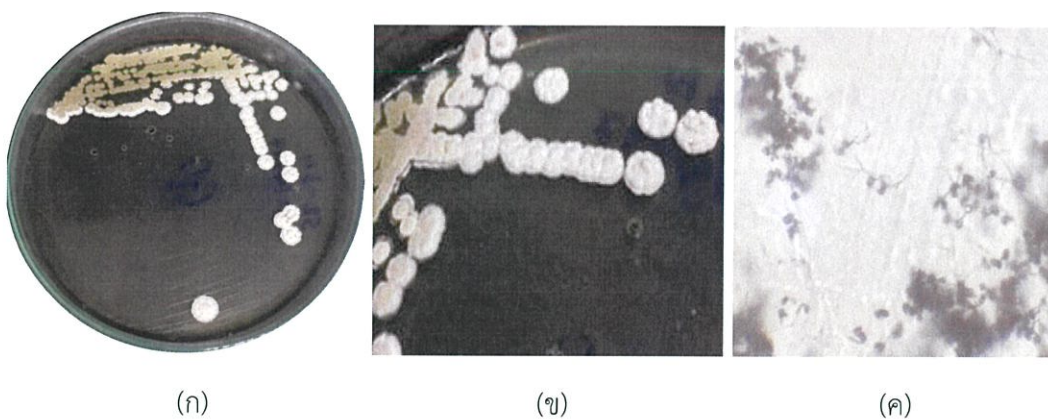
รูปที่ 4.7 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH1-8 เจริญได้ดีในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีฟ้าจาง (Pale Blue) และ ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรงยาว ปลายสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



รูปที่ 4.8 (ก) และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH1-8 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH2-1 เจริญได้ดีในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวทึบ (Dark Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียว (Grayish Green) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



รูปที่ 4.9 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH2-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวเข้ม (Strong Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียวเข้มทึบ(Dark Greenish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด บนเส้นใยอาหารมีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



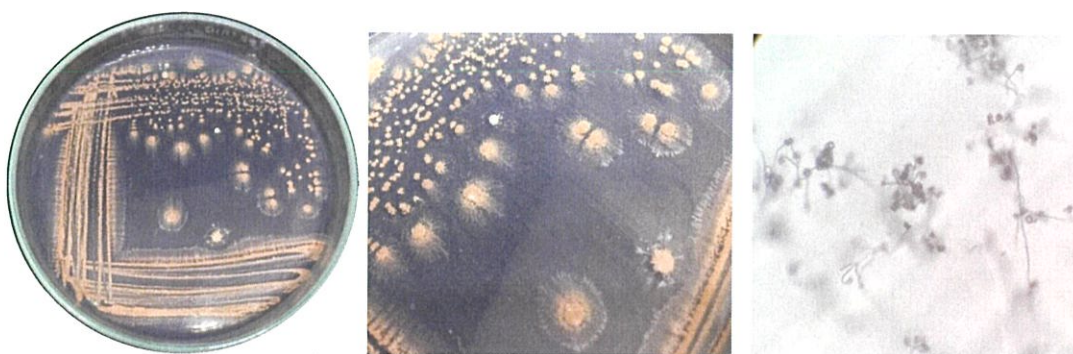
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.10 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH2-3 เจริญได้ดีในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวสด (Vivid Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีส้มกลาง (Moderate Orange) และ ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรงยาว ปลายสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



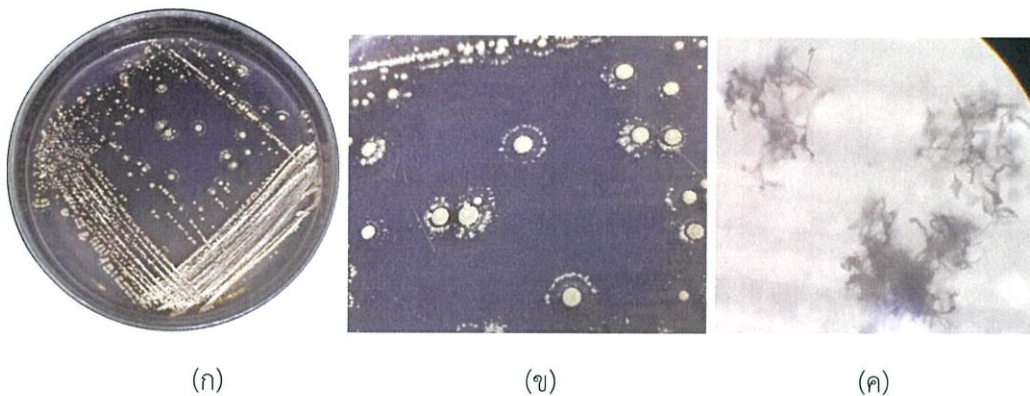
(ก)

(ข)

(ค)

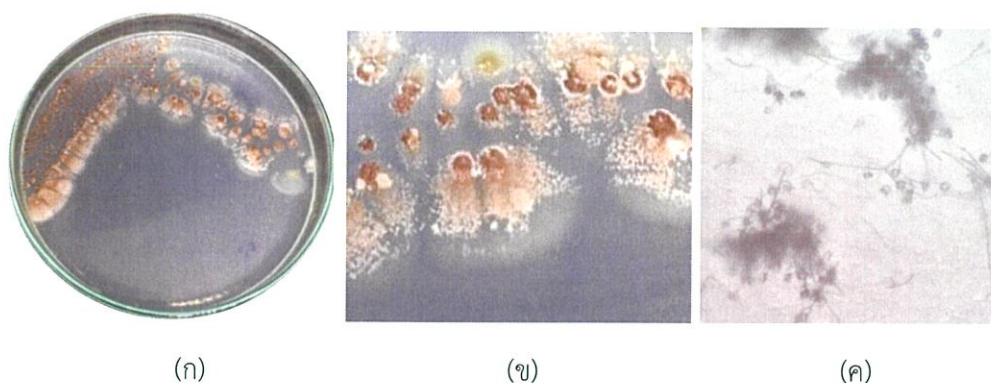
รูปที่ 4.11 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH2-4 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารเขียวมะกอกเข้ม (Dark Olive Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวอมเหลืองกลาง (Moderate Yellow Green) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีมะกอกสว่าง(Light Olive) สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงออกเป็นข้อ มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



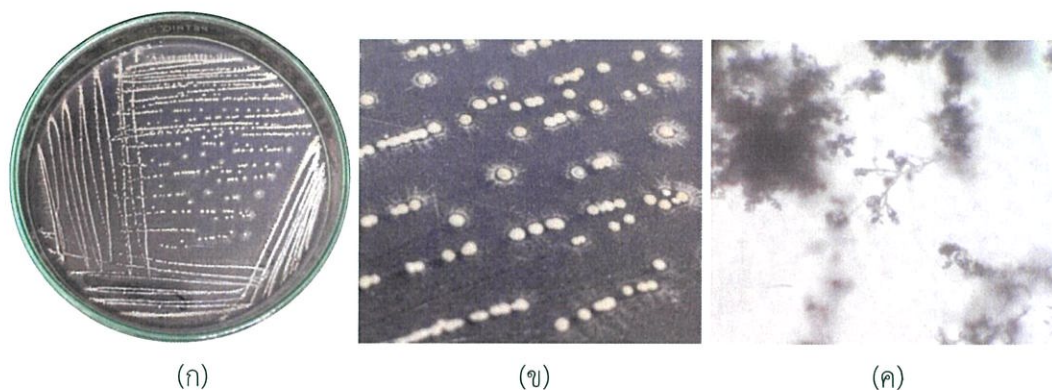
รูปที่ 4.12 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH2-5 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวสด(Vivid Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีส้มน้ำตาล(Brownish Orange) และ ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรงยาว ปลายสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



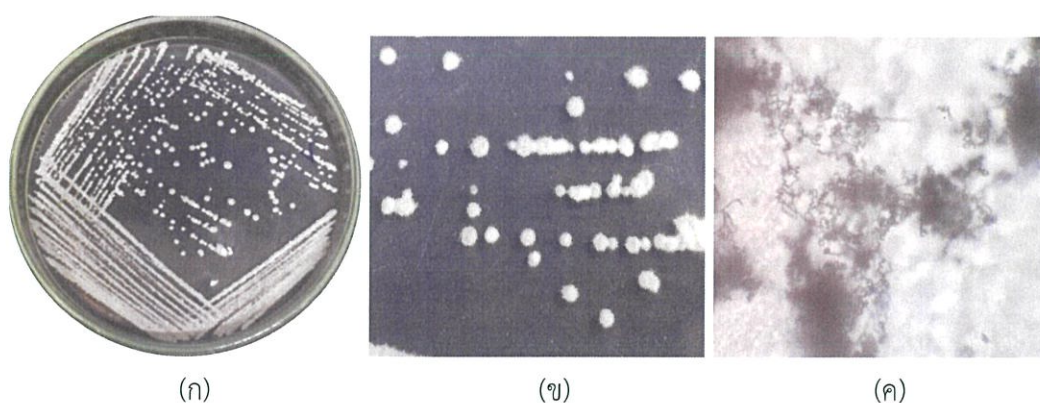
รูปที่ 4.13 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH2-6 เจริญได้ดีในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาสว่าง (Light Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิดและแตกแขนง มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



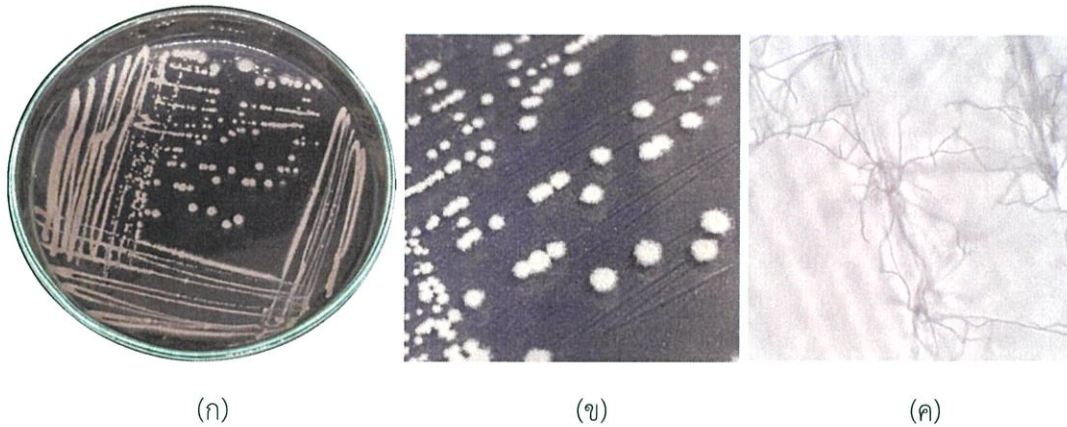
รูปที่ 4.14 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH2-7เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมฟ้าสว่าง (Light Bluish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเป็นเกลียวแบบวงเปิด ติดกันแน่น ยาวและยึดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



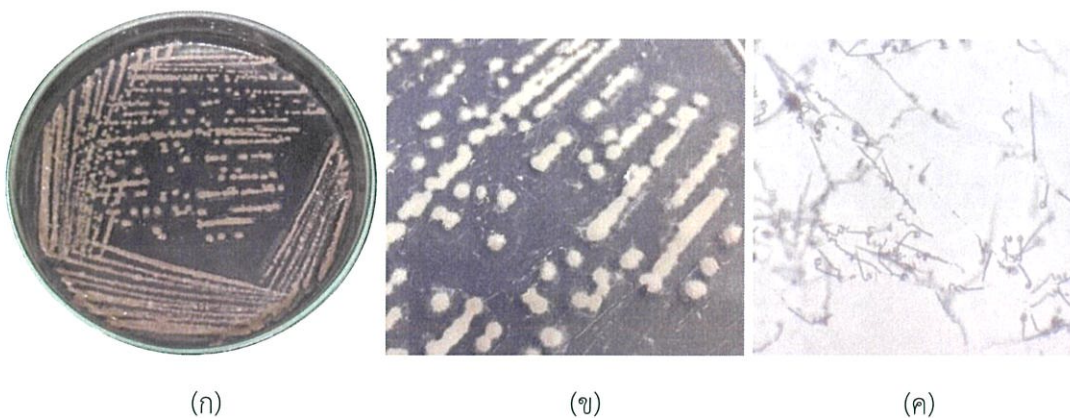
รูปที่ 4.15 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH2-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH3-1 เจริญได้ดีในอาหาร ISP 2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน(Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียว(Greenish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



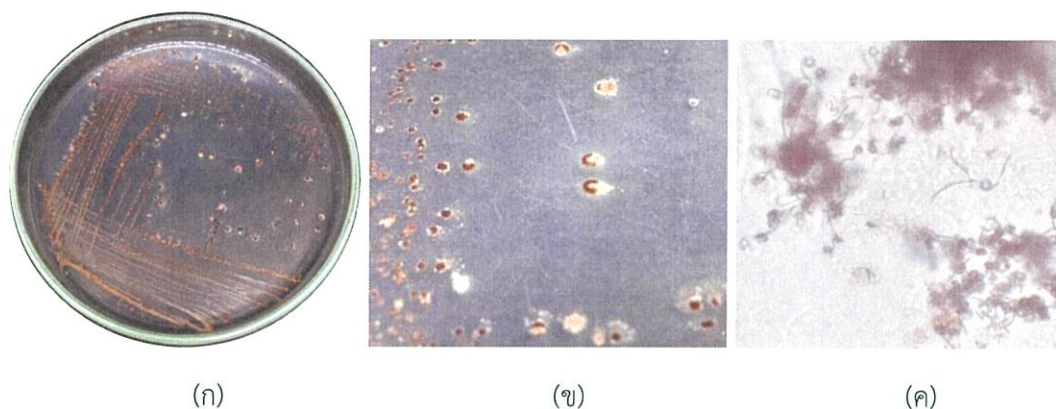
รูปที่ 4.16 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH3-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวจาง (Pale Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



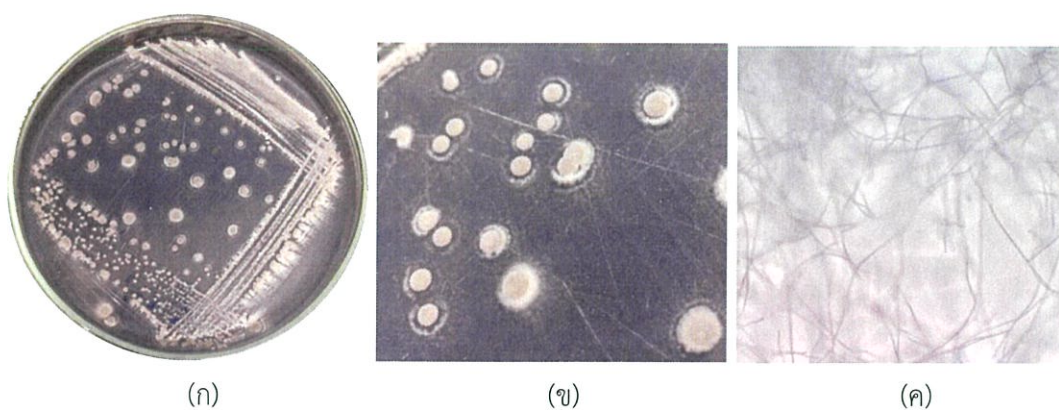
รูปที่ 4.17 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH3-3 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวสด (Vivid Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีน้ำตาลสว่าง(Light Brown) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



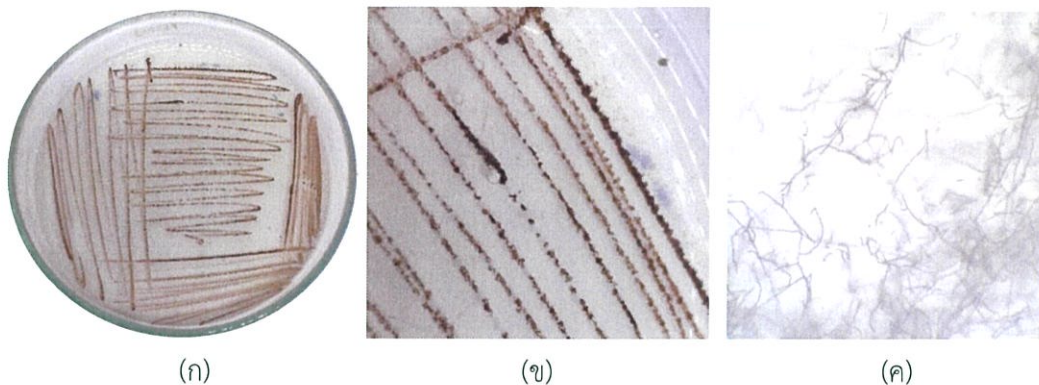
รูปที่ 4.18 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH3-4 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียวสว่าง(Light Greenish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



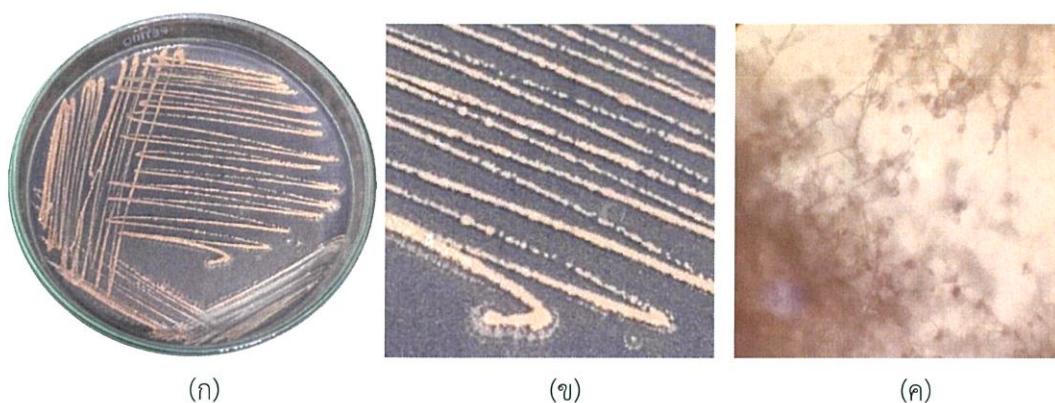
รูปที่ 4.19 (ก) และ (ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH3-5 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลกลาง (Moderate Brown) สร้างเส้นใยอากาศสีน้ำตาลกลาง (Moderate Brown) ไม่มีการสร้างรงควัตถุ ละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



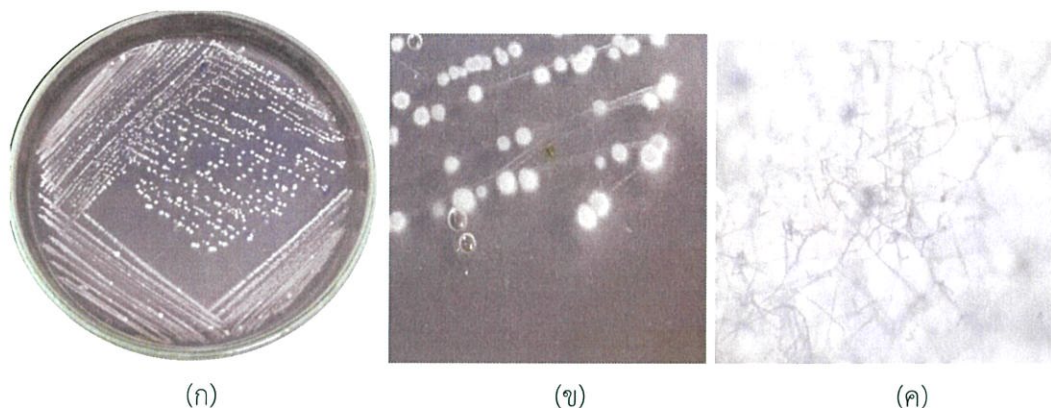
รูปที่ 4.20 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH3-6 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเหลืองอมส้มทึบ(Dark Orange Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



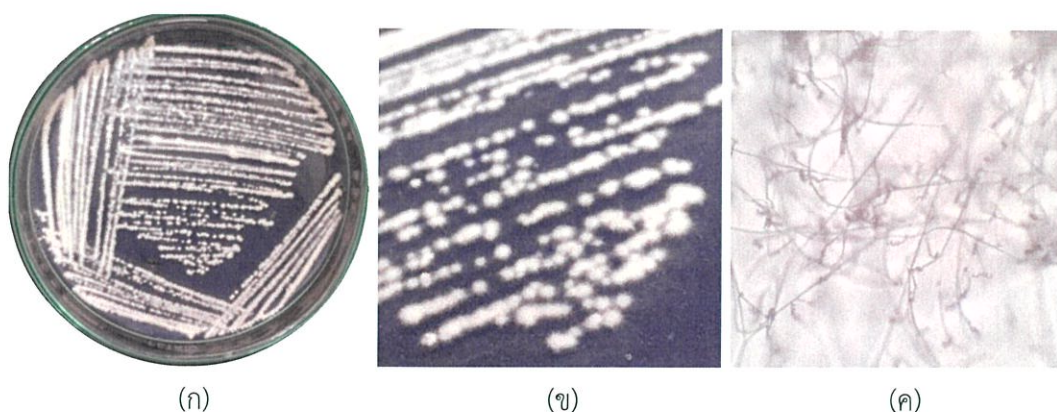
รูปที่ 4.21 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH3-7 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีฟ้าจาง(Pale Blue) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



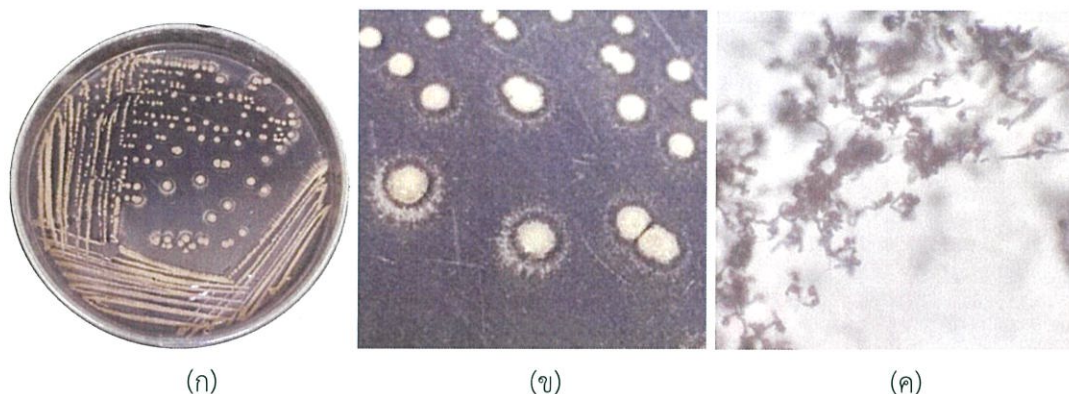
รูปที่ 4.22 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH3-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH4-1 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน(Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีขาวอมชมพู(Pinkish White) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



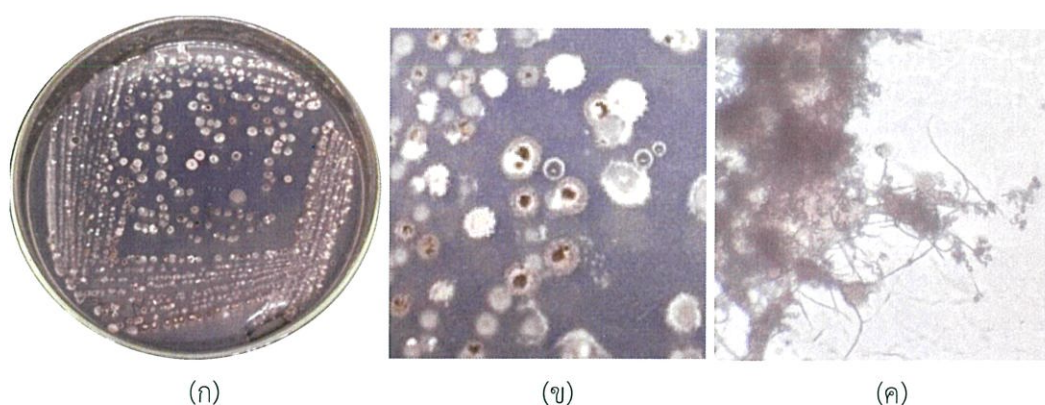
รูปที่ 4.23 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH4-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH4-2 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวอมเทา (Grayish Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเป็นเกลียวแบบวงเปิด ติดกันแน่น ยาวและยึดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



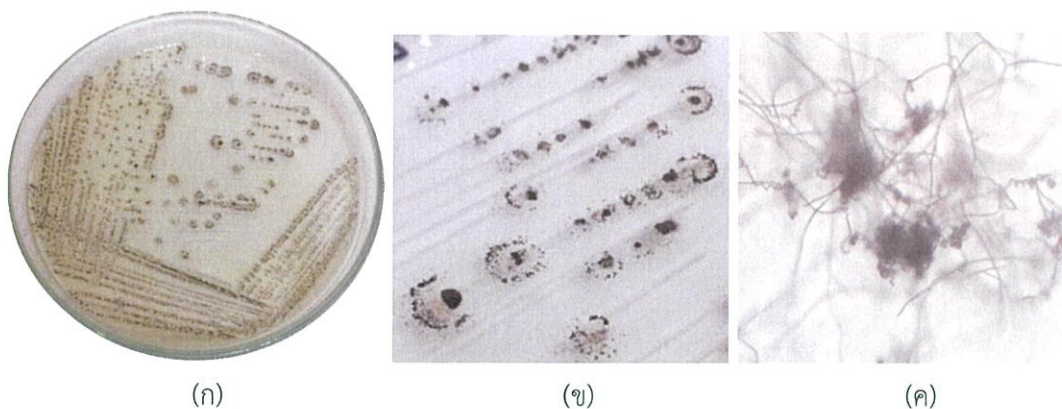
รูปที่ 4.24 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH4-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH4-3 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีฟ้าจาง (Pale Blue) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเป็นเกลียวแบบวงเปิด ติดกันแน่น ยาวและยึดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



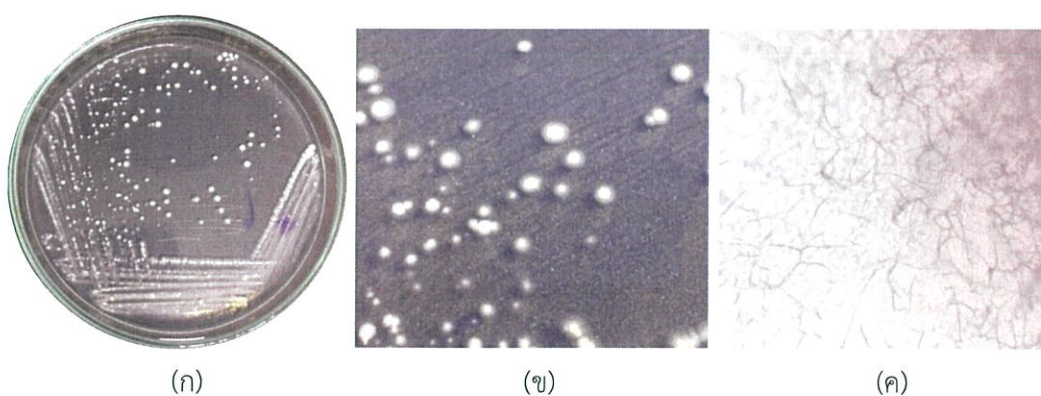
รูปที่ 4.25 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH4-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH4-4 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีดำมะกอก (Olive Black) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด ไม่ติดกันแน่น ยาวและยึดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



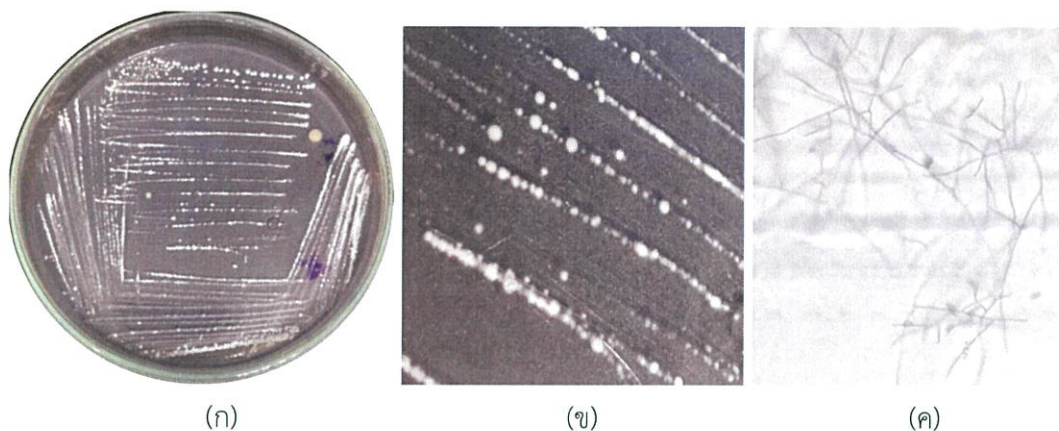
รูปที่ 4.26 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH4-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH4-5 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีขาวอมเขียว (Greenish White) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



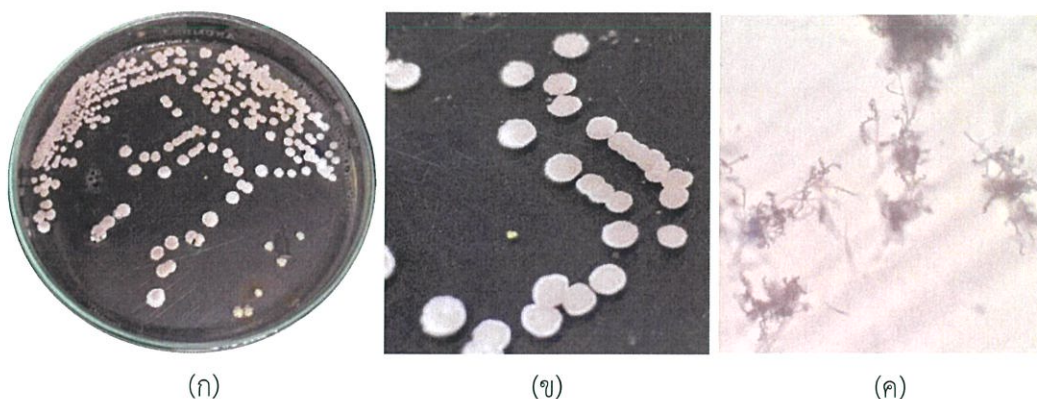
รูปที่ 4.27 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH4-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH4-6 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเหลือง (Yellowish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



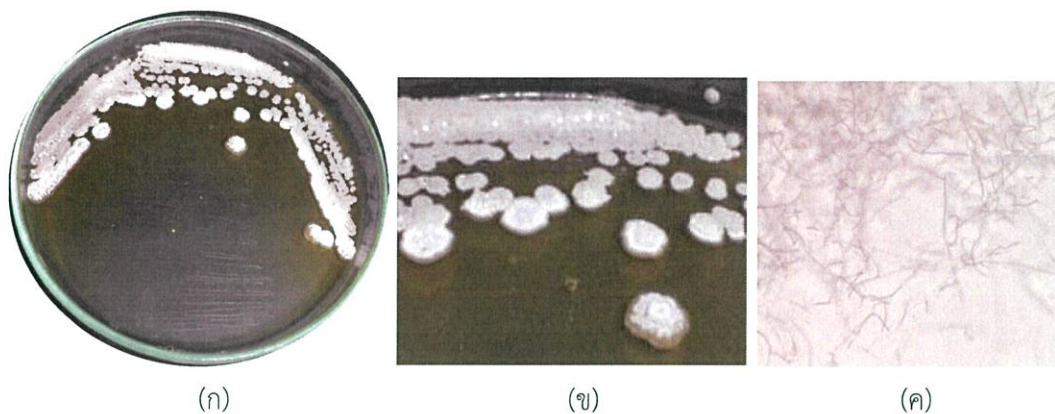
รูปที่ 4.28 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH4-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH5-1 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงออกเป็นช่อบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



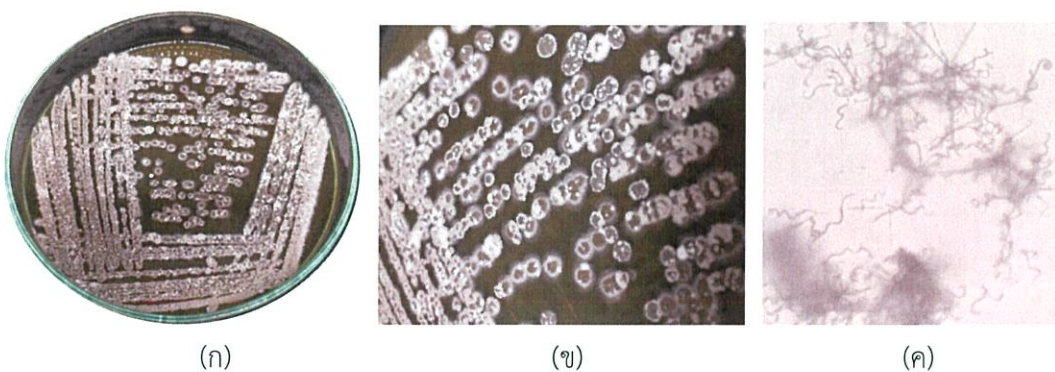
รูปที่ 4.29 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH5-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีฟ้าจางมาก (Very Pale Blue) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองอมเขียวสว่าง(Brilliant Greenish Yellow) สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



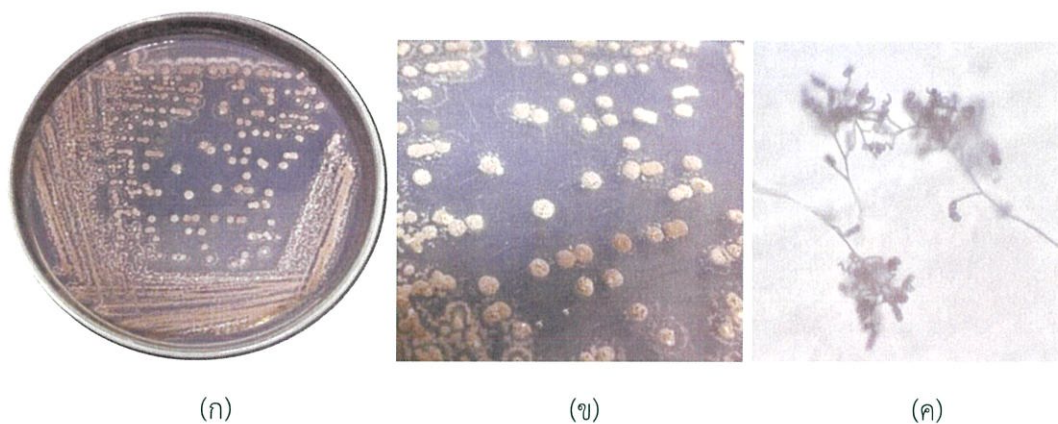
รูปที่ 4.30 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH5-3 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลเหลืองอมเทา (Grayish Yellowish Brown) สร้างเส้นใยอากาศสีฟ้าจาง (Pale Blue) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียว และแตกแขนงออกเป็นช่อบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



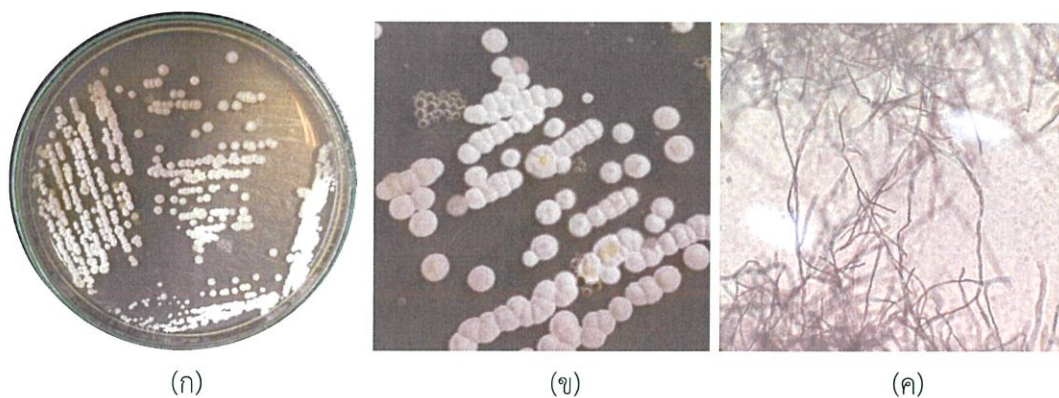
รูปที่ 4.31 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH5-4 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาหม่นกอกสว่าง (Light Olive Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด มีการแตกแขนงของสายสปอร์ ติดกันแน่นบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



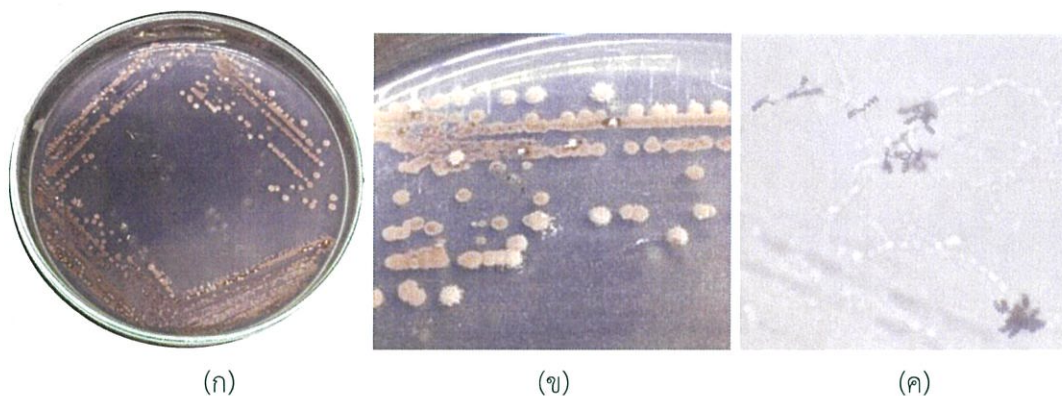
รูปที่ 4.32 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH4-6 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีขาว (White) สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเทา (Grayish Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



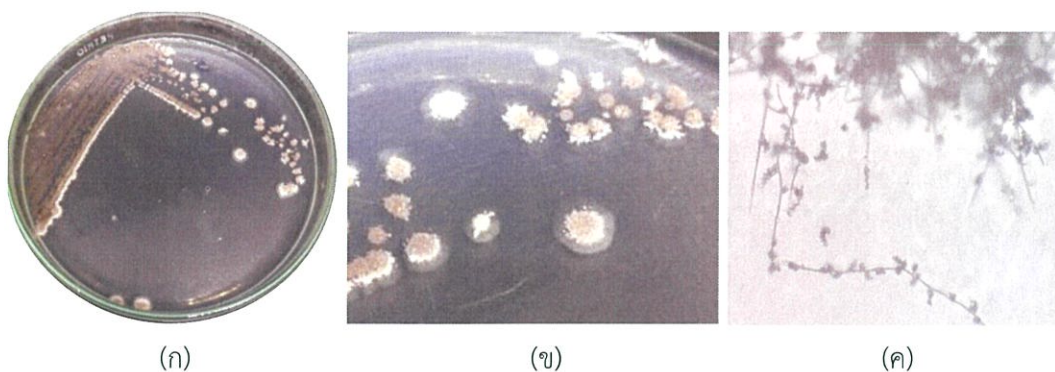
รูปที่ 4.33 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH5-6 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมฟ้า (Bluish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด ติดกันแน่นบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



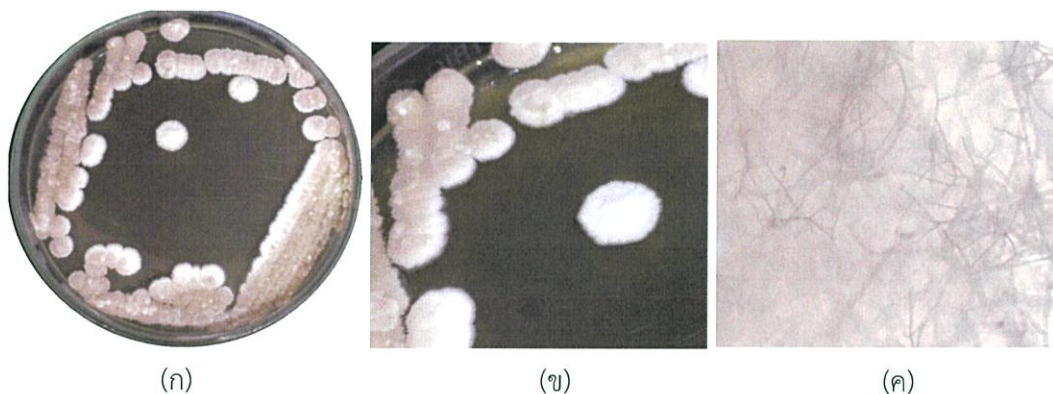
รูปที่ 4.34 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลตCH5-7 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเทากลาง(Medium Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง ปลายโค้งงอ แตกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



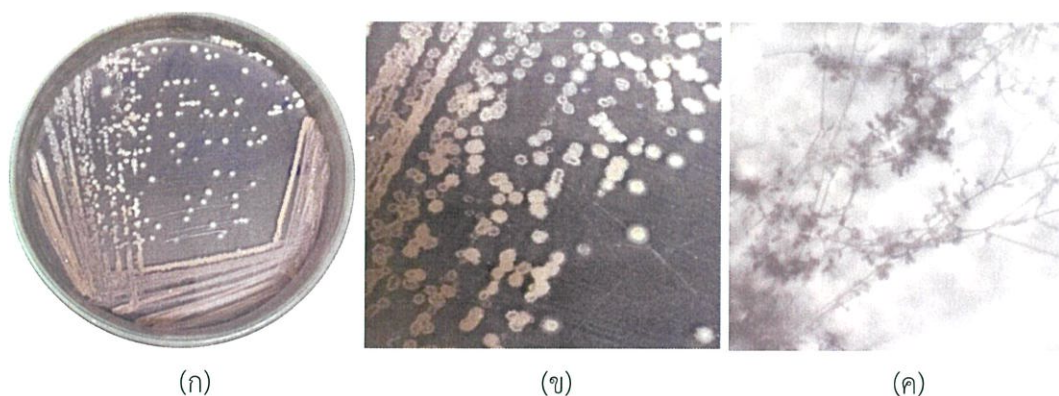
รูปที่ 4.35 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH5-8 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาหม่นกอกสว่าง (Light Olive Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



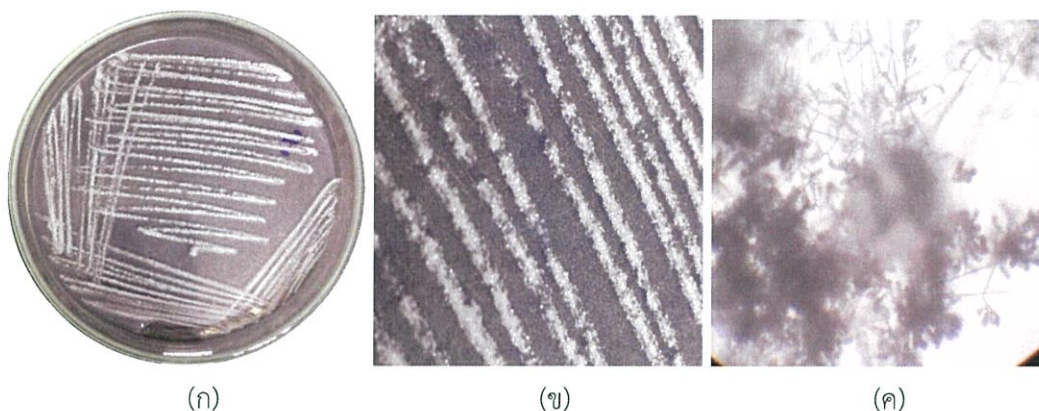
รูปที่ 4.36 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-8 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH5-9 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวเหลืองอมเทา (Grayish Yellowish Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



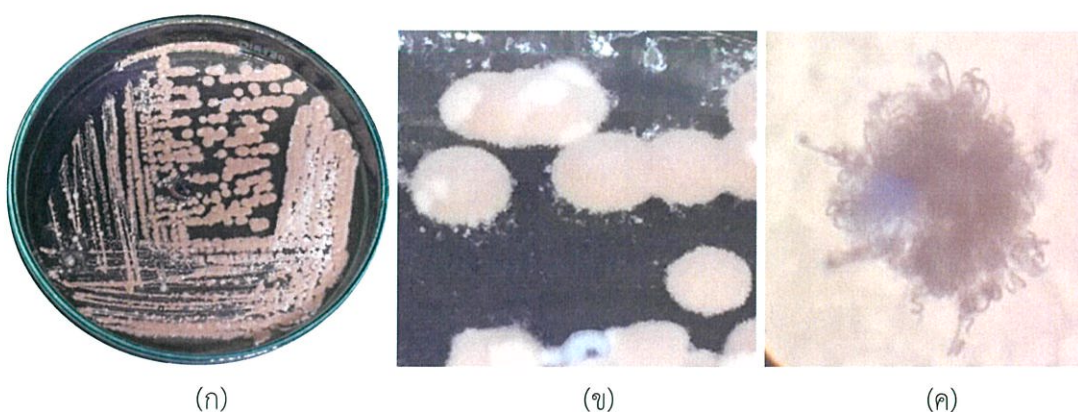
รูปที่ 4.37 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-9 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH5-10 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) เส้นใยอากาศสีฟ้าจางมาก (Very Pale Blue) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด มีการแตกแขนงของสายสปอร์ติดกันแน่นบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



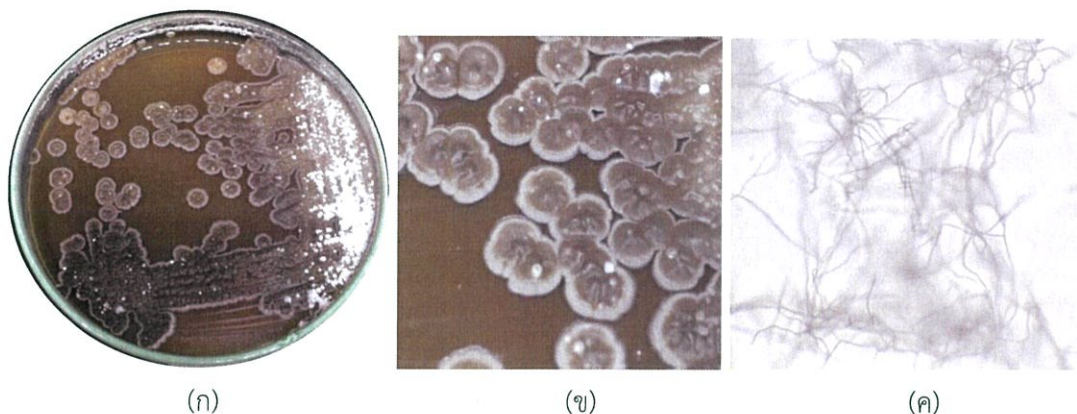
รูปที่ 4.38 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH5-10 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH6-1 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองกลาง (Moderate Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีชมพูอมเหลืองเข้ม (Strong Yellowish Pink) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



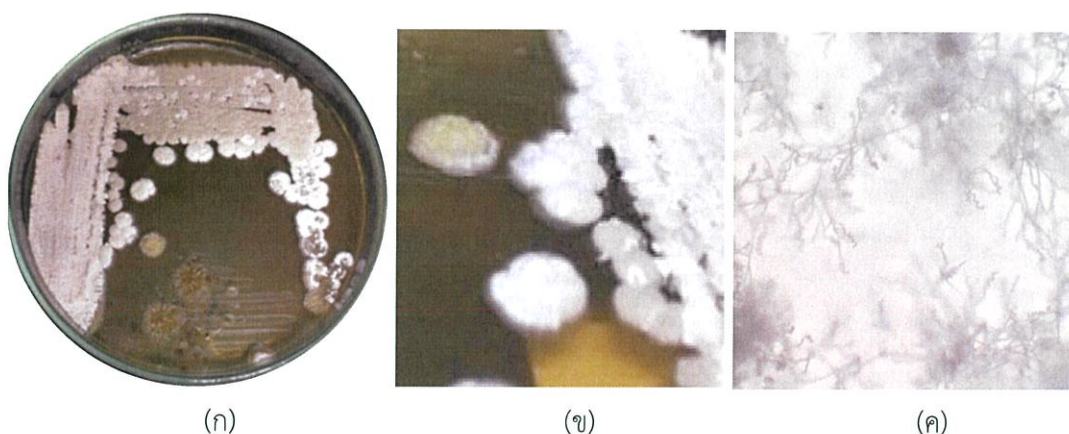
รูปที่ 4.39 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH6-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH6-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลมะกอกกลาง (Moderate Olive Brown) สร้างเส้นใยอากาศสี และสร้างเส้นใยอาหารสีขาว (White) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสี สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แยกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



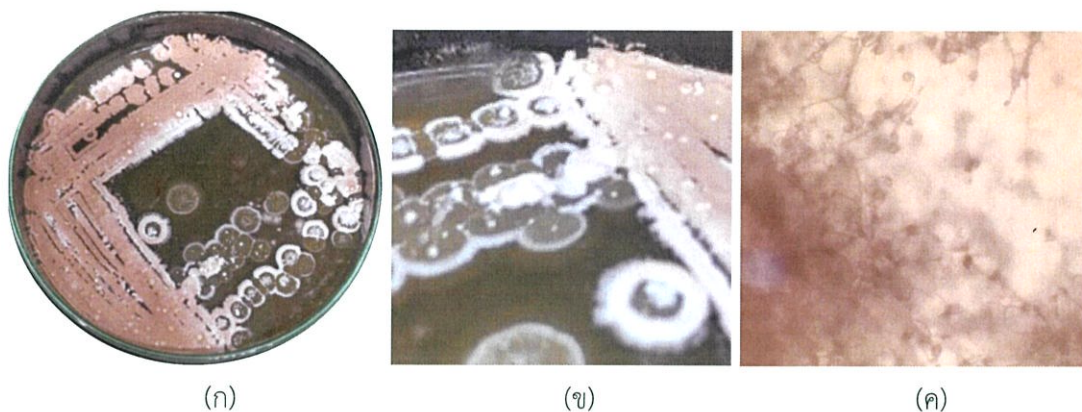
รูปที่ 4.40 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH6-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH6-3 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีน้ำตาลอมเหลืองเข้ม(Dark Yellowish Brown, สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียว และแตกแขนงออกเป็นช่อบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



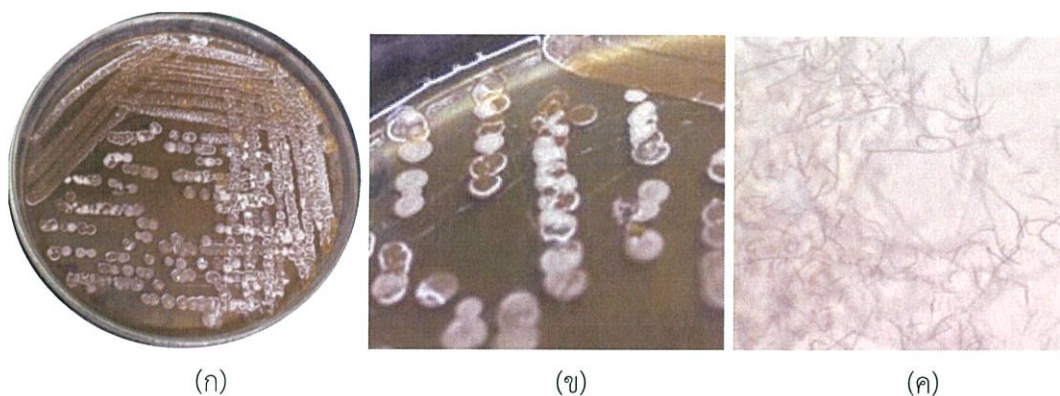
รูปที่ 4.41 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH6-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH6-4 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเหลืองอมส้มทึบ (Dark Orange Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



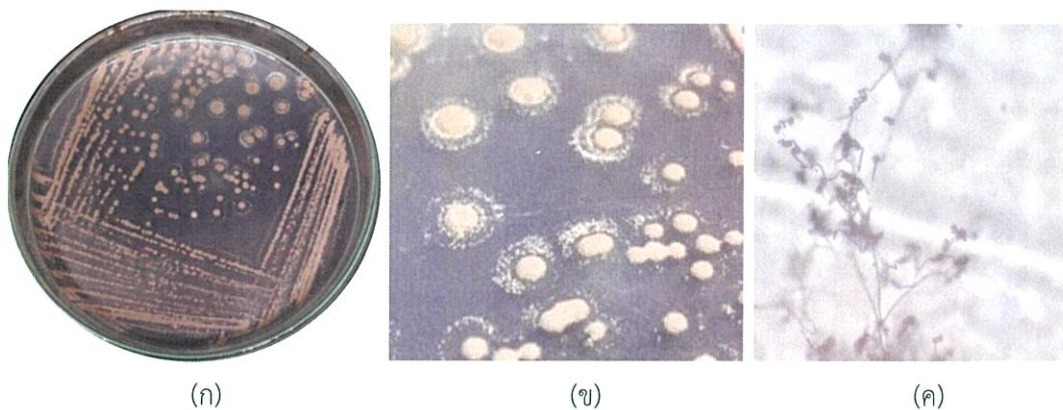
รูปที่ 4.42 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH6-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH6-5 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวจาง (Pale Green) สร้างเส้นใยอาหารสีเทาหมอกสว่าง (Light Olive Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



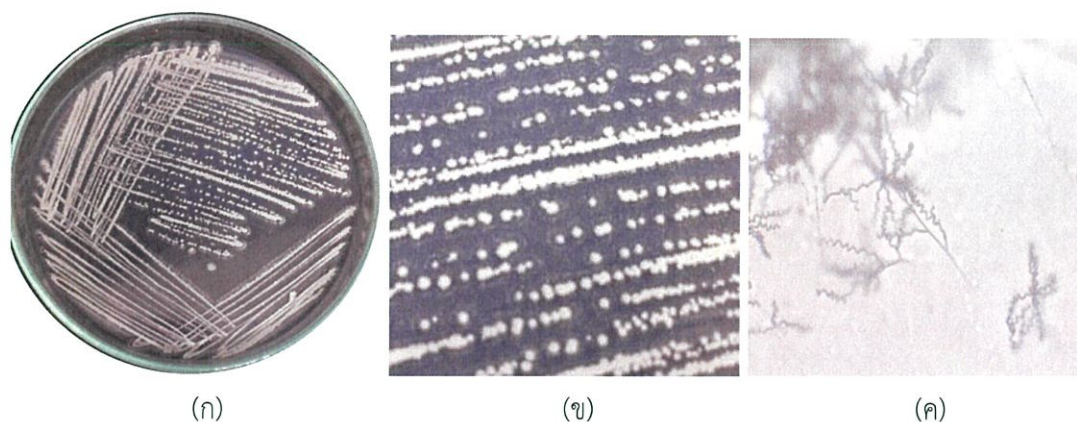
รูปที่ 4.43 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH6-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH6-6 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวจาง (Pale Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



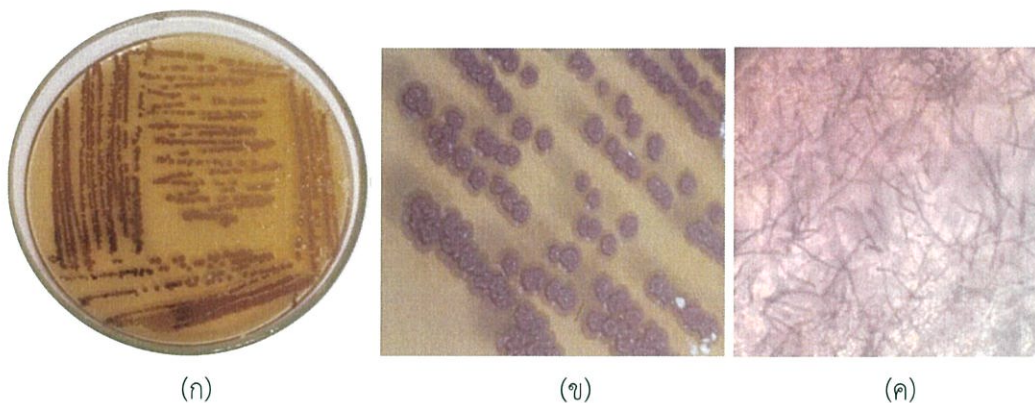
รูปที่ 4.44 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH6-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH6-7 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวแบบวงเปิด ไม่ติดกันแน่น ยาวและยึดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



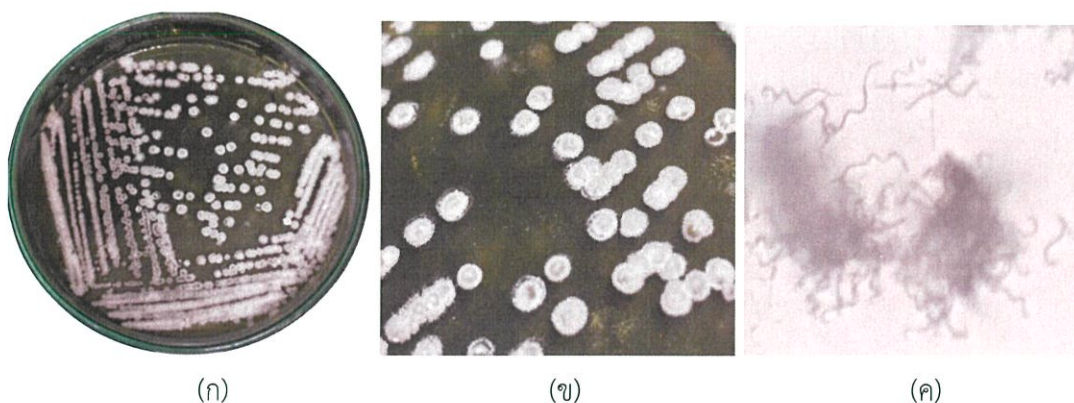
รูปที่ 4.45 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH6-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH7-1 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลอมแดงเข้ม (Strong Reddish Brown) สร้างเส้นใยอากาศสีขาวอมเหลือง (Yellowish White) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



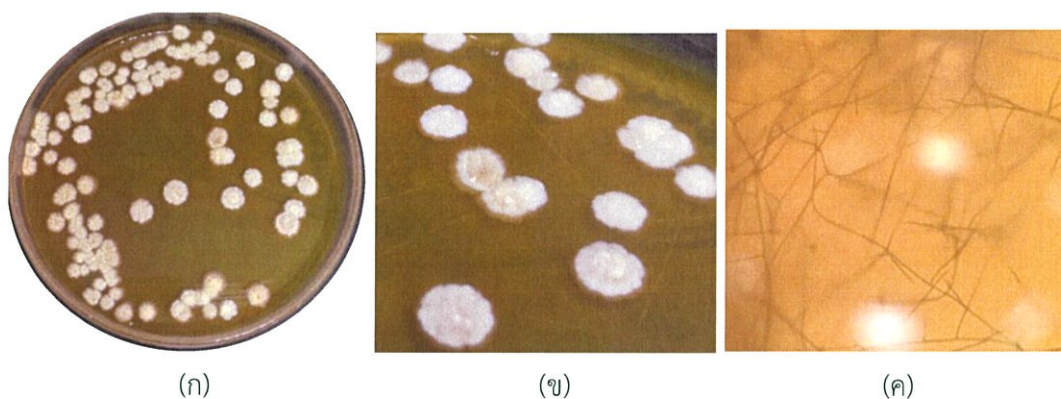
รูปที่ 4.46 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH7-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวจาง (Pale Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียว และแตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



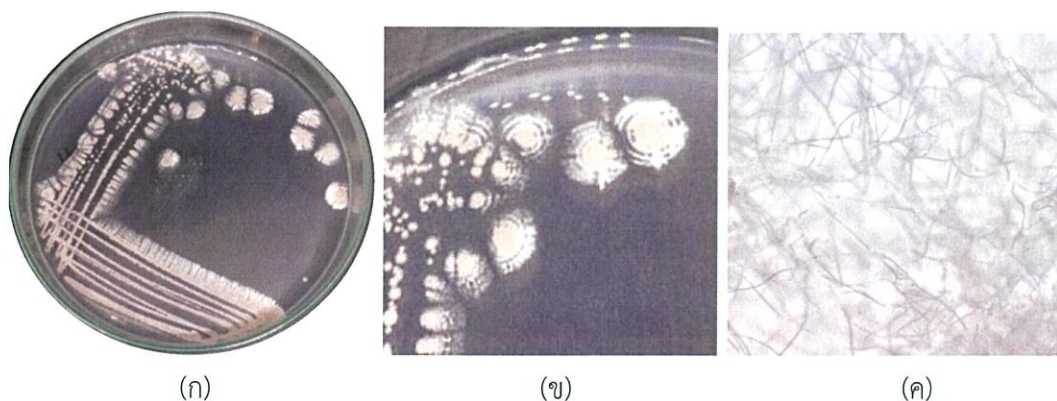
รูปที่ 4.47 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH7-3 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเหลืองจาง (Pale Yellow) และสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเข้ม(Strong Yellow) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองสด (Vivid Yellow) สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



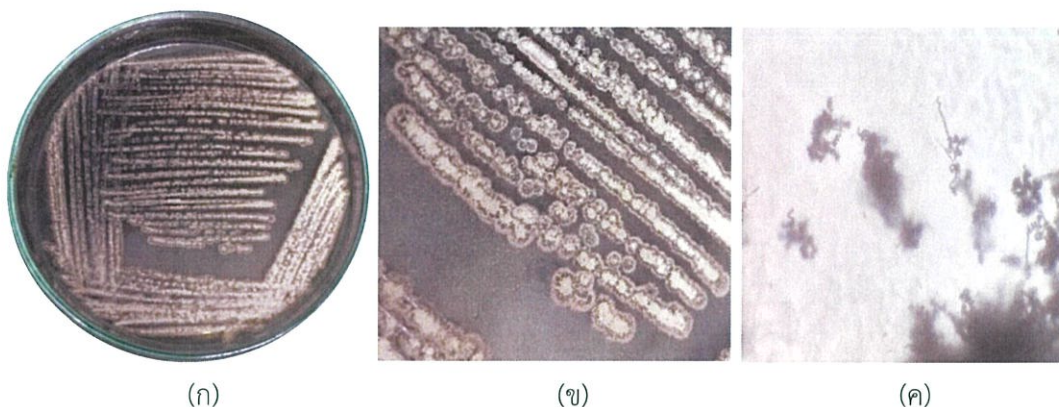
รูปที่ 4.48 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH7-4 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีมะกอกสว่าง (Light Olive) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวจาง (Pale Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



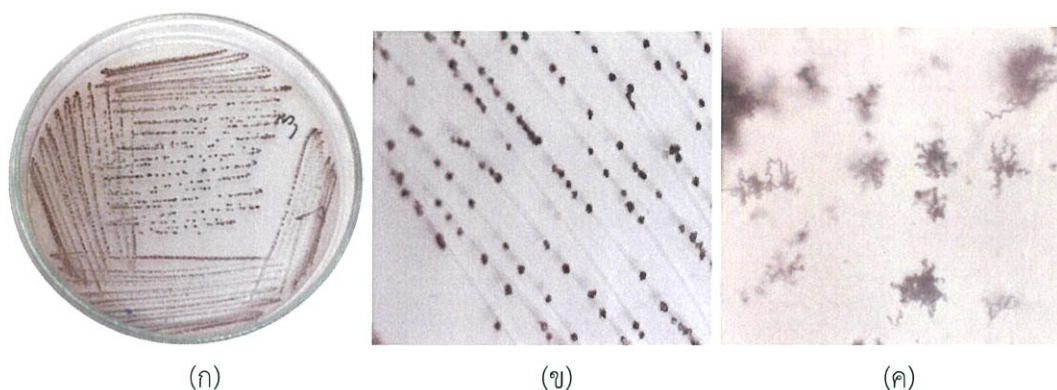
รูปที่ 4.49 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอสโตโนมัยซีทไอโซเลต CH7-5 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเทา
กลาง (Medium Gray) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray) ไม่มีการสร้าง
รงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงบนเส้นใยอาหาร
มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอสโตโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



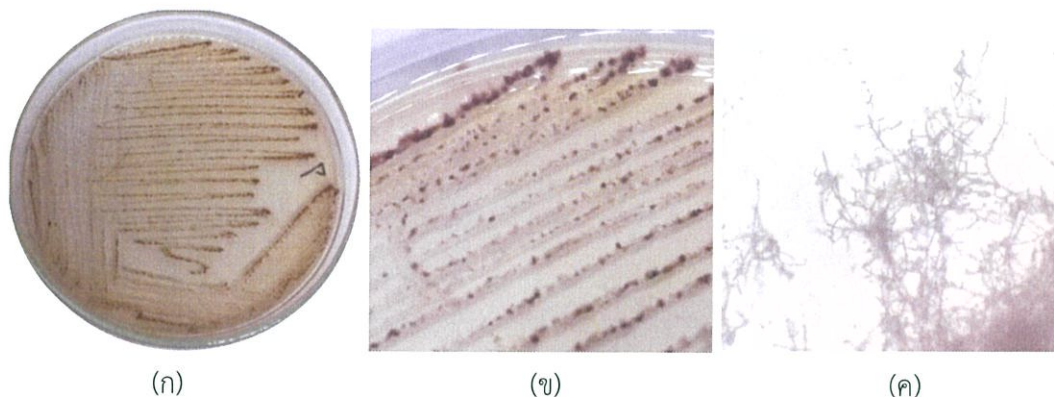
รูปที่ 4.50 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอสโตโนมัยซีทไอโซเลต CH7-6 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีดำ
อมแดง (Reddish Black) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมแดงเข้ม (Dark Reddish Gray) ไม่มีการสร้างรงคว
ัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวซ้อนทับกัน 1-3 ชั้นอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะ
คล้ายคลึงกับเชื้อแอสโตโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



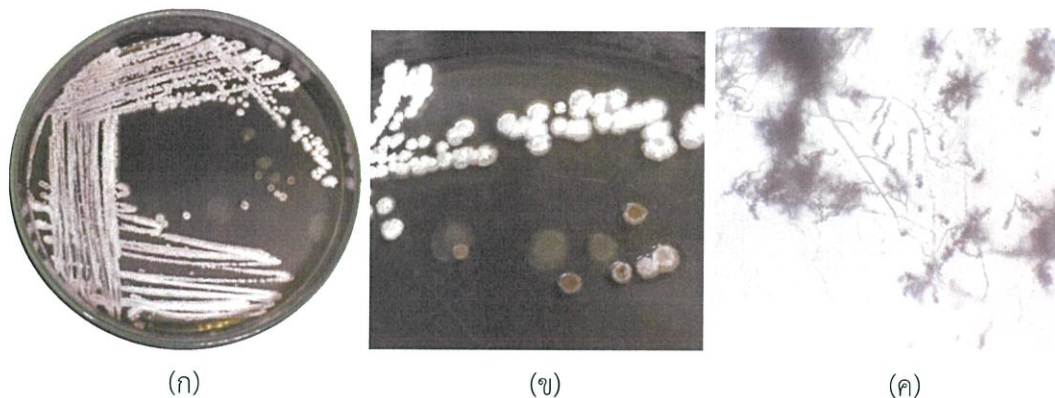
รูปที่ 4.51 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH7-7 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีส้มอมแดงเข้ม (Strong Reddish Orange) สร้างเส้นใยอากาศสีน้ำตาลอมแดงกลาง (Moderate Reddish Brown) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



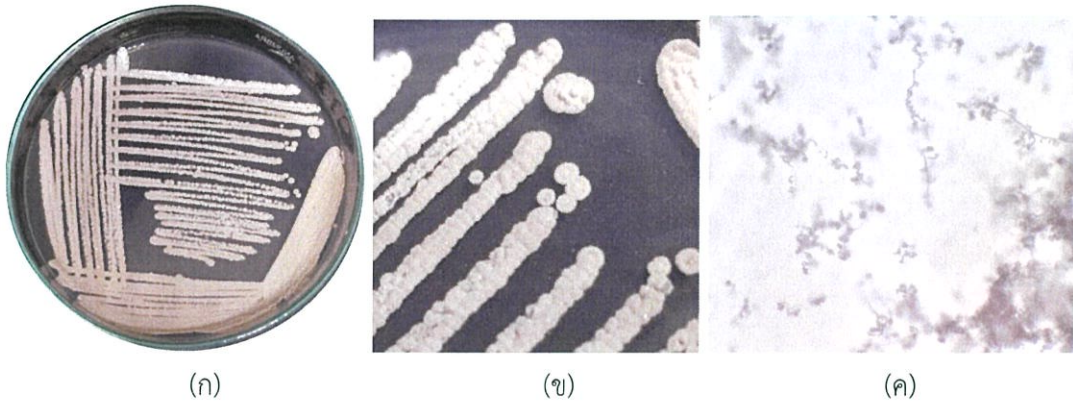
รูปที่ 4.52 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH7-8 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีมะกอกเทาสว่าง (Light Grayish Olive) สร้างเส้นใยอากาศสี สร้างเส้นใยอาหารสีเทาอมฟ้าสว่าง (Light Bluish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวซ้อนทับกัน 1-3 ชั้น อยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



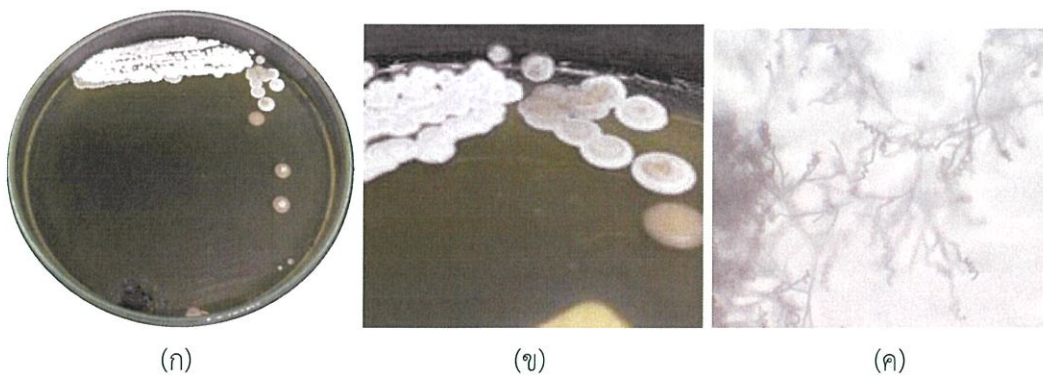
รูปที่ 4.53 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-8 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH7-9 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวจาง (Pale Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



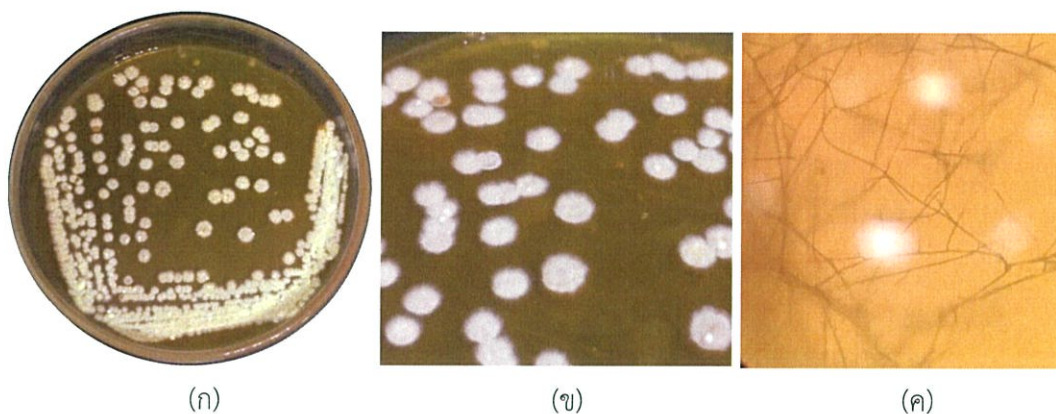
รูปที่ 4.54 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH7-9 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH8-1 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray) สร้างเส้นใยอากาศสีขาว(White) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองสด (Vivid Yellow) สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียว และแตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



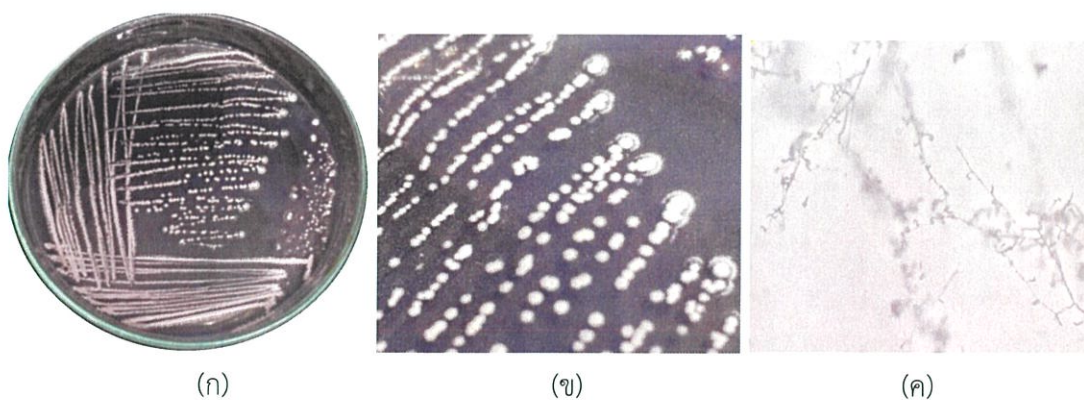
รูปที่ 4.55 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH8-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน (ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH8-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเหลืองจาง (Pale Yellow) และสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเข้ม(Strong Yellow) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองสด (Vivid Yellow) สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



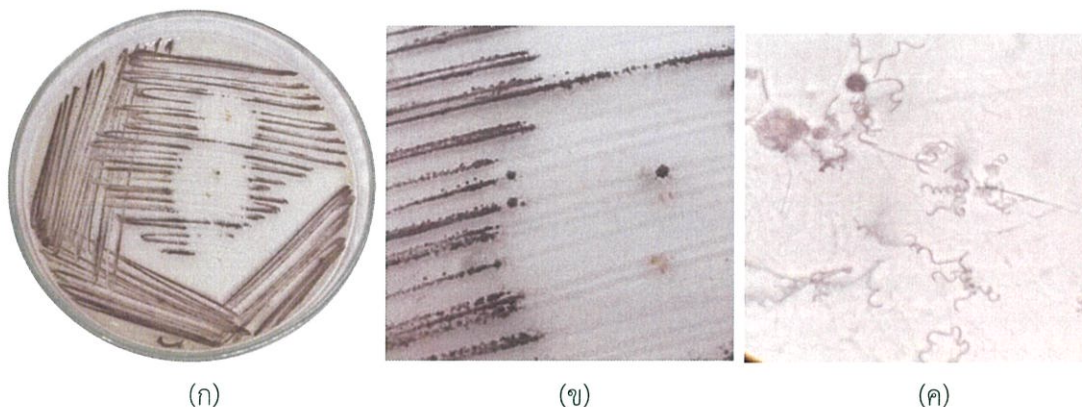
รูปที่ 4.56 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH8-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลตCH8-3 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทากลาง (Medium Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง ปลายโค้งงอ แดกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



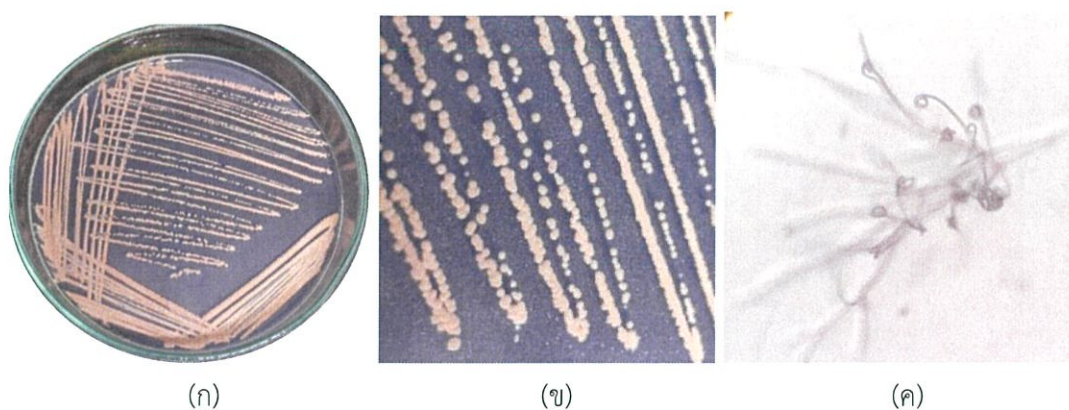
รูปที่ 4.57 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH8-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH8-4 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเขียวอมเทา (Grayish Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาเข้ม (Dark Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียว และแตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



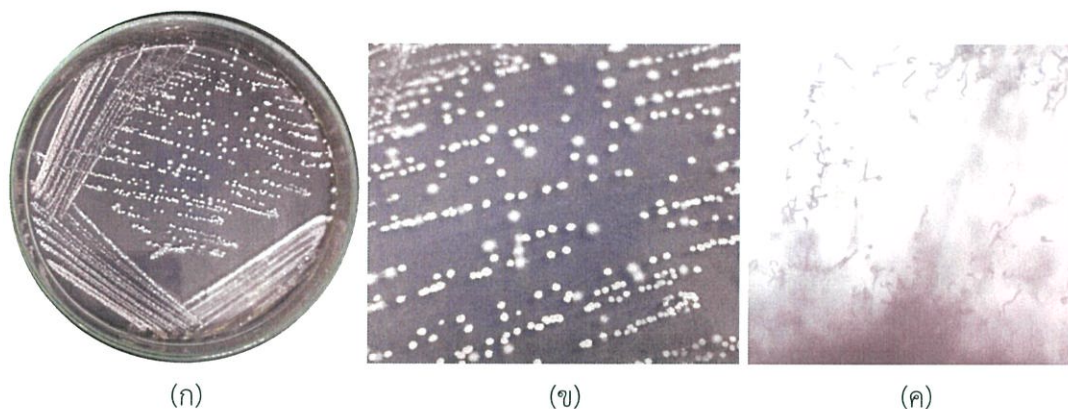
รูปที่ 4.58 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH8-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH8-5 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีชมพูอมเหลืองสด (Vivid Yellowish Pink) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



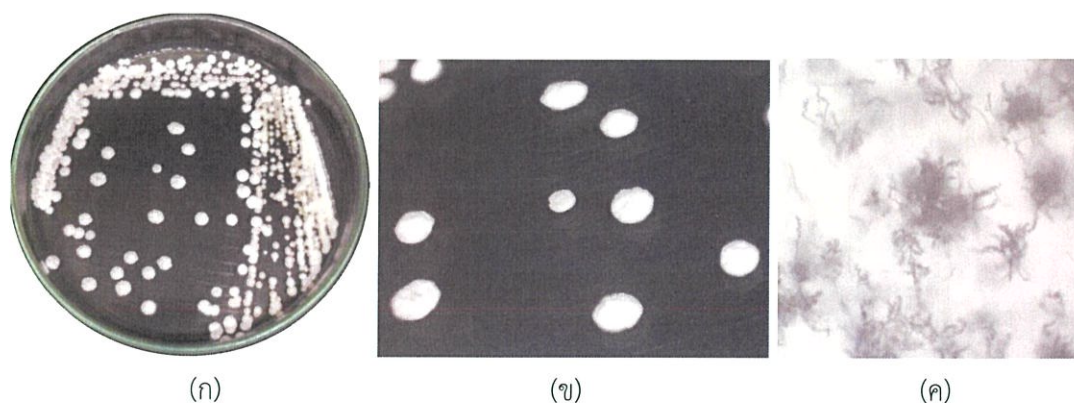
รูปที่ 4.59 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH8-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอสเพอร์จิลลินอสโตรมาตา CH8-6 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีขาวอมชมพู (Pinkish White) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอสเพอร์จิลลินอสโตรมาตาสกุล *Streptomyces*



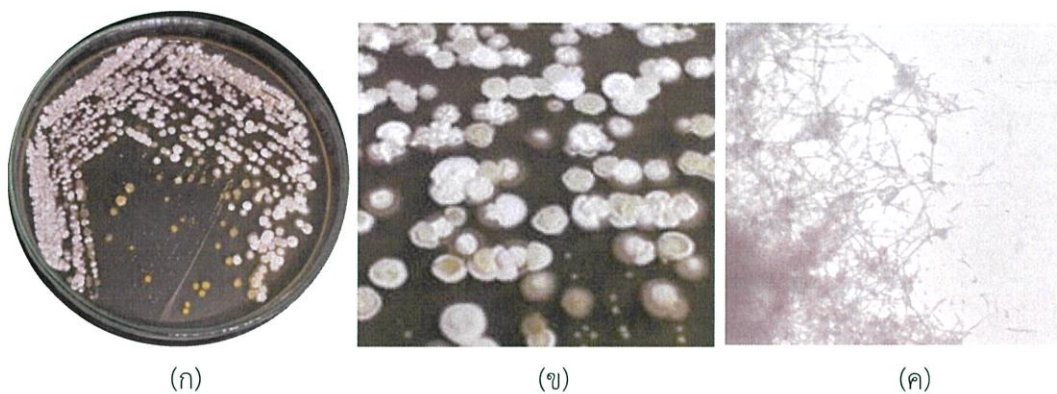
รูปที่ 4.60 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH8-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอสเพอร์จิลลินอสโตรมาตา CH8-7 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเทาอมเหลือง (Yellowish Gray) สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมฟ้าสว่าง (Light Bluish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวซ้อนทับกัน 1-3 ชั้นอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอสเพอร์จิลลินอสโตรมาตาสกุล *Streptomyces*



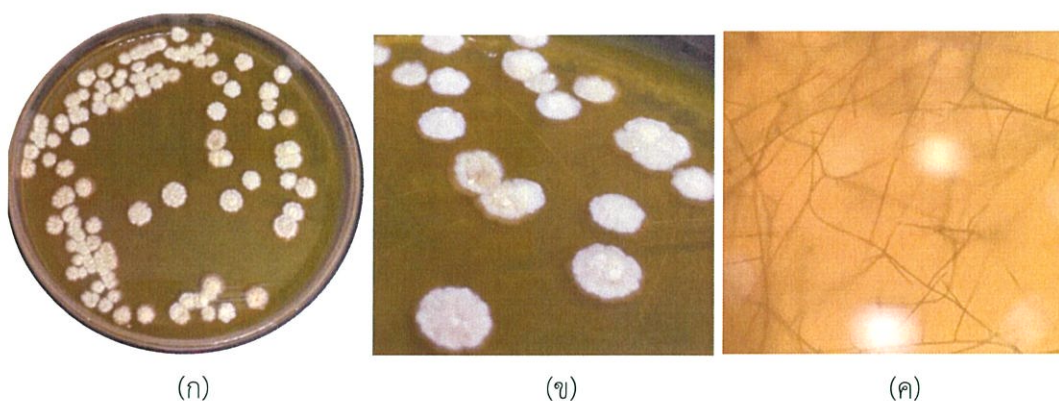
รูปที่ 4.61 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH8-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH9-1 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray) และสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเทา (Grayish Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



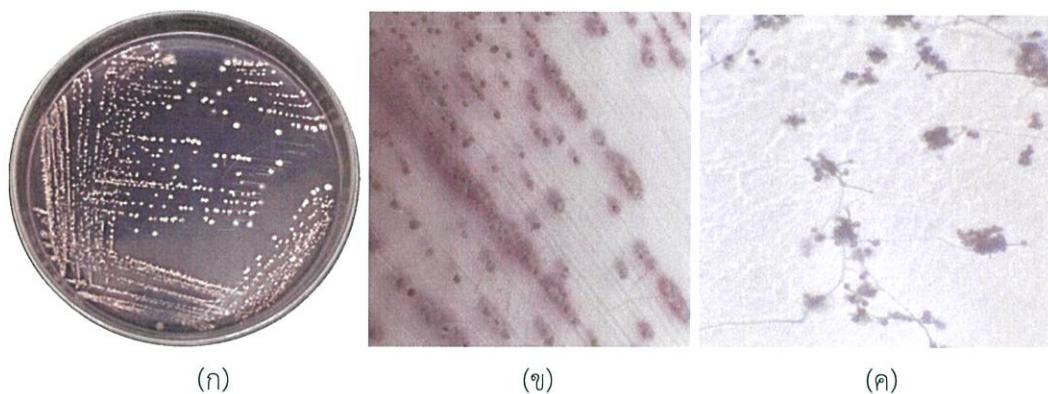
รูปที่ 4.62 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH9-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH9-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเหลืองจาง (Pale Yellow) และสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเข้ม (Strong Yellow) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองสด (Vivid Yellow) สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



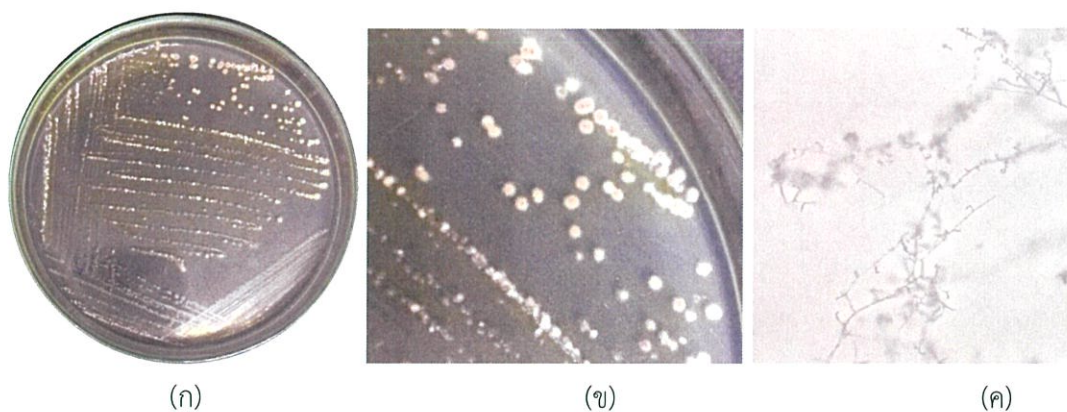
รูปที่ 4.63 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH9-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH9-3 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีม่วงจาง (Pale Purple) และมีการสร้างเส้นใยอาหารสีเทาอมม่วงสว่าง (Light Purplish Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



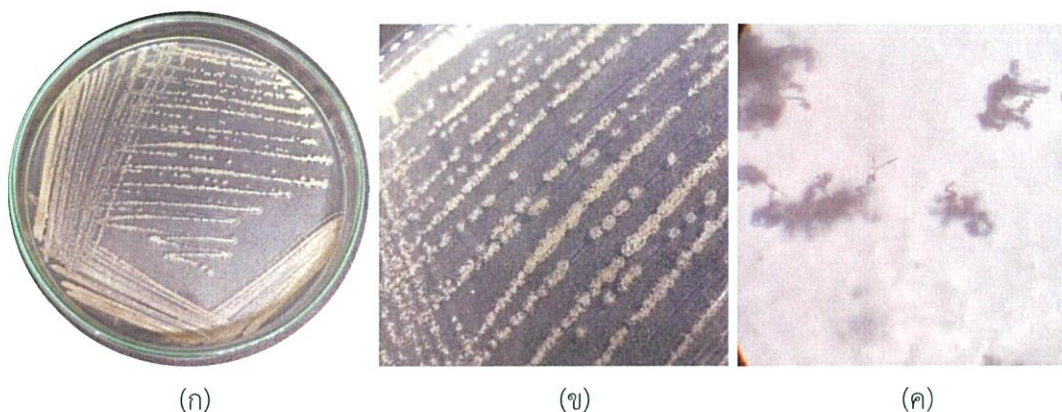
รูปที่ 4.64 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH9-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลตCH9-4 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีชมพูสว่าง (Light Pink) และมีการสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำสีเหลืองสด(Vivid Yellow) สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง ปลายโค้งงอ แตกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



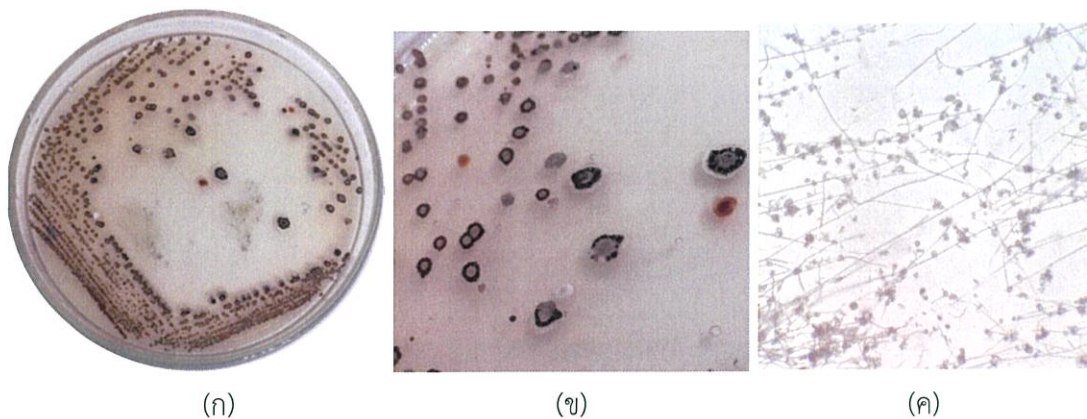
รูปที่ 4.65 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH9-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH9-5 เจริญได้ปานกลางในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเทา
มะกอกสว่าง (Light Olive Gray) และมีการสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเทา (Grayish Yellow) ไม่มี
การสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวซ้อนทับกัน 1-3 ชั้นอยู่บนเส้นใยอาหาร
มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



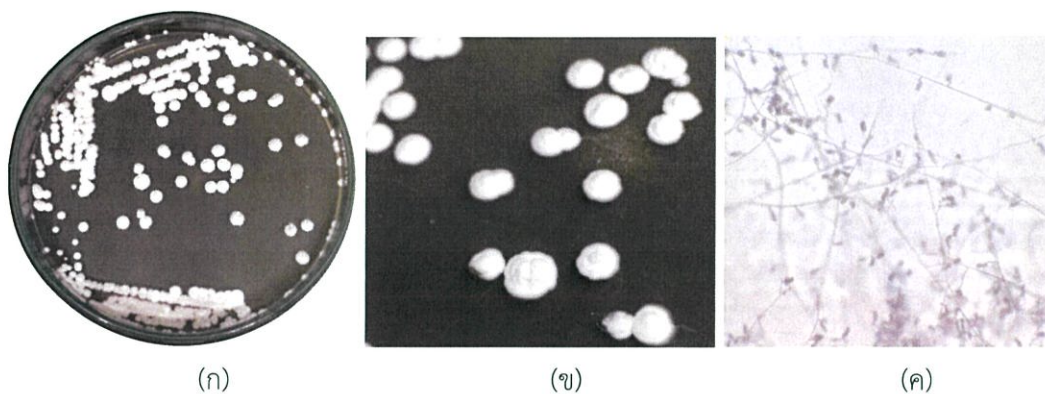
รูปที่ 4.66 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH9-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH9-6 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีน้ำตาลอม
แดงเข้ม (Dark Reddish Brown) และสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองสว่าง (Light Yellow) ไม่มีการสร้าง
รงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงบนเส้นใยอาหาร
มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



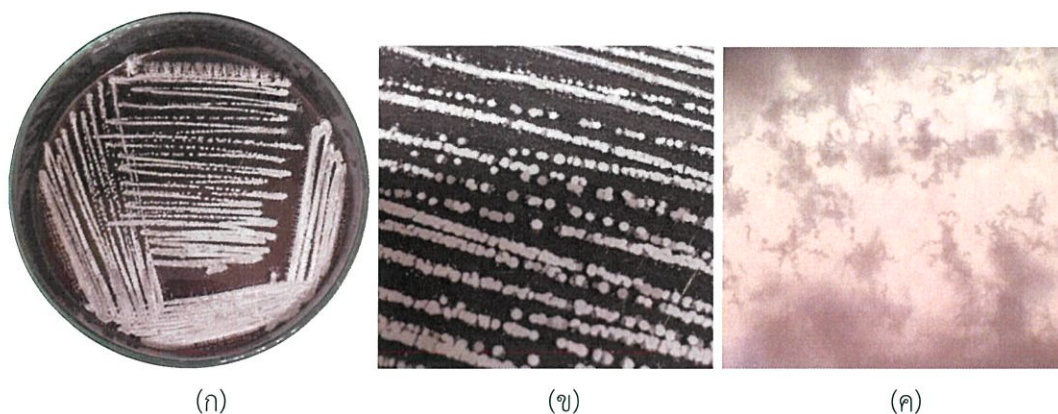
รูปที่ 4.67 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH9-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH9-7 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเขียว (Greenish White) และสร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลดำ (Brownish Black) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย และแตกแขนงบนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



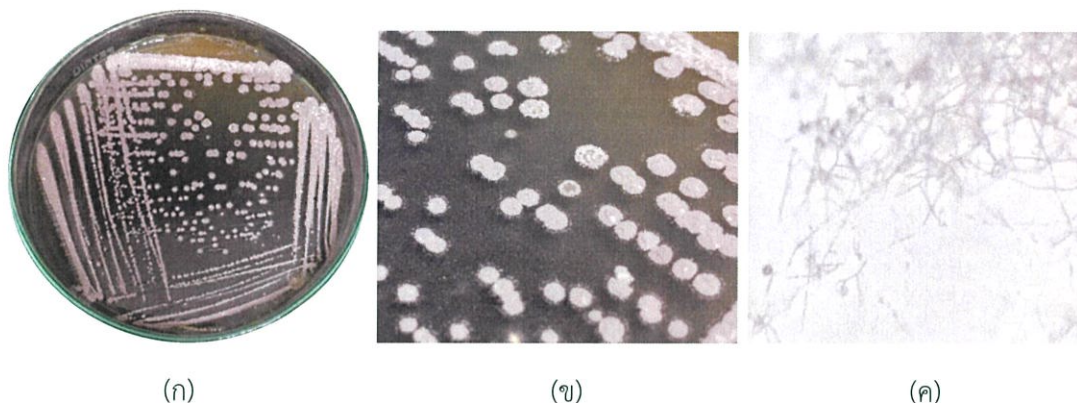
รูปที่ 4.68 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH9-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH10-1 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเทาอมเขียว (Greenish Gray) และสร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลแดงอมเทา (Grayish Reddish Brown) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำแดงอมเทา (Grayish Red) สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวซ้อนทับกัน 1-3 ชั้นอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



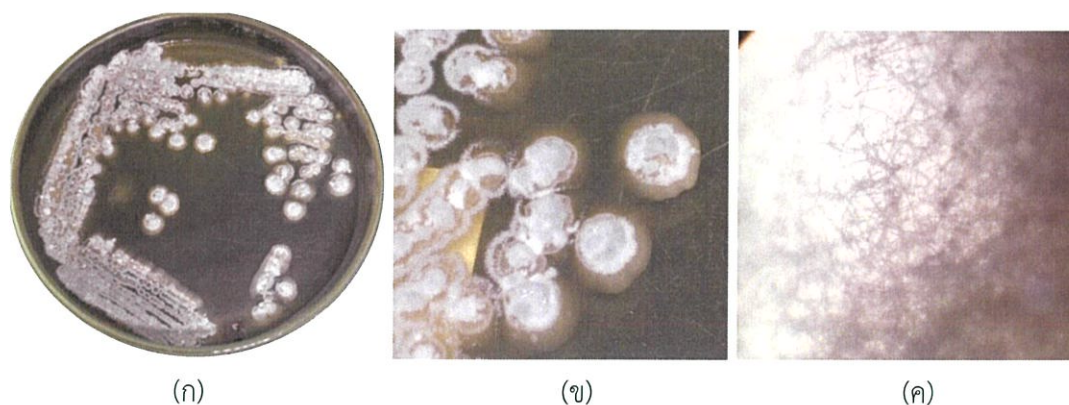
รูปที่ 4.69 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-1 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH10-2 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีฟ้าจาง (Pale Blue) และสร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



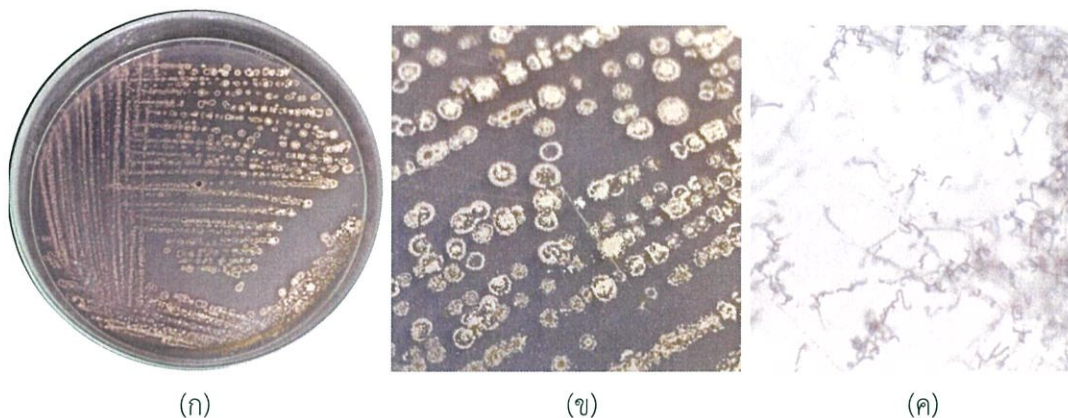
รูปที่ 4.70 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-2 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลต CH10-3 เจริญได้ดีมากในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีฟ้าสว่างมาก (Very Light Blue) และสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองเขียวอมเทา (Grayish Greenish Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แดกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces*



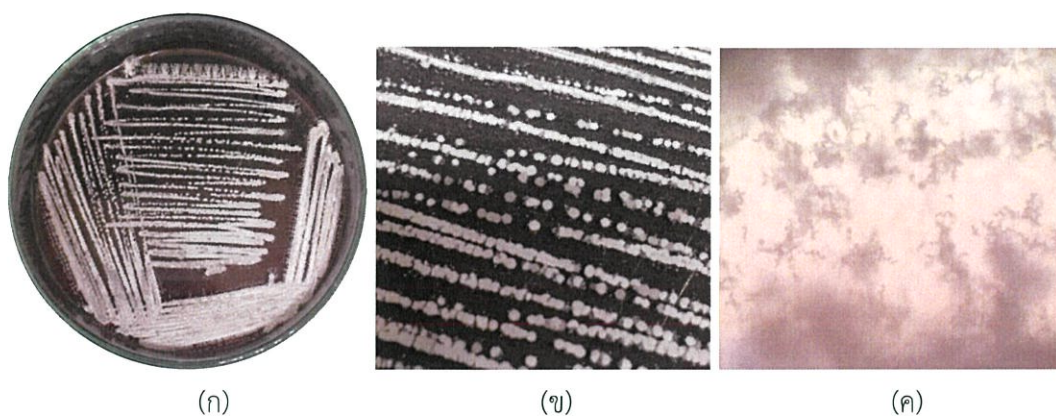
รูปที่ 4.71 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-3 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH10-4 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเขียวเหลืองอมเทา (Grayish Yellowish Green) และสร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



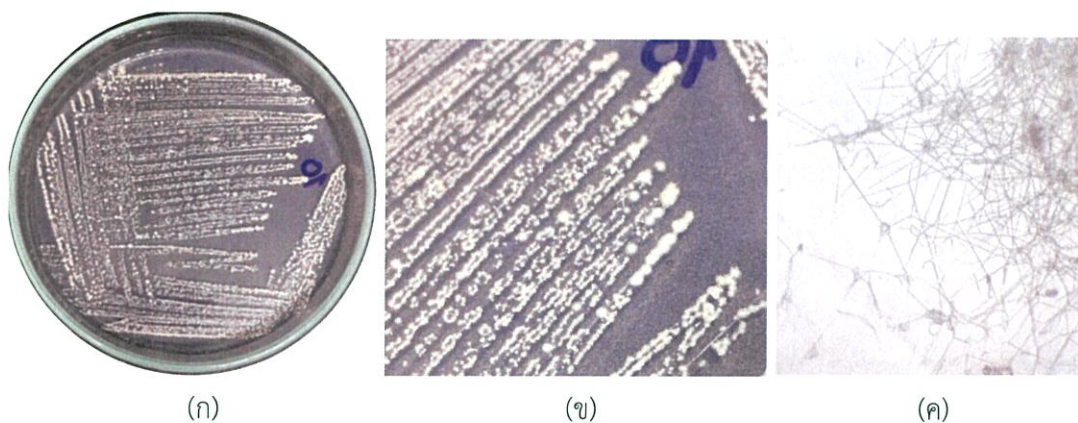
รูปที่ 4.72 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-4 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH10-5 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเขียว (Greenish Gray) และสร้างเส้นใยอาหารสีน้ำตาลแดงอมเทา (Grayish Reddish Brown) มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำแดงอมเทา(Grayish Red) สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นเกลียวซ้อนทับกัน 1-3 ชั้นอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



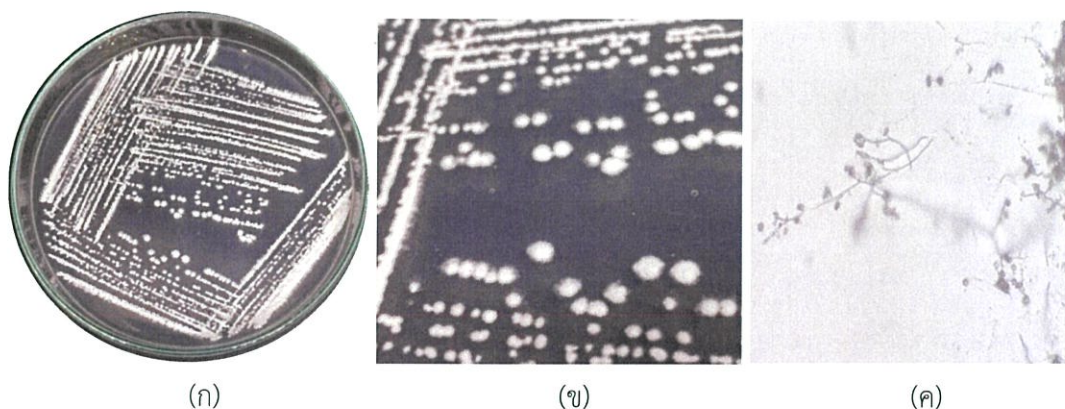
รูปที่ 4.73 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-5 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH10-6 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวเข้ม(Strong Greenish Yellow) สร้างเส้นใยอากาศสีเทากลาง (Medium Gray) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นสายตรง แตกแขนงอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



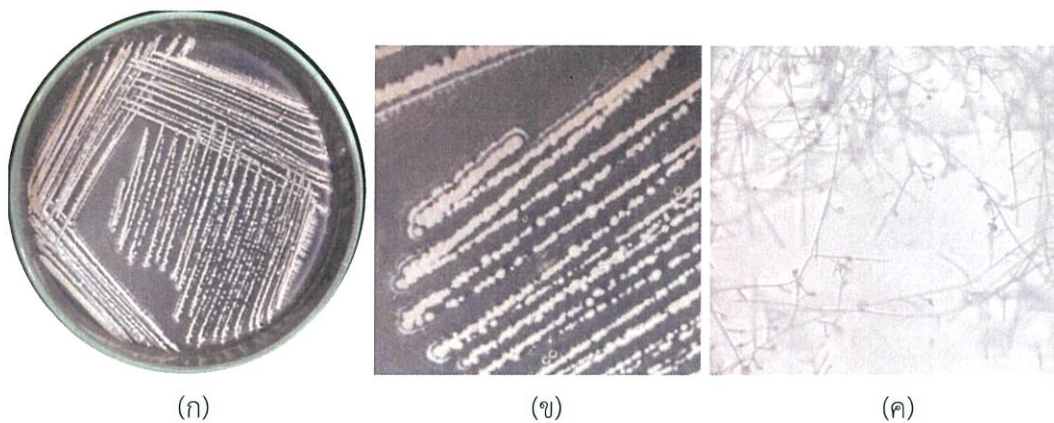
รูปที่ 4.74 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-6 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH10-7 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเทาสว่าง (Light Gray) และสร้างเส้นใยอาหารสีเขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



รูปที่ 4.75 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-7 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH10-8 เจริญได้ดีในอาหาร ISP2 สร้างเส้นใยอากาศสีเทาสว่าง (Light Gray) และสร้างเส้นใยอาหารสีเหลืองอมเขียวเข้ม (Strong Greenish Yellow) ไม่มีการสร้างรงควัตถุละลายน้ำ สร้างสายสปอร์มีลักษณะเป็นสายคล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดอยู่บนเส้นใยอาหาร มีลักษณะคล้ายคลึงกับเชื้อแอกติโนมัยสีทสกุล *Streptomyces*



รูปที่ 4.76 (ก)และ(ข) แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อไอโซเลตCH10-8 บนอาหาร ISP2 ระยะเวลา 14วัน
(ค) แสดงลักษณะของเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

ตารางที่ 4.2 ลักษณะการเจริญและสีของเชื้อแอคติโนมัยสีทบนอาหาร Yeast extract - Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH1-1	ดีมาก	แดงทึบ (Very Deep Red, 6.5r 1.7 8.4)	ขาว (White, 2.5pb 9.5 0.2)	น้ำตาลสว่าง (Light Brown, 5.4yr 5.4 4.8)
CH1-2	ดีมาก	เทาอมเขียว (Grayish Green, 8.8g 4.5 1.8)	เหลืองอมเขียวทึบ (Dark Greenish Yellow, 9.4y 5.9 6.3)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)
CH1-3	ดี	เหลืองอมเขียวทึบ (Dark Greenish Yellow, 9.4y 5.9 6.3)	เหลืองอมเขียวเข้ม (Strong Greenish Yellow, 9.2y 7.2 9.2)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)
CH1-4	ดี	เทาหมอกสว่าง (Light Olive Gray, 6.9y 5.5 1.3)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH1-5	ดี	ดำน้ำตาล (Brownish Black, 7.8yr 0.6 0.9)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH1-6	ดีมาก	ขาวเหลือง (Yellowish White, 4.5y 9.2 1.2)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH1-7	ดี	ม่วงจาง (Very Pale Purple, 5.5p 8.2 3.2)	ม่วงอมแดงสด (Vivid Reddish Purple, 1.0rp 3.0 14.0)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีพื้นฐานวิทยาของเชื้อแอสโคดิโนมัยสีทบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH1-8	ดีมาก	ฟ้าจาง (Pale Blue, 0.6pb 6.5 2.6)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH2-1	ดี	เทาอมเขียว (Grayish Green, 8.8g 4.5 1.8)	เหลืองอมเขียวทึบ (Dark Greenish Yellow, 9.4y 5.9 6.3)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)
CH2-2	ดีมาก	เทาอมเขียวเข้มทึบ (Dark Greenish Gray, 1.5bg 3.5 0.9)	เหลืองอมเขียวเข้ม (Strong Greenish Yellow, 9.2y 7.2 9.2)	-
CH2-3	ดี	ส้มกลาง (Moderate Orange, 4.6yr 6.5 8.2)	เหลืองอมเขียวสด (Vivid Greenish Yellow, 9.1y 8.2 12.0)	-
CH2-4	ดี	เขียวอมเหลืองกลาง (Moderate Yellow Green, 4.8gy 6.0 5.0)	เขียวมะกอกเข้ม (Dark Olive Green, 8.0gy 2.2 3.6)	มะกอกสว่าง (Light Olive, 8.2y 5.1 5.6)
CH2-5	ดี	ส้มอมน้ำตาล (Brownish Orange, 4.1yr 5.0 8.0)	เหลืองอมเขียวสด (Vivid Greenish Yellow, 9.1y 8.2 12.0)	-
CH2-6	ดี	เทาสว่าง (Light Gray, 6.7y 7.4 0.2)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีฐานวิทย์ของเชื้อแอกติโนมัยสีทบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH2-7	ดี	เทาอมฟ้าสว่าง (Light Bluish Gray, 8.2b 7.5 1.0)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH3-1	ดี	เทาอมเขียว (Greenish Gray, 7.5g 5.5 1.0)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH3-2	ดี	เขียวจาง (Pale Green, 7.6g 6.4 1.7)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH3-3	ดี	น้ำตาลสว่าง (Light Brown, 5.4yr 5.4 4.8)	เหลืองอมเขียวสด (Vivid Greenish Yellow, 9.1y 8.2 12.0)	-
CH3-4	ดี	เทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray, 3.0g 7.5 0.9)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH3-5	ดีมาก	น้ำตาลกลาง (Moderate Brown, 5.6yr 3.5 3.9)	น้ำตาลกลาง (Moderate Brown, 5.6yr 3.5 3.9)	-
CH3-6	ดีมาก	เหลืองอมส้มทึบ (Dark Orange Yellow, 9.3yr 6.0 7.9)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีของเชื้อแอคติโนมัยสีทบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

ชื่อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH3-7	ดี	ฟ้าจาง (Pale Blue, 0.6pb 6.5 2.6)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH4-1	ดีมาก	ขาวอมชมพู (Pinkish White, 5.8r 9.0 0.8)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH4-2	ดี	เขียวอมเทา (Grayish Green, 8.8g 4.5 1.8)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH4-3	ปานกลาง	ฟ้าจาง (Pale Blue, 0.6pb 6.5 2.6)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH4-4	ปานกลาง	ดำมะกอก (Olive Black, 9.0y 1.1 0.9)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH4-5	ปานกลาง	ขาวอมเขียว (Greenish White, 10.0g 9.2 0.8)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH4-6	ปานกลาง	เทาอมเหลือง (Yellowish Gray, 3.8y 7.4 1.4)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีพื้นฐานวิทยาของเชื้อแอสกีโนมัยสีทบนอาหารYeast extract
- Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรังควัตถุ
CH5-1	ดีมาก	เทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray, 3.0g 7.5 0.9)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH5-2	ดีมาก	ฟ้าจางมาก (Very Pale Blue, 1.5pb 8.3 3.3)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	เหลืองอมเขียวสว่าง (Brilliant Greenish Yellow, 9.8y 8.8 9.5)
CH5-3	ดีมาก	ฟ้าจาง (Pale Blue, 0.6pb 6.5 2.6)	น้ำตาลเหลืองอมเทา (Grayish Yellowish Brown, 9.5yr 4.6 2.1)	-
CH5-4	ดีมาก	เทาเมฆอกสว่าง (Light Olive Gray, 6.9y 5.5 1.3)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH5-5	ดีมาก	ขาว (White, 2.5pb 9.5 0.2)	เหลืองอมเทา (Grayish Yellow, 4.4y 7.2 3.8)	-
CH5-6	ดี	เทาอมฟ้า (Bluish Gray, 8.9b 5.5 0.9)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH5-7	ดี	เทากลาง (Medium Gray, 3.3gy 5.4 0.1)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีฐานวิทยาของเชื้อแอสคิโนมัยสีทบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH5-8	ดีมาก	เทาหม่นกอกสว่าง (Light Olive Gray, 6.9y 5.5 1.3)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH5-9	ดี	เขียวเหลืองอมเทา (Grayish Yellowish Green, 4.4gy 6.0 2.3)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH5-10	ดีมาก	ฟ้าจางมาก (Very Pale Blue, 1.5pb 8.3 3.3)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH6-1	ดีมาก	ชมพูอมเหลืองเข้ม (Strong Yellowish Pink, 8.4r 7.0 9.5)	เหลืองกลาง (Moderate Yellow, 3.8y 7.1 6.5)	-
CH6-2	ดีมาก	ขาว (White, 2.5pb 9.5 0.2)	น้ำตาลหม่นกอกกลาง (Moderate Olive Brown, 2.7y 3.6 5.5)	เหลืองอมเทาเข้ม (Dark Grayish Yellow, 3.8y 5.9 4.0)
CH6-3	ดีมาก	เทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray, 3.0g 7.5 0.9)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	น้ำตาลอมเหลือง เข้ม (Dark Yellowish Brown, 9.4yr 2.3 3.3)
CH6-4	ดีมาก	เหลืองอมส้มทึบ (Dark Orange Yellow, 9.3yr 6.0 7.9)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีของเชื้อแอคติโนมัยสีทบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH6-5	ดี	เขียวจาง (Pale Green, 7.6g 6.4 1.7)	เทาหม่นกอกสว่าง (Light Olive Gray, 6.9y 5.5 1.3)	-
CH6-6	ดี	เขียวจาง (Pale Green, 7.6g 6.4 1.7)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH6-7	ดี	เทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray, 3.0g 7.5 0.9)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH7-1	ดีมาก	ขาวอมเหลือง (Yellowish White, 4.5y 9.2 1.2)	น้ำตาลอมแดงเข้ม (Strong Reddish Brown, 0.3yr 3.1 9.9)	-
CH7-2	ดีมาก	เขียวจาง (Pale Green, 7.6g 6.4 1.7)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH7-3	ดีมาก	เหลืองจาง (Pale Yellow, 4.7y 9.0 3.8)	เหลืองเข้ม (Strong Yellow, 3.7y 7.2 9.3)	เหลืองสด (Vivid Yellow, 3.3y 8.0 14.3)
CH7-4	ดี	เขียวจาง (Pale Green, 7.6g 6.4 1.7)	หม่นกอกสว่าง (Light Olive, 8.2y 5.1 5.6)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยสีทบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH7-5	ดีมาก	เทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray, 3.0g 7.5 0.9)	เทากลาง (Medium Gray, 3.3gy 5.4 0.1)	-
CH7-6	ปานกลาง	เทาอมแดงเข้ม (Dark Reddish Gray, 6.0r 3.4 1.0)	ดำอมแดง (Reddish Black, 2.0r 0.9 0.9)	-
CH7-7	ปานกลาง	น้ำตาลอมแดงกลาง (Moderate Reddish Brown, 9.0r 3.4 5.2)	ส้มอมแดงเข้ม (Strong Reddish Orange, 9.3r 5.4 12.2)	-
CH7-8	ดีมาก	เทาอมฟ้าสว่าง (Light Bluish Gray, 8.2b 7.5 1.0)	มะกอกเทาสว่าง (Light Grayish Olive, 7.85y 5.5 2.5)	-
CH7-9	ดีมาก	เขียวจาง (Pale Green, 7.6g 6.4 1.7)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH8-1	ดี	ขาว (White, 2.5pb 9.5 0.2)	เทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray, 3.0g 7.5 0.9)	เหลืองสด (Vivid Yellow, 3.3y 8.0 14.3)
CH8-2	ดีมาก	เหลืองจาง (Pale Yellow, 4.7y 9.0 3.8)	เหลืองเข้ม (Strong Yellow, 3.7y 7.2 9.3)	เหลืองสด (Vivid Yellow, 3.3y 8.0 14.3)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีฐานวิทยาของเชื้อแอสโคไมซีตบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH8-3	ดี	เทากลาง (Medium Gray, 3.3gy 5.4 0.1)	เหลืองอมเขียวอ่อน (Light Greenish Yellow, 9.8y 8.9 7.0)	-
CH8-4	ดี	เทาเข้ม (Dark Gray, 2.5pb 3.5 0.0)	เหลืองเขียวอมเทา (Grayish Greenish Yellow, 9.0y 7.2 3.9)	-
CH8-5	ดีมาก	ชมพูอมเหลืองสด (Vivid Yellowish Pink, 8.0r 8.0 13.0)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH8-6	ดี	ขาวอมชมพู (Pinkish White, 5.8r 9.0 0.8)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	-
CH8-7	ดีมาก	เทาอมฟ้าสว่าง (Light Bluish Gray, 8.2b 7.5 1.0)	เทาอมเหลือง (Yellowish Gray, 3.8y 7.4 1.4)	-
CH9-1	ดีมาก	เทาอมเขียวสว่าง (Light Greenish Gray, 3.0g 7.5 0.9)	เหลืองอมเทา (Grayish Yellow, 4.4y 7.2 3.8)	-
CH9-2	ดีมาก	เหลืองจาง (Pale Yellow, 4.7y 9.0 3.8)	เหลืองเข้ม (Strong Yellow, 3.7y 7.2 9.3)	เหลืองสด (Vivid Yellow, 3.3y 8.0 14.3)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีพื้นฐานวิทยาของเชื้อแอสทีโนมัยสีทบนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH9-3	ดี	ม่วงจาง (Pale Purple, 7.9p 6.4 3.1)	เทาอมม่วงสว่าง (Light Purplish Gray, 0.3rp 7.5 1.1)	-
CH9-4	ปานกลาง	ชมพูสว่าง (Light Pink, 2.6r 8.5 4.0)	เหลืองอมเขียวกลาง (Moderate Greenish Yellow, 9.5y 7.1 6.5)	เหลืองสด (Vivid Yellow, 3.3y 8.0 14.3)
CH9-5	ปานกลาง	เทามะกอกสว่าง (Light Olive Gray, 6.9y 5.5 1.3)	เหลืองอมเทา (Grayish Yellow, 4.4y 7.2 3.8)	-
CH9-6	ดี	น้ำตาลอมแดงเข้ม (Dark Reddish Brown, 9.6r 1.3 3.6)	เหลืองสว่าง (Light Yellow, 4.3y 8.8 6.8)	-
CH9-7	ดีมาก	ขาวอมเขียว(Greenish White, 8.7g 1.0 0.7)	ดำอมน้ำตาล (Brownish Black, 7.8yr 0.6 0.9)	-
CH10-1	ดีมาก	เทาอมเขียว (Greenish Gray, 7.5g 5.5 1.0)	น้ำตาลแดงอมเทา (Grayish Reddish Brown, 9.0r 3.4 2.4)	แดงอมเทา (Grayish Red, 4.0r 4.4 4.8)
CH10-2	ดีมาก	ฟ้าจาง (Pale Blue, 0.6pb 6.5 2.6)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ลักษณะการเจริญและสีฐานวิทยาของเชื้อแอสคิโนมัยส์ที่บนอาหารYeast extract – Malt extract agar ระยะเวลา 14 วัน

เชื้อ	การเจริญ	สีเส้นใยอากาศ	สีเส้นใยอาหาร	สีรงควัตถุ
CH10-3	ดีมาก	ฟ้าสว่างมาก (Very Light Blue, 2.7pb 7.9 6.0)	เหลืองเขียวอมเทา (Grayish Greenish Yellow, 9.0y 7.2 3.9)	-
CH10-4	ดี	เขียวเหลืองอมเทา (Grayish Yellowish Green, 4.4gy 6.0 2.3)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH10-5	ดีมาก	เทาอมเขียว (Greenish Gray, 7.5g 5.5 1.0)	น้ำตาลแดงอมเทา (Grayish Reddish Brown, 9.0r 3.4 2.4)	แดงอมเทา (Grayish Red, 4.0r 4.4 4.8)
CH10-6	ดี	เทากลาง (Medium Gray, 3.3gy 5.4 0.1)	เหลืองอมเขียวเข้ม (Strong Greenish Yellow, 9.2y 7.2 9.2)	-
CH10-7	ดี	เทาสว่าง (Light Gray, 6.7y 7.4 0.2)	เขียวอมเหลืองสว่าง (Light Yellow Green, 5.0gy 8.4 5.6)	-
CH10-8	ดี	เทาสว่าง (Light Gray, 6.7y 7.4 0.2)	เหลืองอมเขียวเข้ม (Strong Greenish Yellow, 9.2y 7.2 9.2)	-

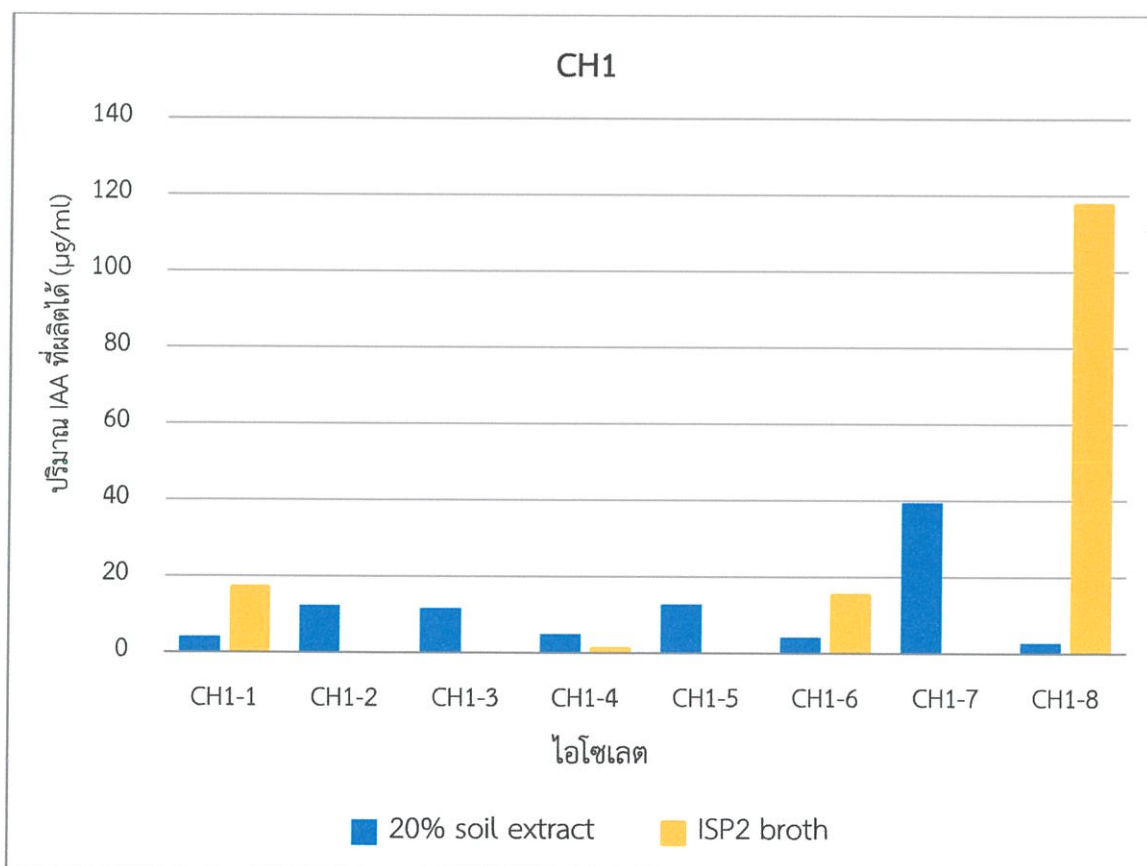
4.3 ผลการทดสอบความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช

4.3.1 การทดสอบการผลิตกรดอินโดล- 3- อะซิติก (indole-3-acitic acid)

จากการทดสอบเชื้อแอสคิโนมัยส์ที่มีความสามารถในการสร้างสารกรดอินโดล-3-อะซิติก จากการเลี้ยงเชื้อในอาหาร ISP2 broth และ อาหาร 20% soil extract โดยนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตร พบว่าเชื้อแอสคิโนมัยส์ที่เลี้ยงในอาหาร 20% soil extract 74 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติกได้ และมีไอโซเลต CH1-7 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด และเชื้อแอสคิโนมัยส์ที่เลี้ยงในอาหาร ISP2 broth 57 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติกได้ และมีไอโซเลต CH5-2 CH8-2 CH9-2 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิดิก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH1

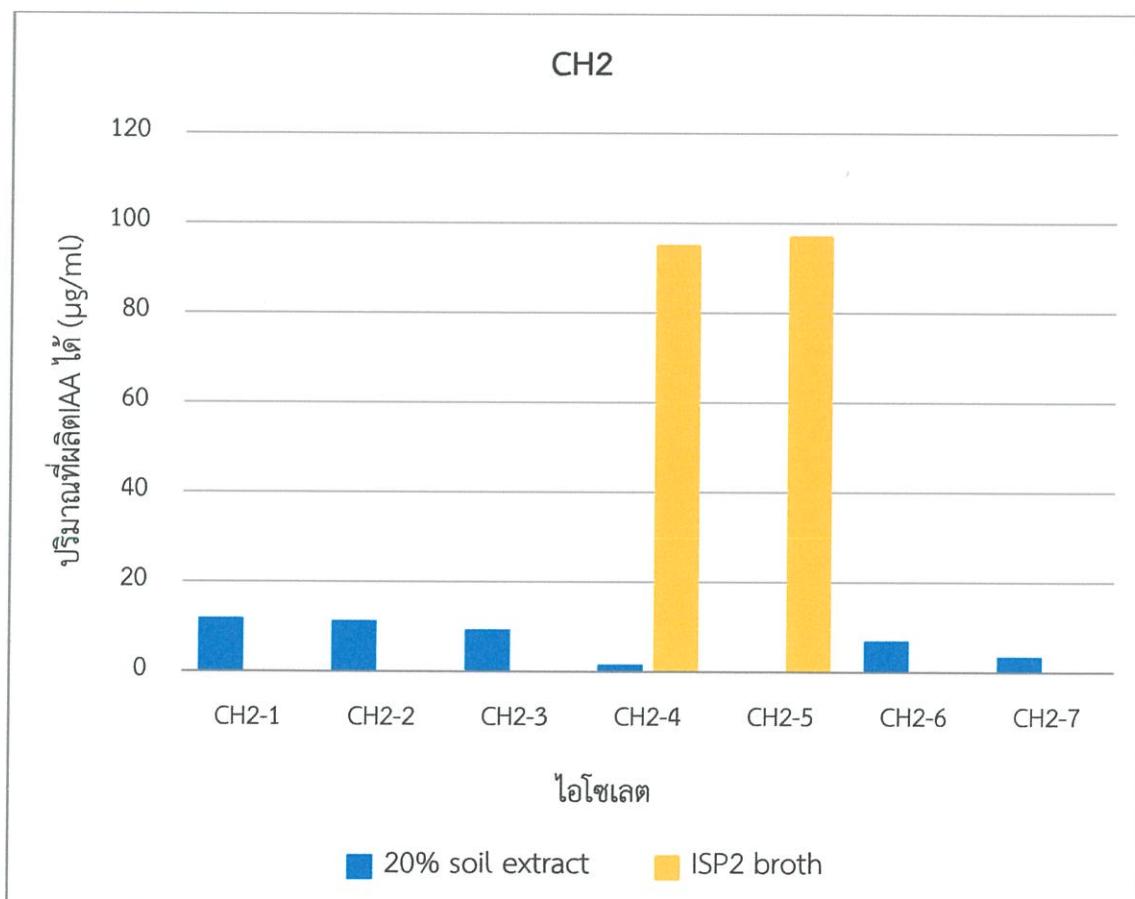
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH1-1	17.40741	4.061538
CH1-2	0	12.21538
CH1-3	0	11.6
CH1-4	1.481481	4.830769
CH1-5	0	12.67692
CH1-6	15.55556	4.215385
CH1-7	0	39.44615
CH1-8	118	2.676923



รูปที่ 4.77 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH1

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH2

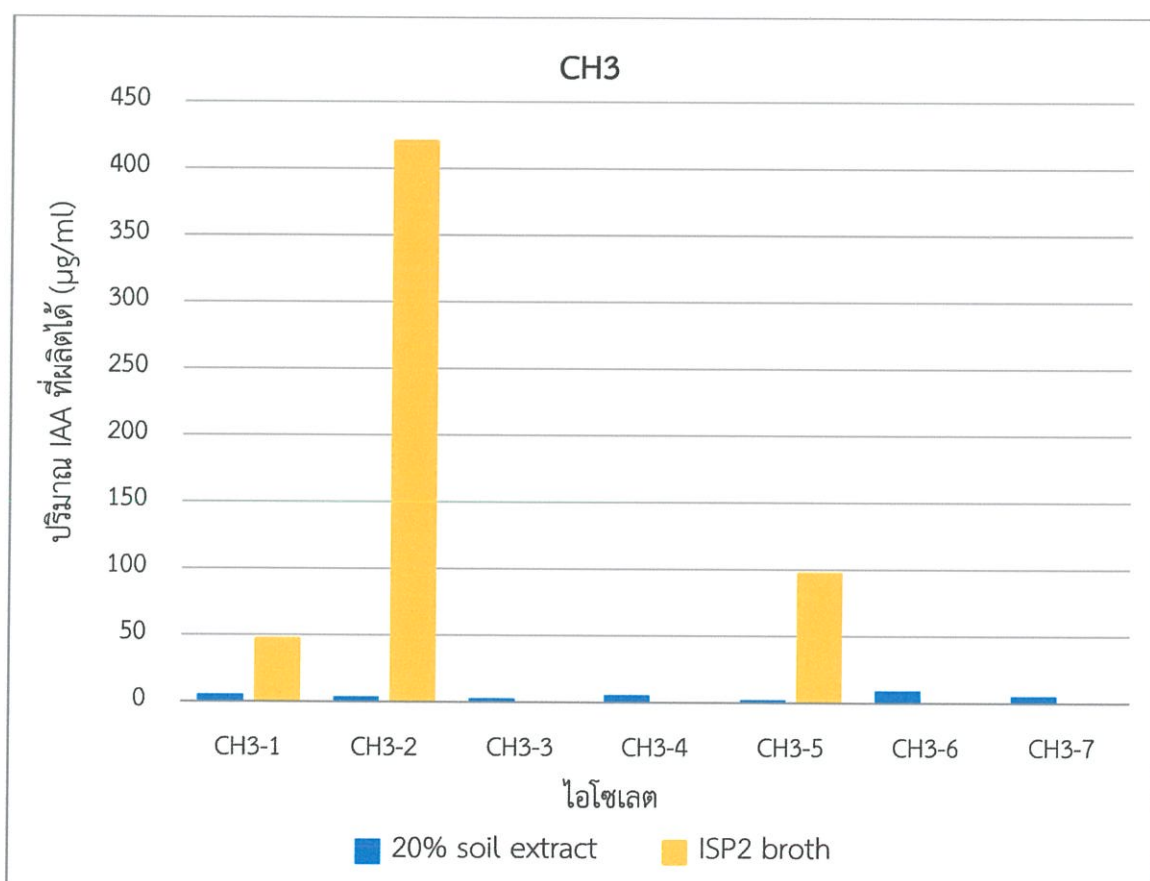
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH2-1	0	11.90769
CH2-2	0	11.29231
CH2-3	0	9.292308
CH2-4	95.11111	1.6
CH2-5	97.11111	0.061538
CH2-6	0	6.984615
CH2-7	0	3.446154



รูปที่ 4.78 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH2

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH3

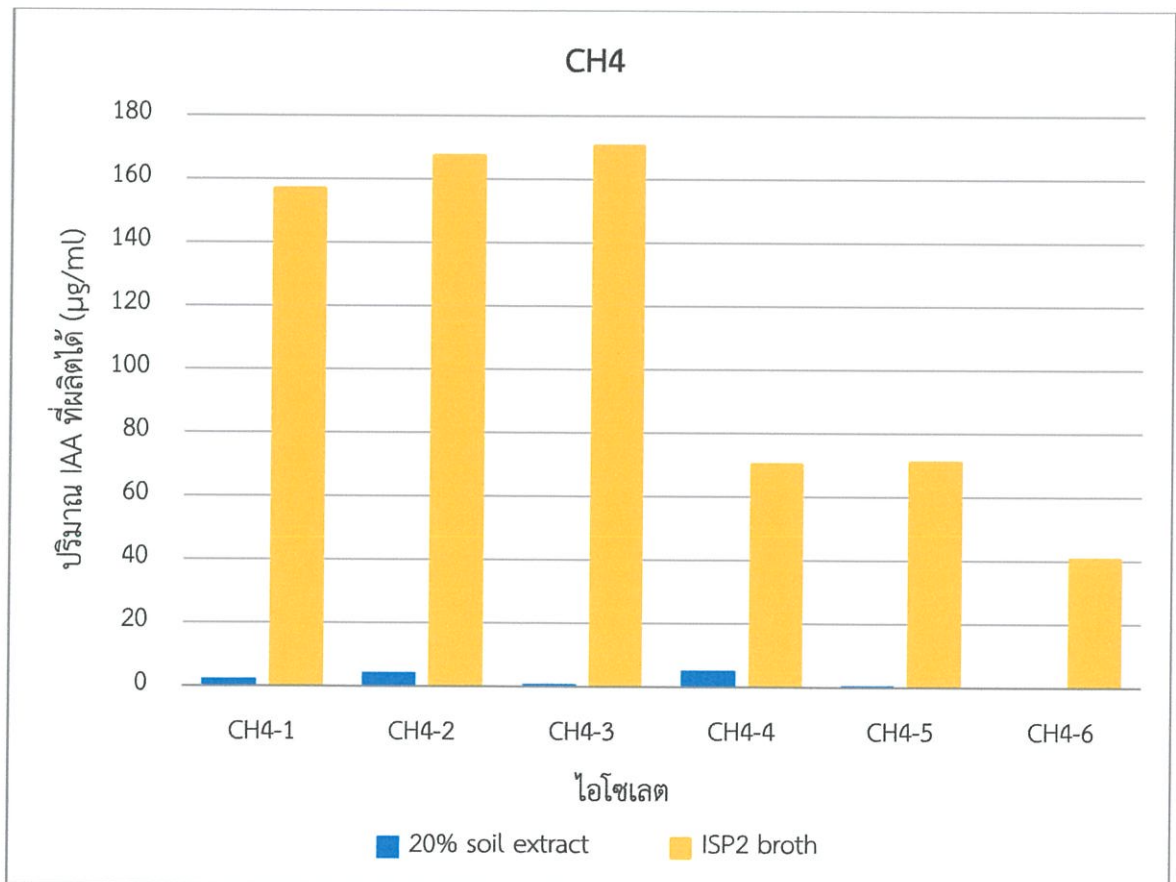
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH3-1	48	5.292308
CH3-2	421.2593	3.6
CH3-3	0	2.523077
CH3-4	0	5.446154
CH3-5	98	2.061538
CH3-6	0	8.984615
CH3-7	0	4.984615



รูปที่ 4.79 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH3

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH4

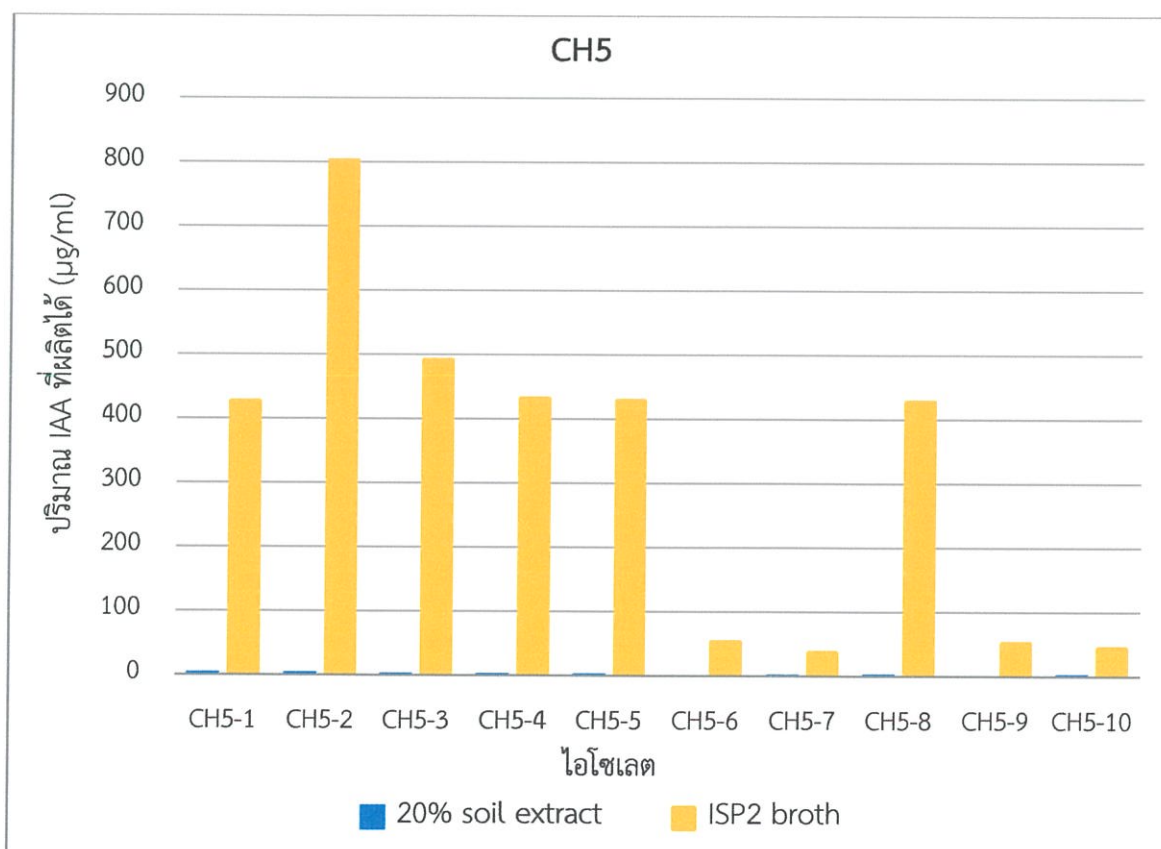
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH4-1	157.333	2.369231
CH4-2	167.7037	4.369231
CH4-3	170.963	0.830769
CH4-4	70.66667	5.138462
CH4-5	71.40741	0.523077
CH4-6	41.03704	0



รูปที่ 4.80 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH4

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH5

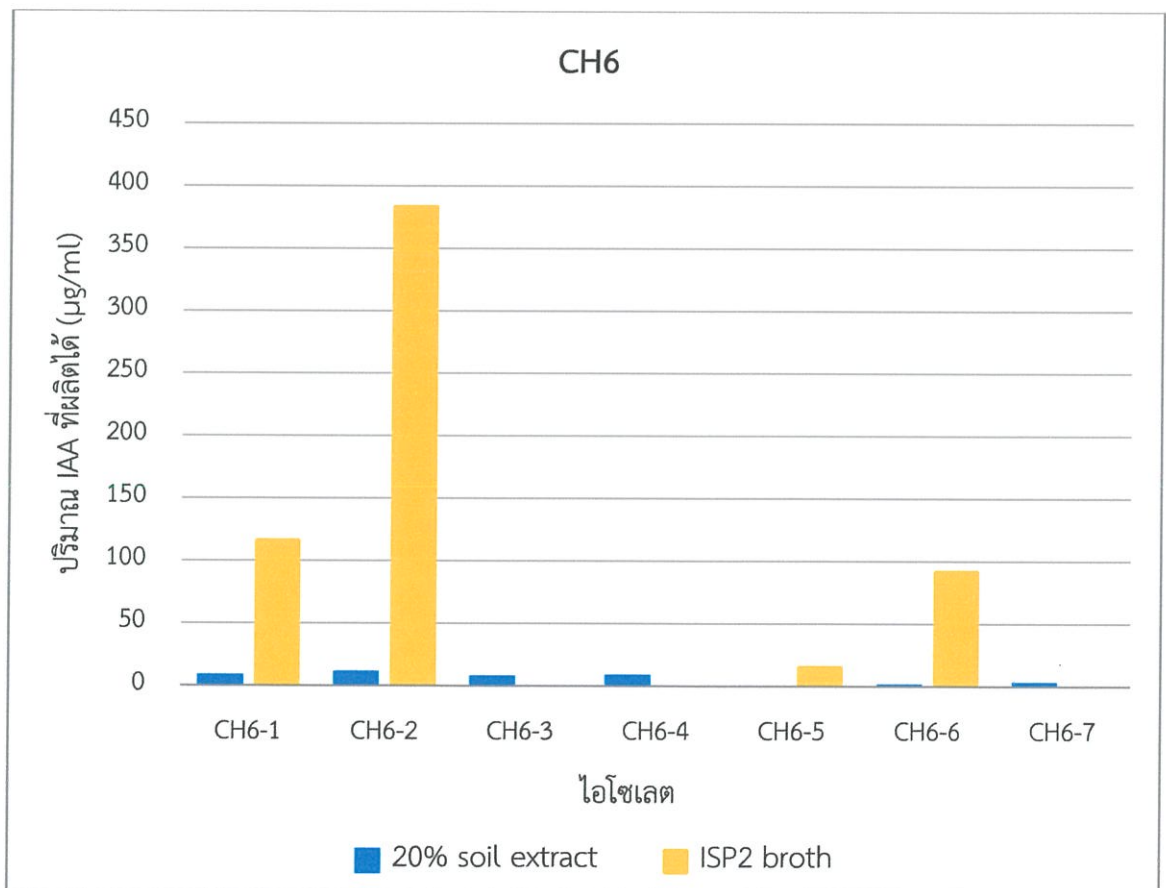
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH5-1	429.3333	4.830769
CH5-2	805.037	4.830769
CH5-3	494.8889	3.446154
CH5-4	434.8889	3.753846
CH5-5	431.5556	3.753846
CH5-6	56.2963	0
CH5-7	39.62963	2.830769
CH5-8	430.4444	3.753846
CH5-9	54.44444	0.523077
CH510	47.03704	3.753846



รูปที่ 4.81 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH5

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH6

ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH6-1	117.4074	8.984615
CH6-2	384.5926	11.90769
CH6-3	0	8.369231
CH6-4	0	9.292308
CH6-5	16.59259	0.523077
CH6-6	92.88889	1.907692
CH6-7	0	3.446154

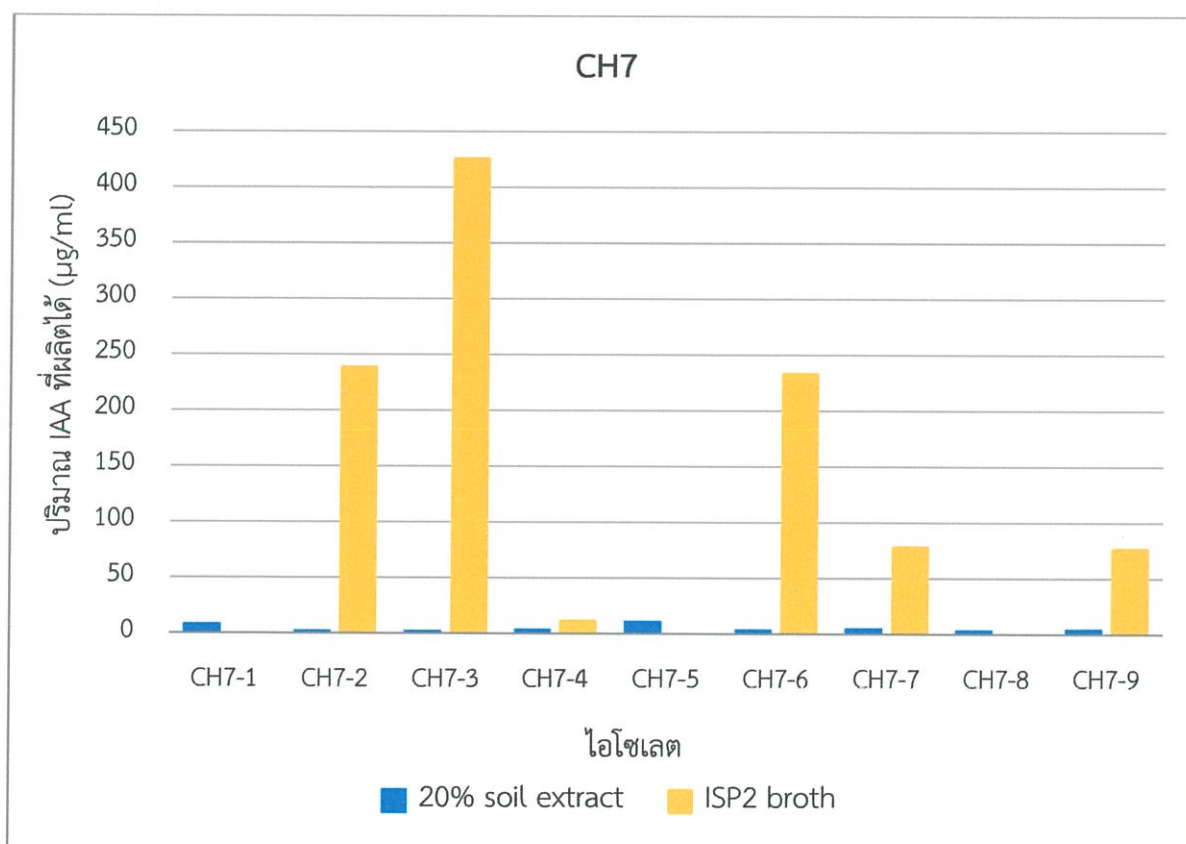


รูปที่ 4.8.2 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของ

ไอโซเลต CH6

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH7

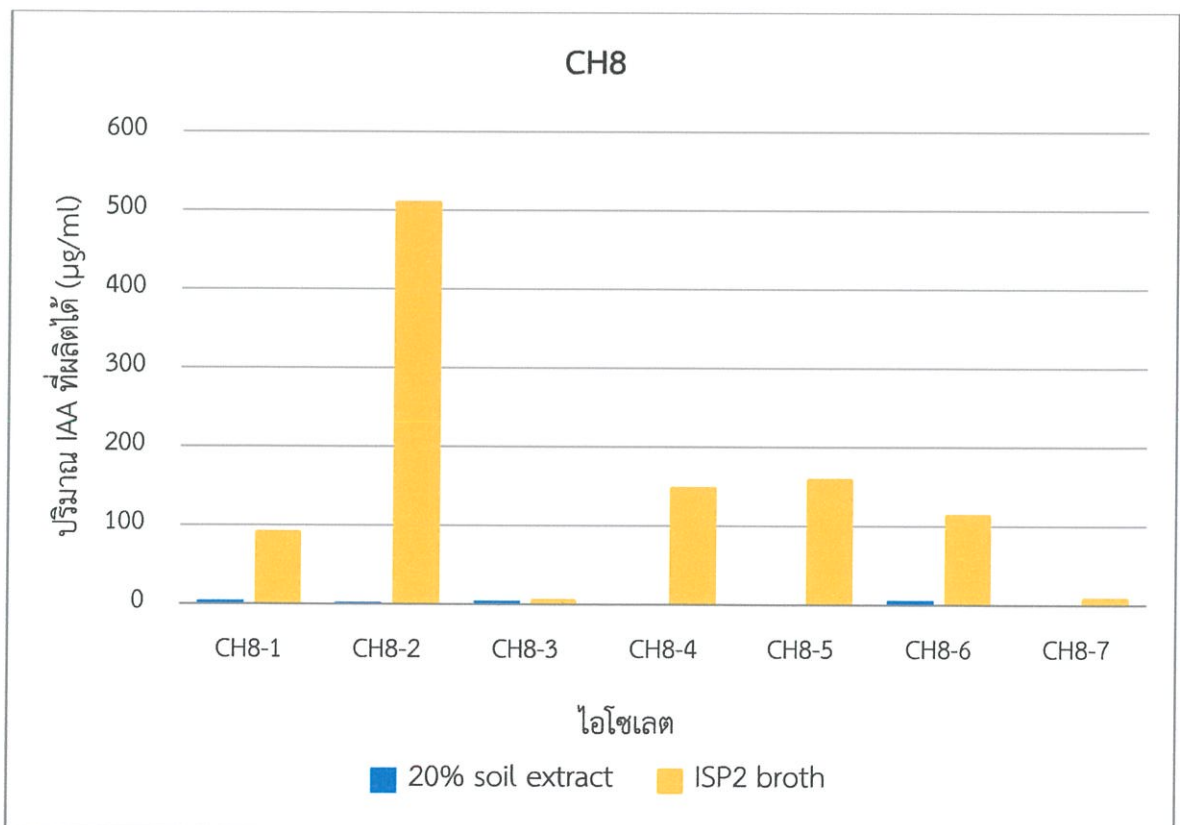
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH7-1	0	8.984615
CH7-2	239.6296	2.830769
CH7-3	426.6667	2.830769
CH7-4	12.44444	4.215385
CH7-5	0	11.44615
CH7-6	234.0741	4.369231
CH7-7	79.11111	5.446154
CH7-8	0	4.061538
CH7-9	77.62963	4.830769



รูปที่ 4.83 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH7

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิดิก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH8

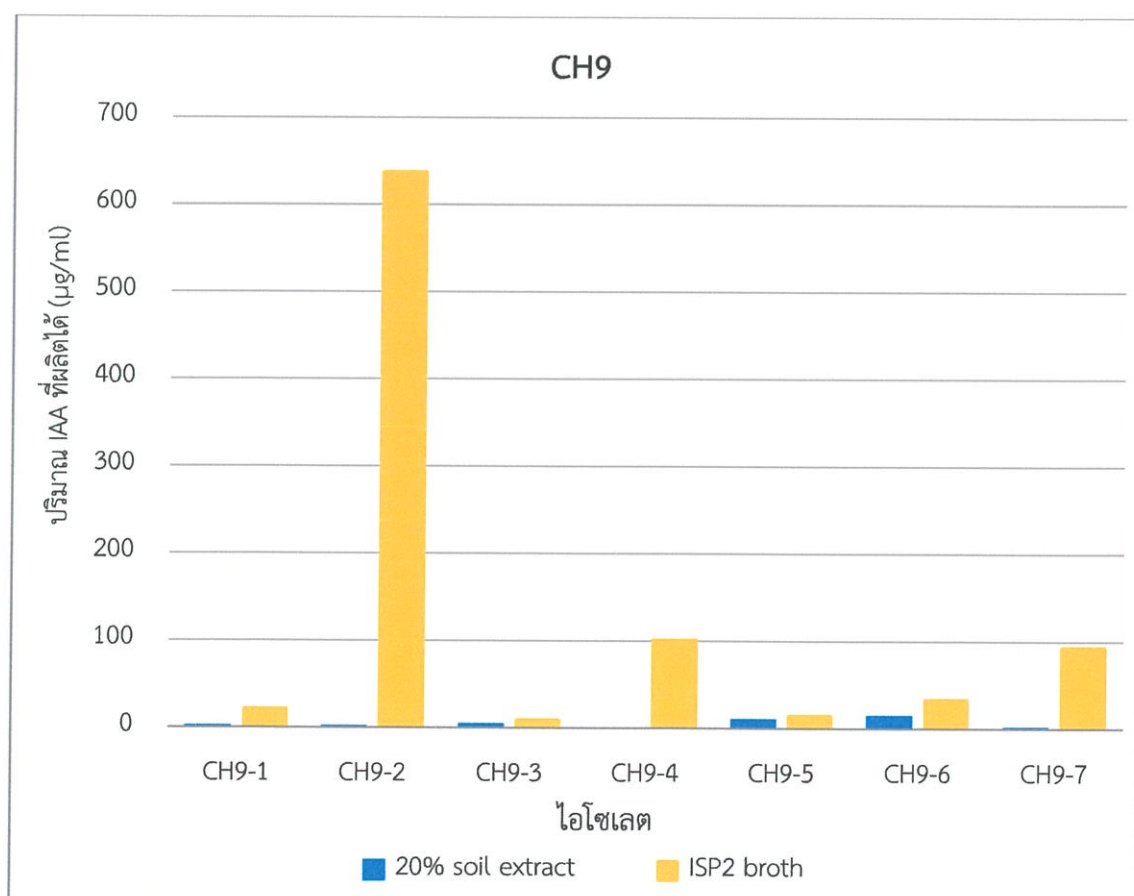
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH8-1	92.88889	3.907692
CH8-2	511.4084	1.753846
CH8-3	6.296296	3.907692
CH8-4	149.3333	0.984615
CH8-5	160.2963	1.292308
CH8-6	114.8889	5.753846
CH8-7	9.333333	0.984615



รูปที่ 4.84 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของ ไอโซเลต CH8

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซีติก (indole-3-acitic acid) ของไอโซเลต CH9

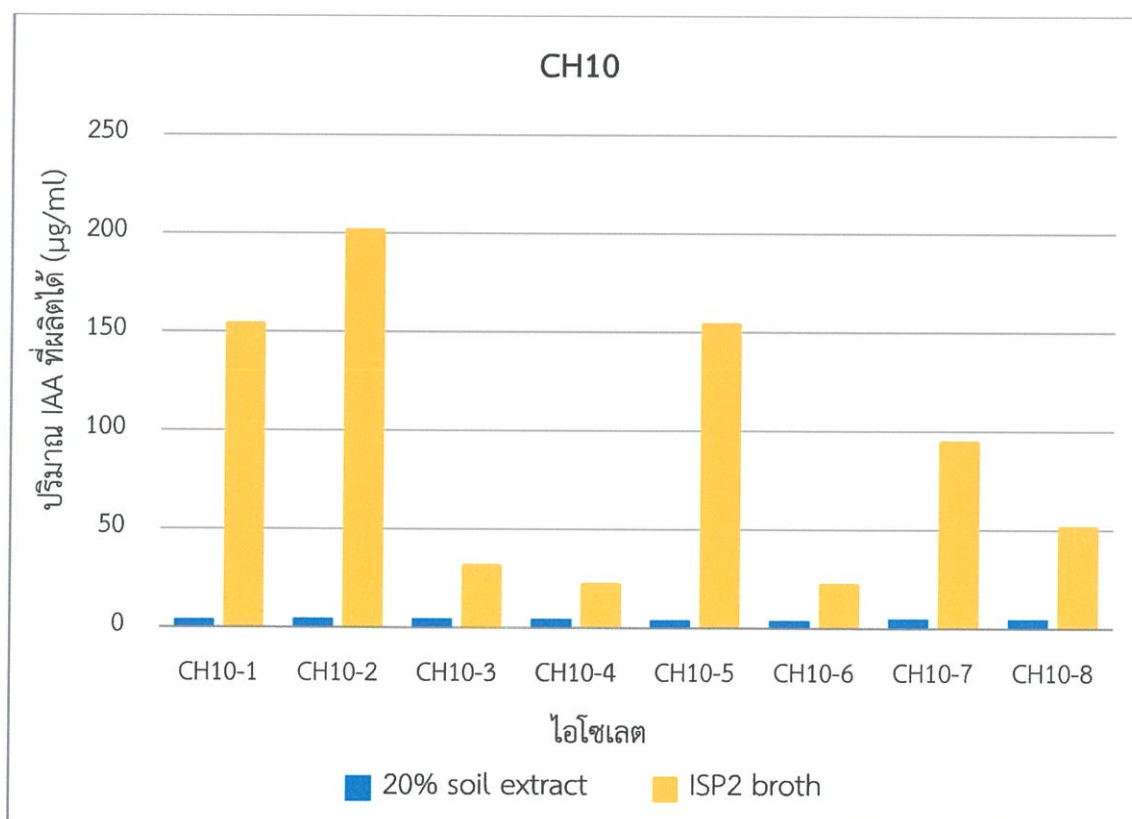
ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH9-1	22.81481	2.523077
CH9-2	639.1111	2.215385
CH9-3	10.66667	5.138462
CH9-4	102.5926	0.984615
CH9-5	16	11.13846
CH9-6	34.88889	15.13846
CH9-7	94.81481	2.153846



รูปที่ 4.85 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH9

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ของไอโซเลต CH10

ไอโซเลต	ปริมาณ IAA ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH10-1	154.6667	4.061538
CH10-2	202.0741	4.523077
CH10-3	32.14815	4.523077
CH10-4	22.96296	4.523077
CH10-5	154.6667	4.061538
CH10-6	22.81481	3.907692
CH10-7	95.18519	4.830769
CH10-8	52	4.676923



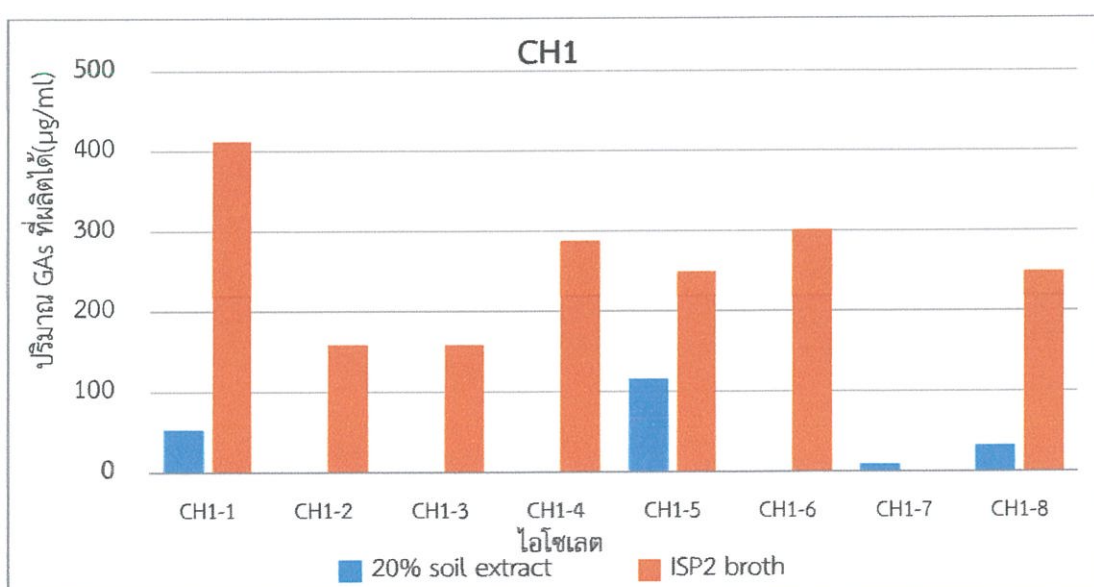
รูปที่ 4.86 แสดงผลปริมาณ IAA ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของ ไอโซเลต CH10

4.3.2 การทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid)

จากการทดสอบเชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการสร้าง จิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) จากการเลี้ยงเชื้อในอาหาร ISP2 broth และ อาหาร 20% soil extract โดยนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 254 นาโนเมตร พบว่าเชื้อแอคติโนมัยสีทที่เลี้ยงในอาหาร 20% soil extract 55 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ได้ และมีไอโซเลต CH5-5 CH8-1 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด และเชื้อแอคติโนมัยสีทที่เลี้ยงในอาหาร ISP2 broth 67 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ได้ และมีไอโซเลต CH1-1 CH10-7 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH1

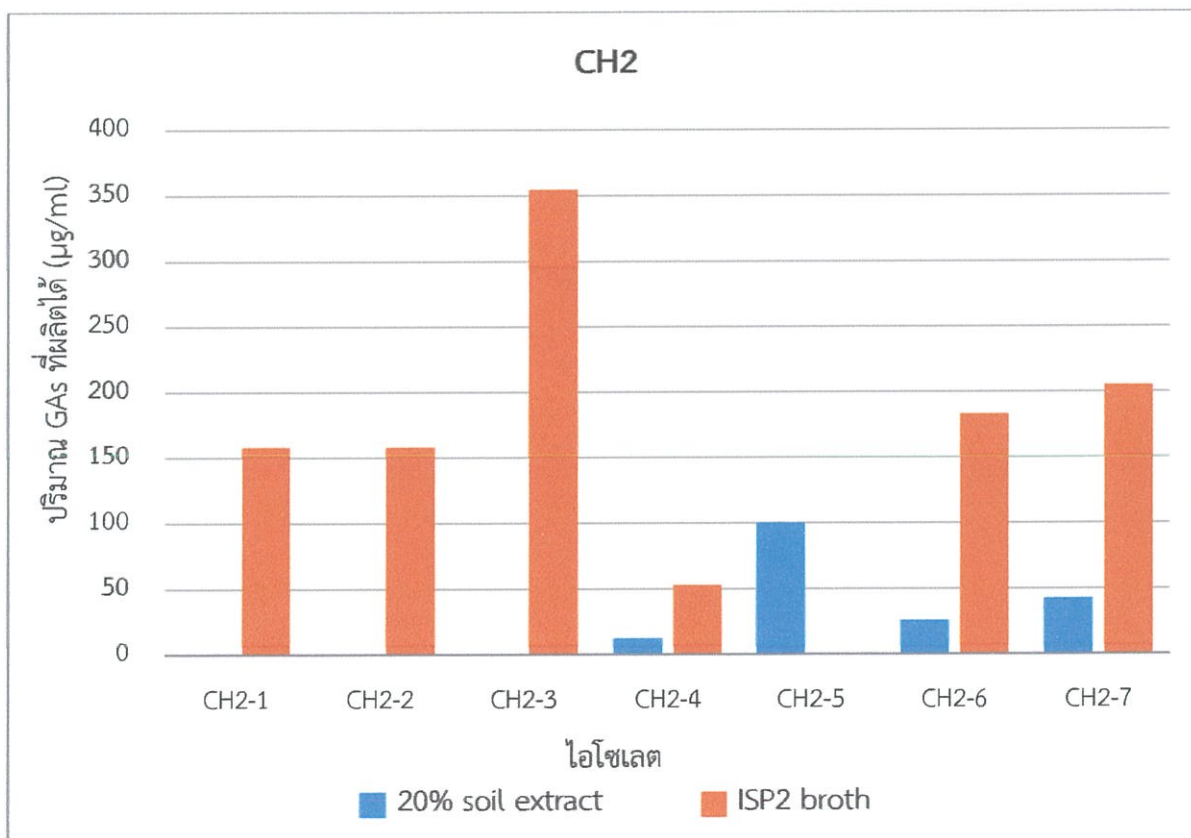
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH1-1	411.8519	52.83784
CH1-2	158.1481	0
CH1-3	158.1481	0
CH1-4	288.2222	0
CH1-5	248.8889	115.5405
CH1-6	300.7407	0
CH1-7	0	9.324324
CH1-8	249.3333	32.02703



รูปที่ 4.87 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของ ไอโซเลต CH1

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของไอโซเลต CH2

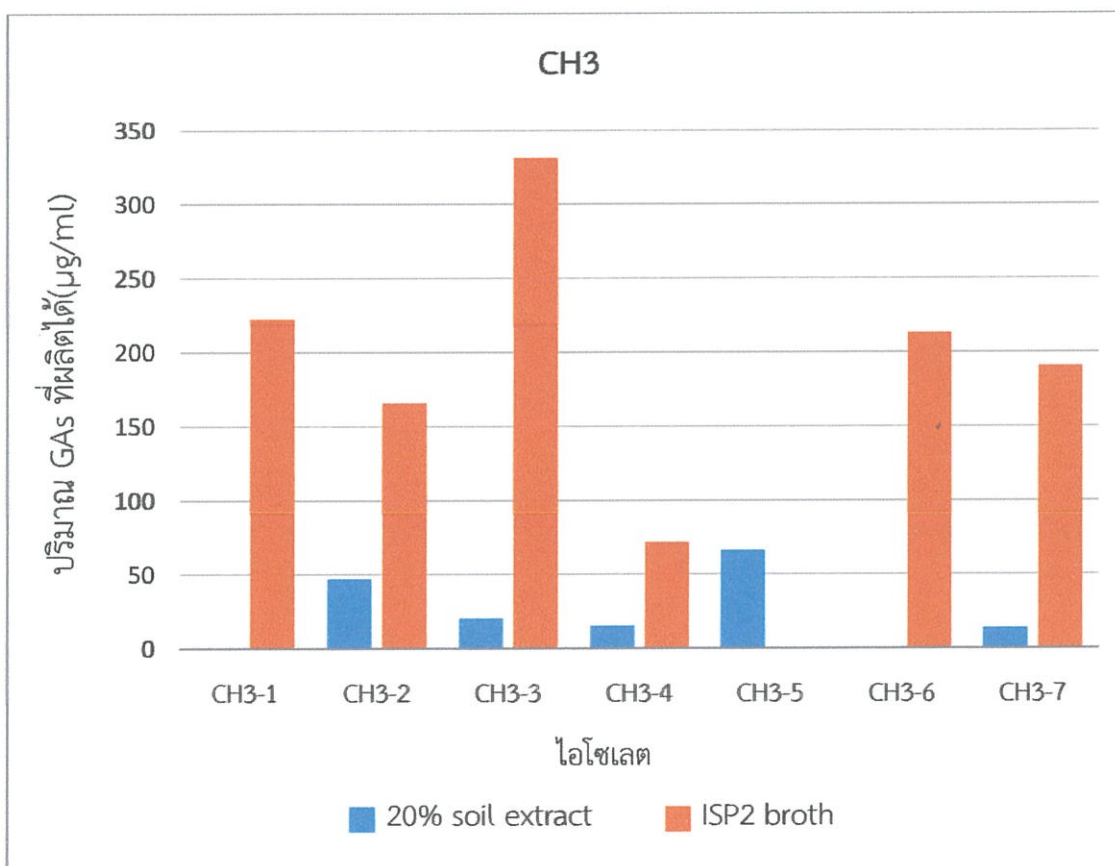
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH2-1	158.14815	0
CH2-2	158.14815	0
CH2-3	354.44444	0
CH2-4	52.888889	12.56757
CH2-5	0	99.86486
CH2-6	183.11111	26.08108
CH2-7	204.8889	42.83784



รูปที่ 4.88 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH2

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของไอโซเลต CH3

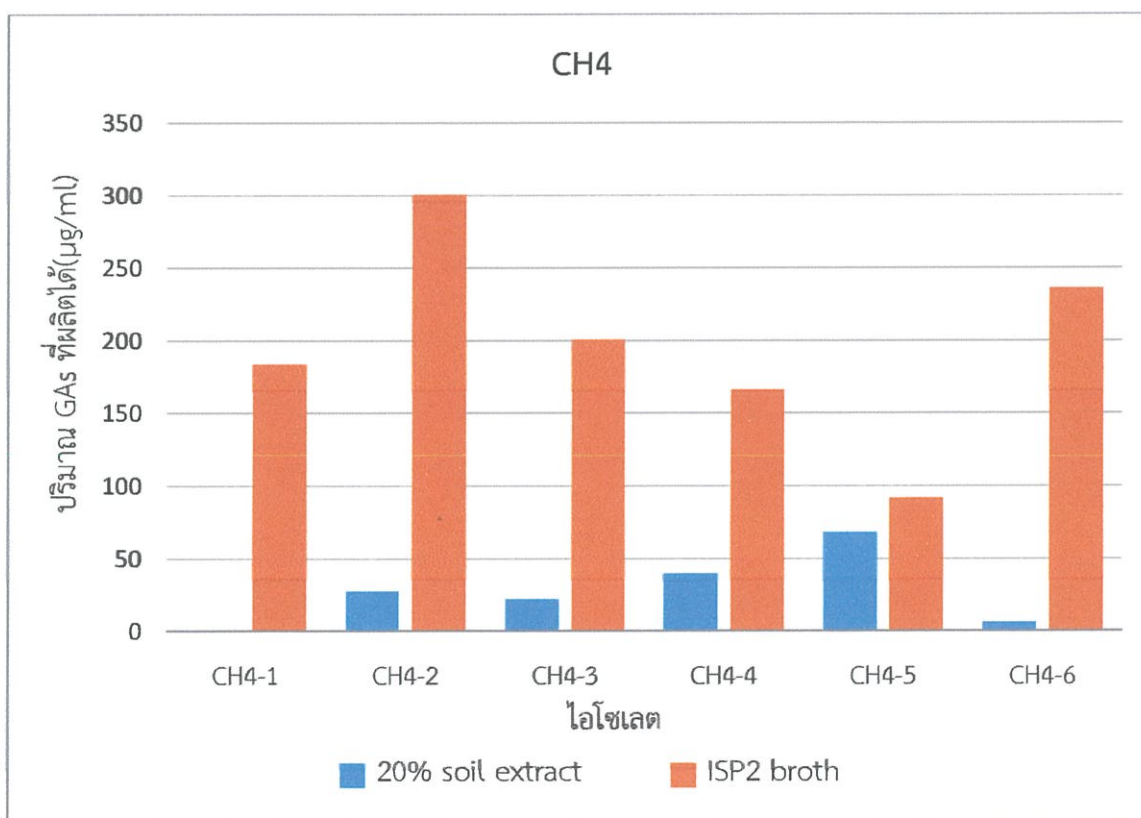
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH3-1	222.6667	0
CH3-2	165.4815	46.89189
CH3-3	330.963	20.40541
CH3-4	71.55556	15.27027
CH3-5	0	66.08108
CH3-6	212.6667	0.675676
CH3-7	190.4444	13.64865



รูปที่ 4.89 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH3

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของไอโซเลต CH4

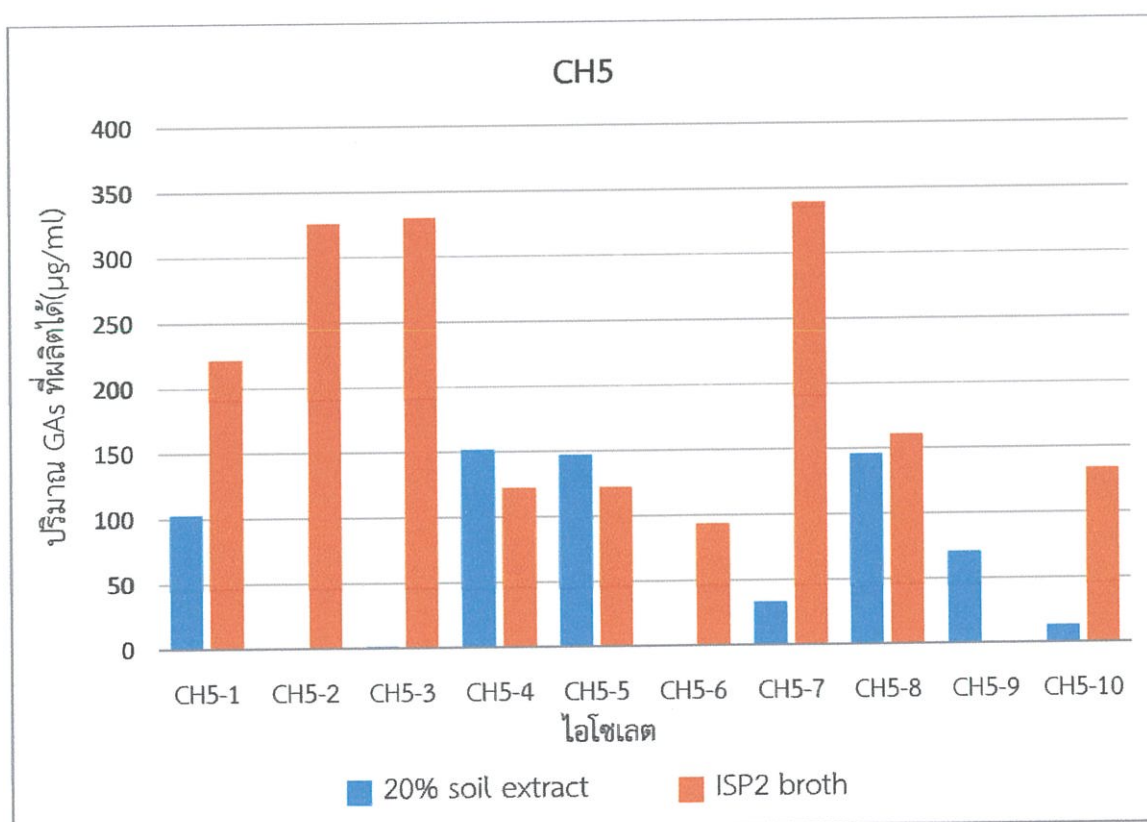
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH4-1	183.7778	0
CH4-2	300.4444	27.43243
CH4-3	200.7407	21.75676
CH4-4	166	39.86486
CH4-5	91.55556	67.97297
CH4-6	236	6.081081



รูปที่ 4.90 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH4

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของไอโซเลต CH5

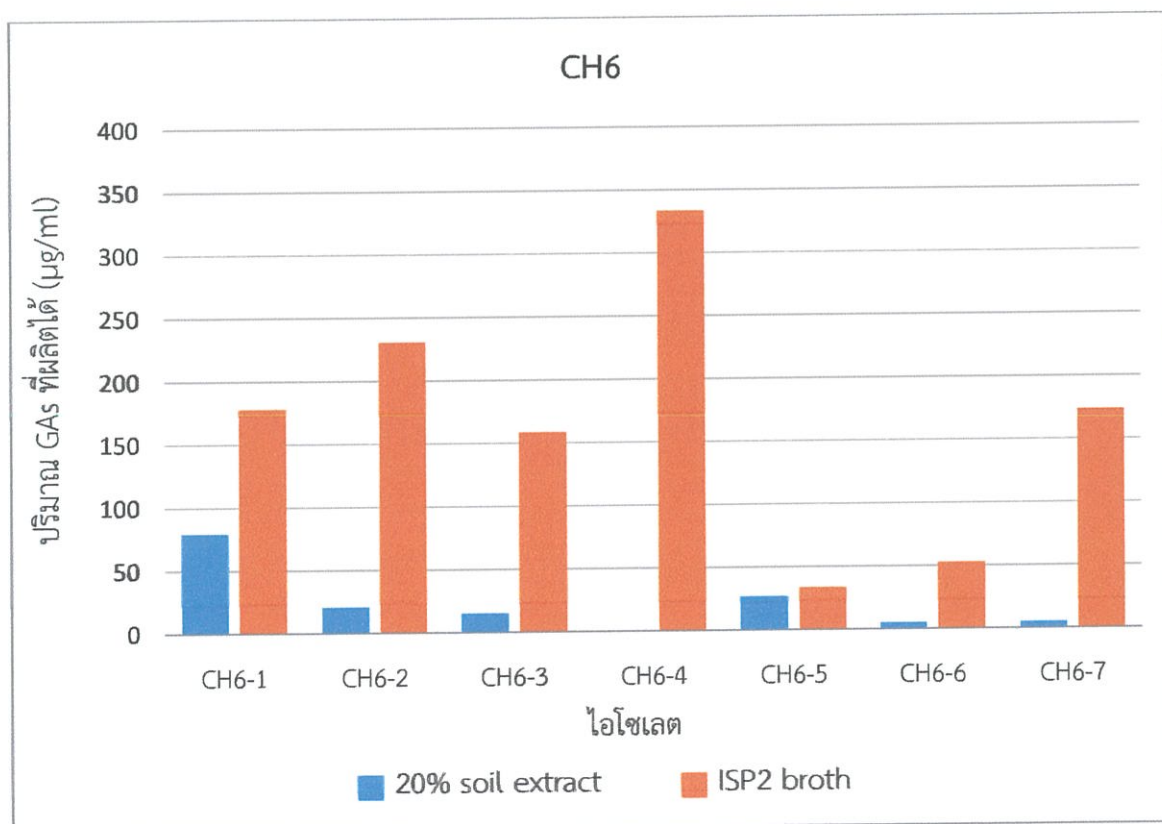
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH5-1	221.3333	102.8378
CH5-2	325.4815	0
CH5-3	329.5259	1.216216
CH5-4	122.0741	151.4865
CH5-5	122.0741	147.1622
CH5-6	93.33333	0
CH5-7	339.5556	32.83784
CH5-8	160.4444	145.8108
CH5-9	0	70.67568
CH510	133.6296	13.10811



รูปที่ 4.91 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH5

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH6

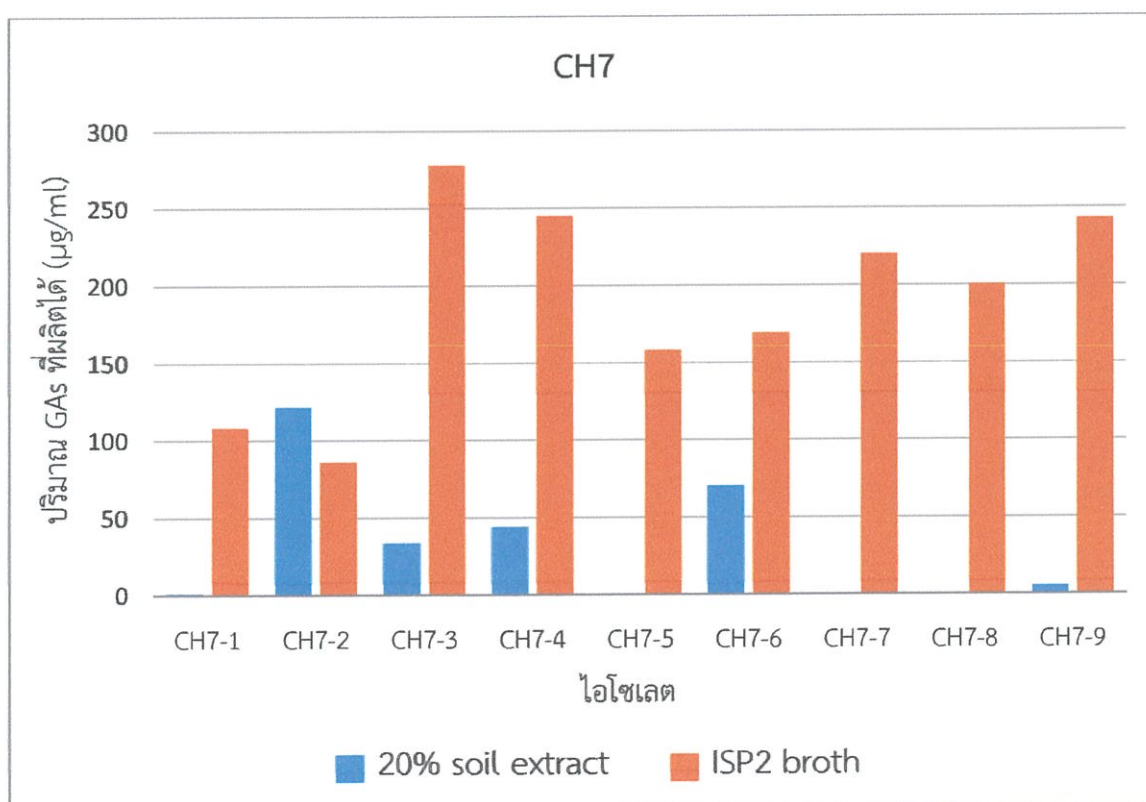
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH6-1	178.0741	79.324324
CH6-2	230.4444	20.67568
CH6-3	158	15
CH6-4	333.6296	0
CH6-5	33.62963	26.62162
CH6-6	52.88889	4.72973
CH6-7	173.6296	4.72973



รูปที่ 4.92 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของ ไอโซเลต CH6

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของไอโซเลต CH7,

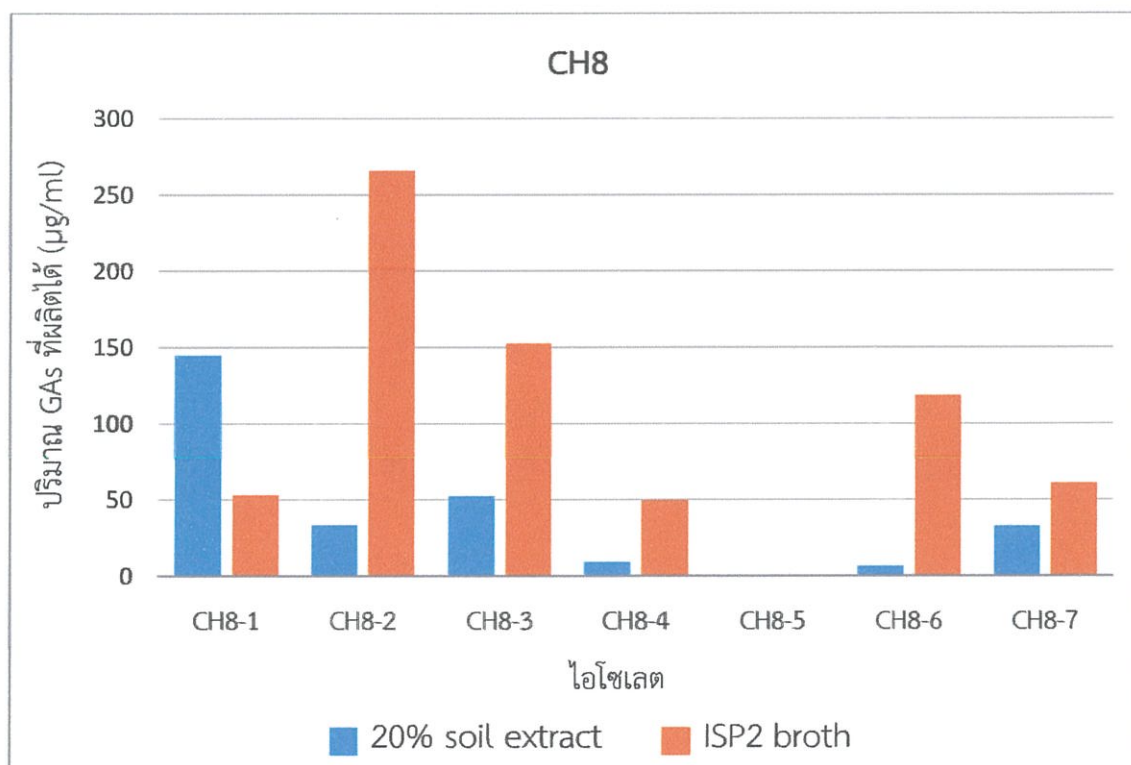
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH7-1	108.1481	0.675676
CH7-2	85.92593	121.4865
CH7-3	278.0741	33.64865
CH7-4	244.8889	44.18919
CH7-5	158.1481	0
CH7-6	169.2593	70.40541
CH7-7	219.8519	0
CH7-8	200.4444	0
CH7-9	242.6667	5



รูปที่ 4.93 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH7

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของไอโซเลต CH8

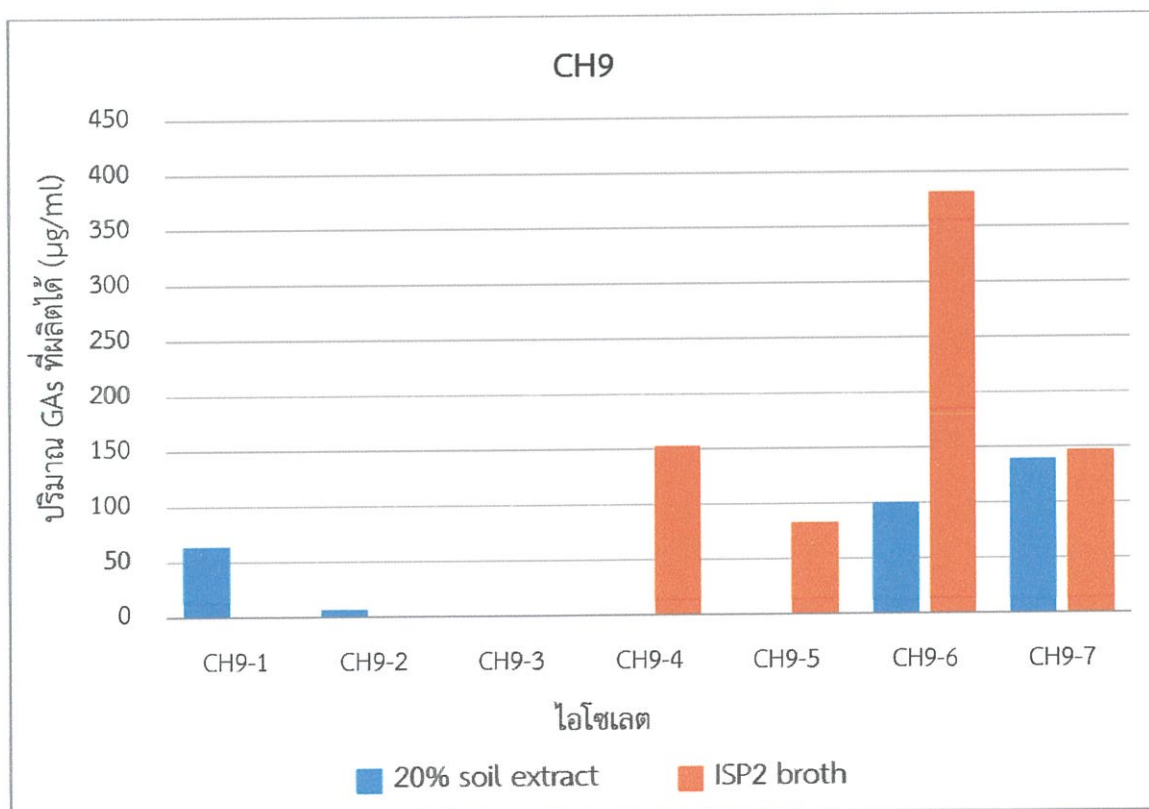
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ (µg/ml)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH8-1	52.88889	144.4595
CH8-2	265.7778	33.10811
CH8-3	152.5926	52.02703
CH8-4	49.33333	9.324324
CH8-5	0	0
CH8-6	118.2222	6.621622
CH8-7	60.44444	32.83784



รูปที่ 4.94 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH8

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของไอโซเลต CH9

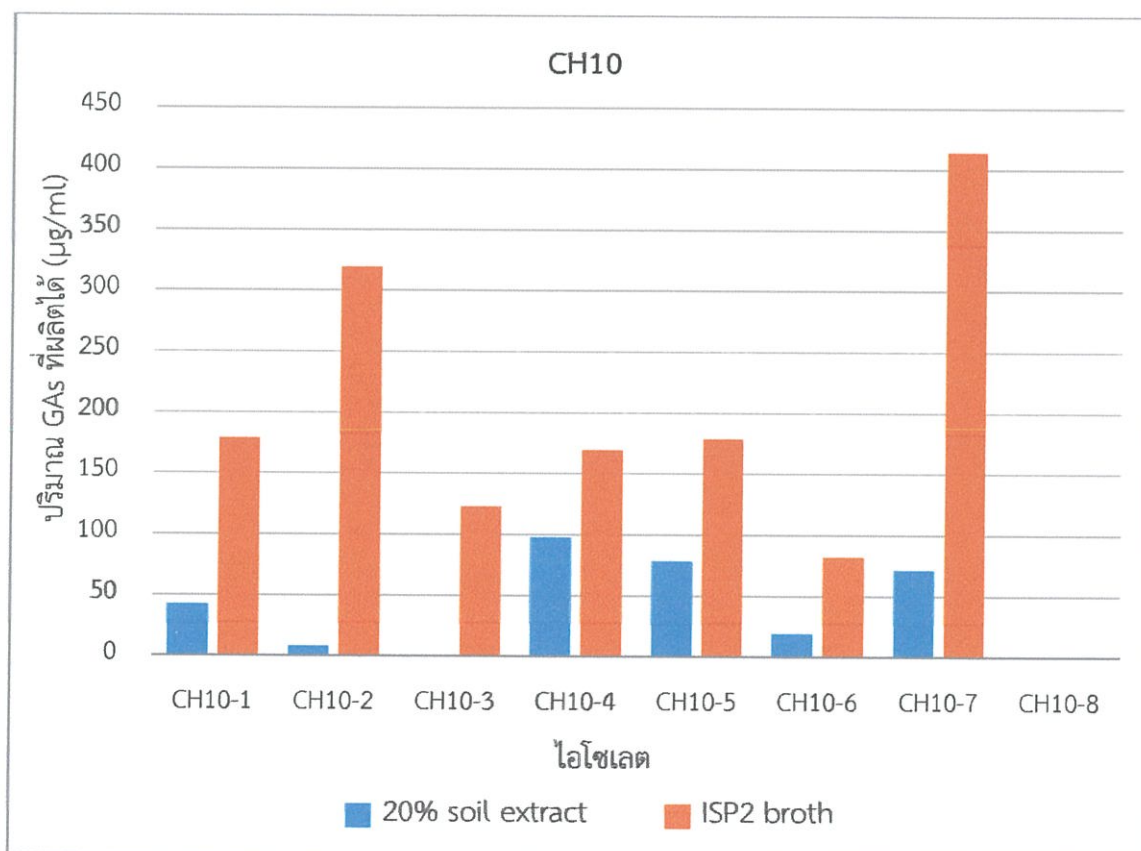
ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH9-1	0	63.64865
CH9-2	0	6.621622
CH9-3	0	0
CH9-4	152.5926	0
CH9-5	82.66667	0
CH9-6	381.5556	99.86486
CH9-7	147.4074	139.4595



รูปที่ 4.95 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของไอโซเลต CH9

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ของ ไอโซเลต CH10

ไอโซเลต	ปริมาณ GAs ที่ผลิตได้ ($\mu\text{g/ml}$)	
	อาหาร ISP2 broth	อาหาร 20% soil extract
CH10-1	178.3704	42.2973
CH10-2	319.1111	7.972973
CH10-3	122.8889	0
CH10-4	169.2593	97.43243
CH10-5	178.3704	78.51351
CH10-6	82.07407	18.78378
CH10-7	413.7778	71.21622
CH10-8	0	0



รูปที่ 4.96 แสดงผลปริมาณ GAs ที่ผลิตได้จากอาหาร ISP2 broth และ 20% soil extract ของ ไอโซเลต CH10

4.3.3 การตรวจสอบเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต

จากการทดสอบเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต จากการเลี้ยงเชื้อในอาหาร NBRIP-BPB พบว่ามีเชื้อแอกติโนมัยสีทจำนวน 34 ไอโซเลต ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟตได้ โดยเชื้อไอโซเลต CH1-1 CH1-2 CH1-3 CH1-4 CH4-1 CH4-5 CH4-6 CH5-3 CH5-5 CH5-8 CH5-10 CH8-4 สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ดีที่สุด วัดผลโดยสังเกตส่วนใสรอบโคโลนีของเชื้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.21

4.3.4 การตรวจสอบเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการสร้างสารซิติเดอโรฟอรัส

จากการทดสอบเชื้อแอกติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการผลิตสารซิติเดอโรฟอรัส จากการเลี้ยงเชื้อในอาหาร 2 ชนิดคือ อาหาร Yeast extract-malt extract agar (ISP2) และในอาหาร 20% soil extract พบว่ามีเชื้อแอกติโนมัยสีทจำนวน 29 ไอโซเลตที่มีการสร้างสารซิติเดอโรฟอรัส โดยเชื้อไอโซเลต CH3-7 CH5-6 CH6-3 CH9-2 CH9-7 สามารถสร้างสารซิติเดอโรฟอรัสได้ดีที่สุดในอาหาร ISP2 ส่วนในอาหาร 20% soil extract พบว่ามีเชื้อแอกติโนมัยสีทจำนวน 44 ไอโซเลตที่มีการสร้างสารซิติเดอโรฟอรัส โดยเชื้อไอโซเลต CH7-7 CH9-6 สามารถสร้างสารซิติเดอโรฟอรัสได้ดีที่สุด วัดผลโดยสังเกตส่วนใสที่เป็นสีส้มรอบโคโลนีของเชื้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต

ไอโซเลต	คุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต		
	การย่อยสลายฟอสเฟต	การสร้างซิติเดอโรฟอรัส	
		อาหาร ISP2 CAS agar	อาหาร 20% soil extract CAS agar
CH1-1	++	+/-	+/-
CH1-2	++	-	-
CH1-3	++	-	-
CH1-4	++	-	-
CH1-5	-	+/-	+
CH1-6	+	-	-
CH1-7	-	+/-	+/-
CH1-8	-	-	+/-
CH2-1	-	-	-
CH2-2	-	-	-
CH2-3	-	+/-	+/-
CH2-4	-	-	-

ตารางที่ 4.23(ต่อ) ผลการทดสอบคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต

ไอโซเลต	คุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต		
	การย่อยสลายฟอสเฟต	การสร้างซีเตอร์โรพอร์	
		อาหาร ISP2 CAS agar	อาหาร 20% soil extract CAS agar
CH2-5	-	-	+/-
CH2-6	-	-	+
CH2-7	+/-	-	+/-
CH3-1	-	+/-	-
CH3-2	-	+/-	+/-
CH3-3	-	-	+
CH3-4	-	-	-
CH3-5	-	+/-	+
CH3-6	-	-	+/-
CH3-7	-	+	+
CH4-1	++	-	-
CH4-2	+/-	-	+/-
CH4-3	-	+/-	-
CH4-4	-	-	+
CH4-5	++	+/-	+/-
CH4-6	++	-	+/-
CH5-1	+	-	-
CH5-2	+	+/-	+/-
CH5-3	++	+/-	+/-
CH5-4	-	-	-
CH5-5	++	+/-	+
CH5-6	+	+	+/-
CH5-7	+/-	-	+/-
CH5-8	++	-	-
CH5-9	+/-	-	-
CH5-10	++	+/-	+
CH6-1	-	-	+

ตารางที่ 4.23(ต่อ) ผลการทดสอบคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต

ไอโซเลต	คุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต		
	การย่อยสลายฟอสเฟต	การสร้างซีเตอร์โรฟอร์	
		อาหาร ISP2 CAS agar	อาหาร 20% soil extract CAS agar
CH6-2	+/-	-	-
CH6-3	+/-	+/-	-
CH6-4	-	-	-
CH6-5	+/-	-	-
CH6-6	-	-	-
CH6-7	-	-	-
CH7-1	-	-	-
CH7-2	+/-	+/-	-
CH7-3	-	+	+/-
CH7-4	-	-	-
CH7-5	-	-	-
CH7-6	-	-	+/-
CH7-7	+	-	++
CH7-8	-	-	+
CH7-9	+/-	+/-	-
CH8-1	+/-	-	-
CH8-2	-	+/-	+/-
CH8-3	-	-	+/-
CH8-4	++	-	+/-
CH8-5	-	-	+/-
CH8-6	-	+/-	+
CH8-7	-	+/-	+/-
CH9-1	+/-	+/-	+/-
CH9-2	-	+	+/-
CH9-3	+	+/-	+
CH9-4	+/-	-	-
CH9-5	-	+/-	+/-

ตารางที่ 4.23(ต่อ) ผลการทดสอบคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต

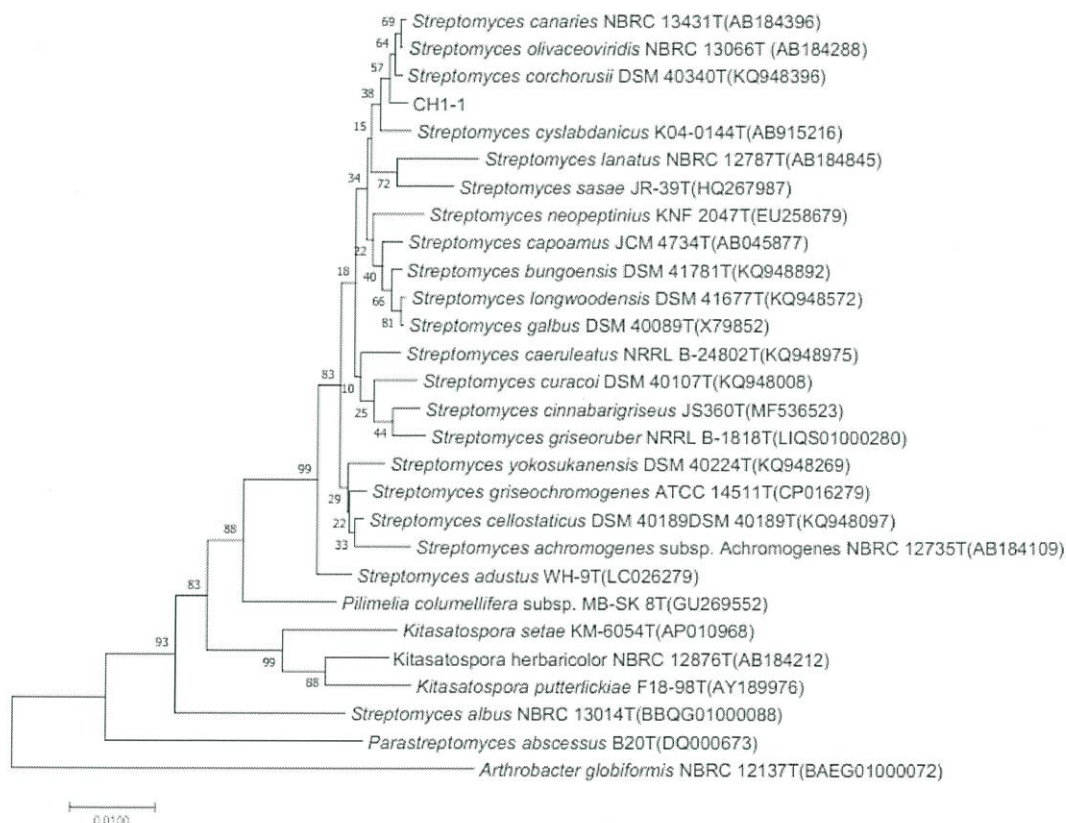
ไอโซเลต	คุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโต		
	การย่อยสลายฟอสเฟต	การสร้างซีเตอร์โรฟอร์	
		อาหาร ISP2 CAS agar	อาหาร 20% soil extract CAS agar
CH9-6	-	+/-	++
CH9-7	-	+	+
CH10-1	-	-	-
CH10-2	+	-	-
CH10-3	-	-	-
CH10-4	+/-	-	+/-
CH10-5	+/-	-	-
CH10-6	+	+/-	+
CH10-7	+/-	-	+
CH10-8	-	-	+/-

หมายเหตุ: ++ หมายถึง เชื้อสามารถสร้างซีเตอร์โรฟอร์หรือย่อยฟอสเฟตได้มาก
 + หมายถึง เชื้อสามารถสร้างซีเตอร์โรฟอร์หรือย่อยฟอสเฟตได้ปานกลาง
 +/- หมายถึง เชื้อสามารถสร้างซีเตอร์โรฟอร์หรือย่อยฟอสเฟตได้น้อย
 - หมายถึง เชื้อไม่สามารถสร้างซีเตอร์โรฟอร์หรือย่อยฟอสเฟตได้

4.4 ผลการศึกษาการระบุชนิดของเชื้อแอคติโนมัยสีทเบื้องต้น

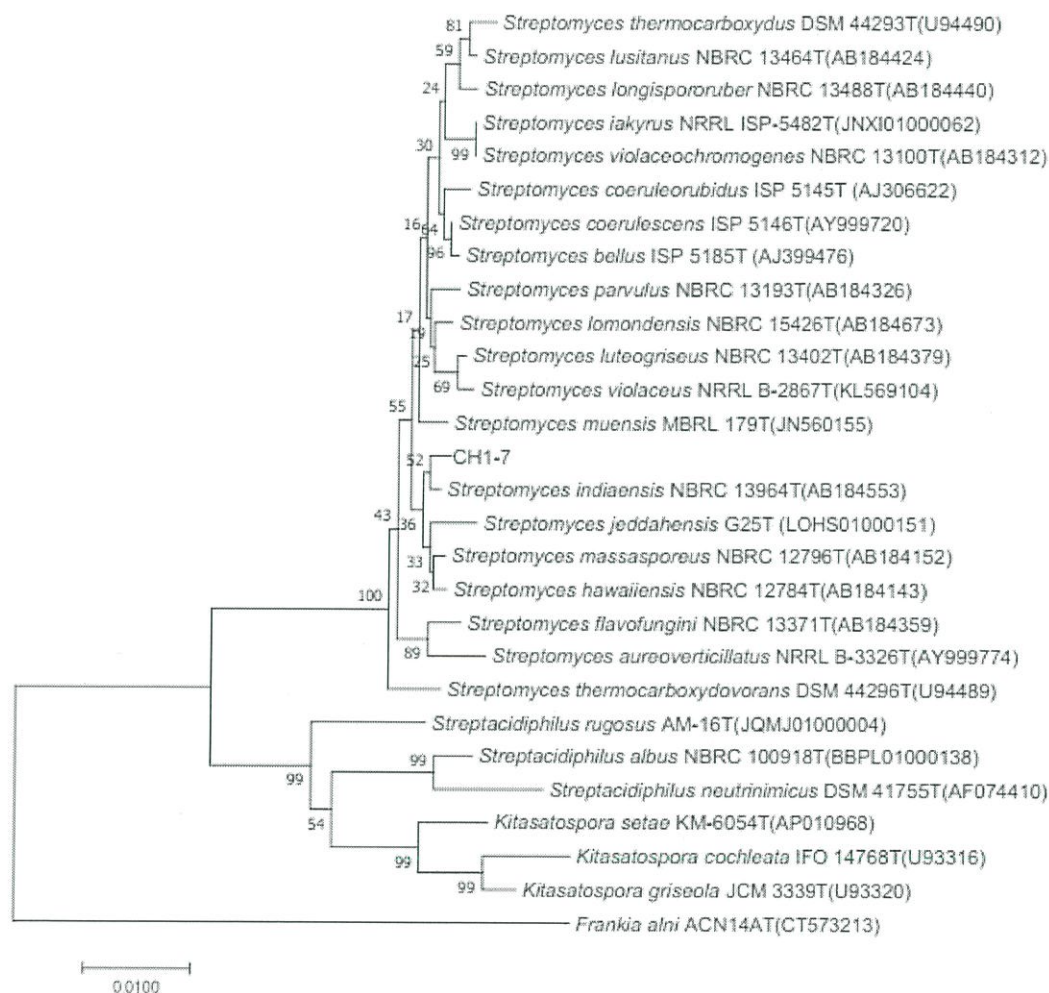
4.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางจีโนมโทป์ของเชื้อแอคติโนมัยสีท

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอคติโนมัยสีทได้ผลดังนี้เชื้อแอคติโนมัยสีทไอโซเลตCH1-1 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces canaries* มากที่สุด ความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% similarity) ร้อยละ 99.70 ที่ระดับความเชื่อมั่นของการทำซ้ำ (bootstrap values) บนต้นสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ร้อยละ 57 แสดงรูปที่ 4.97



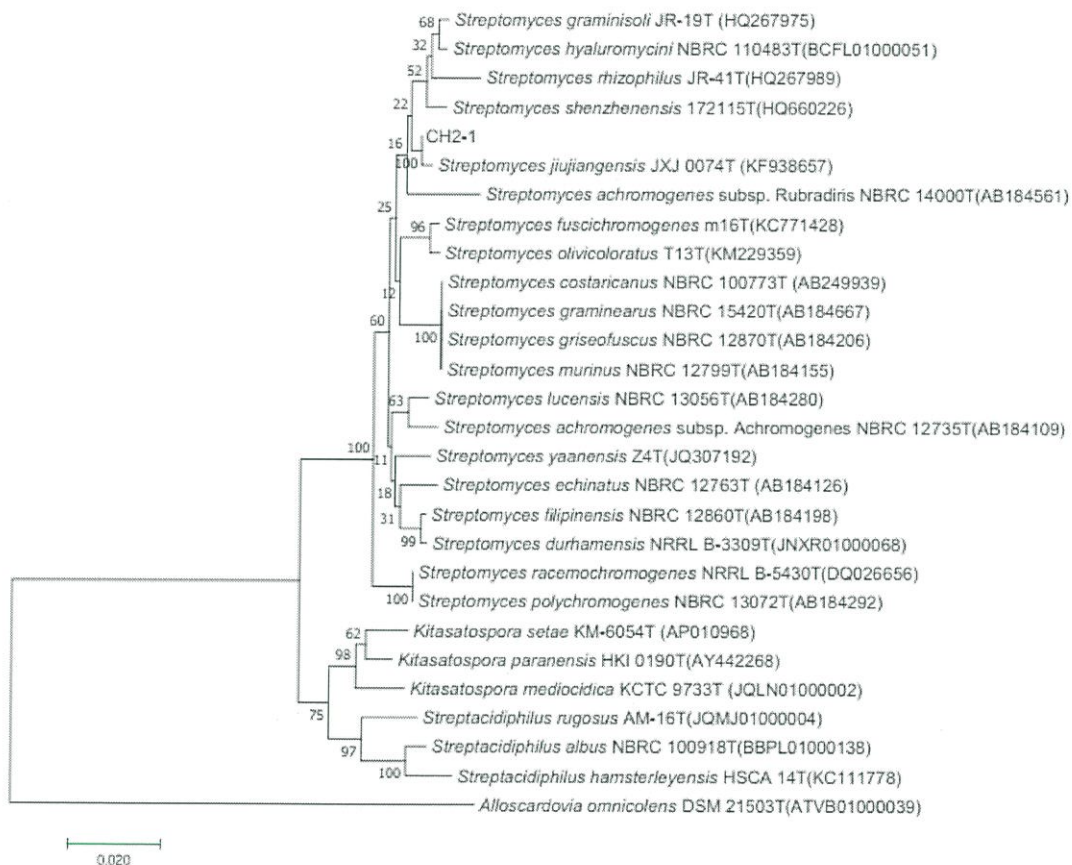
รูปที่4.97 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH1-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอกติโนมัยสีทได้ผลดังนี้เชื้อแอกติโนมัยสีทไอโซเลต CH1-7 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces indiaensis* มากที่สุด ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% similarity) ร้อยละ 99.72 ที่ระดับความเชื่อมั่นของการทำซ้ำ (bootstrap values) บนต้นสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ร้อยละ 52 แสดงรูปที่ 4.98



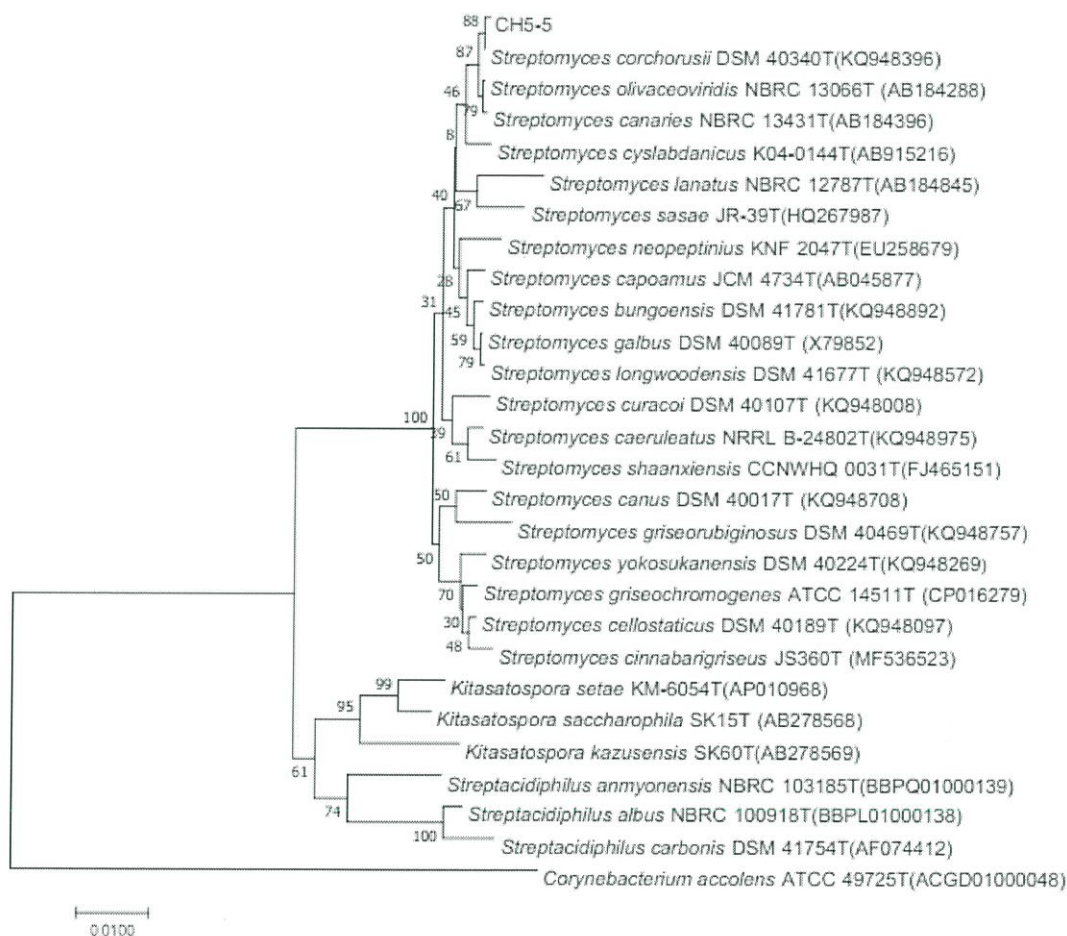
รูปที่ 4.98 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH1-7 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอกติโนมัยซีทได้ผลดังนี้เชื้อแอกติโนมัยซีทไอโซเลตCH2-1 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces jiujiangensis* มากที่สุด ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% similarity) ร้อยละ 99.79 ที่ระดับความเชื่อมั่นของการทำซ้ำ (bootstrap values) บนต้นสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ร้อยละ 100 แสดงรูปที่ 4.99



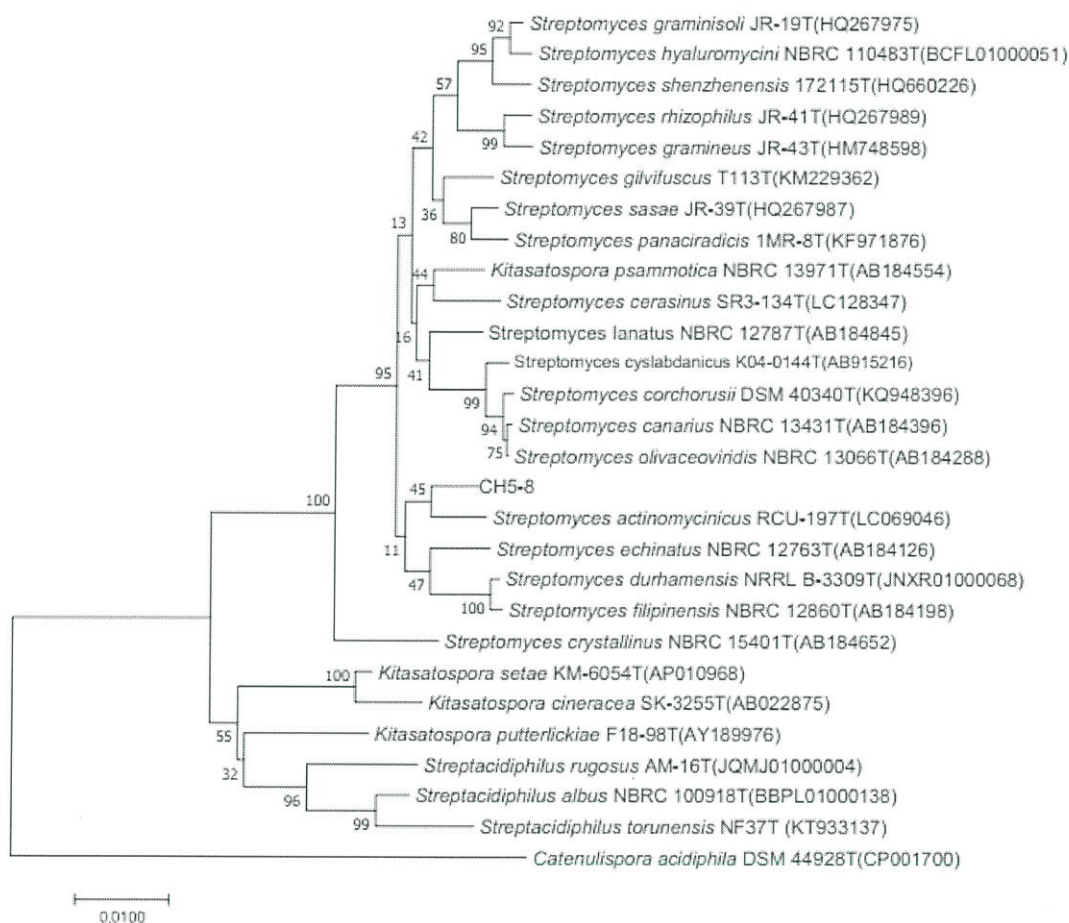
รูปที่ 4.99 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH2-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอคติโนมัยซีทีที่ได้ผลดังนี้เชื้อแอคติโนมัยซีทีไอโซเลตCH5-5 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces corchorusii* มากที่สุด ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% similarity) ร้อยละ99.93 ที่ระดับความเชื่อมั่นของการทำซ้ำ (bootstrap values) บนต้นสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ร้อยละ88 แสดงรูปที่ 4.100



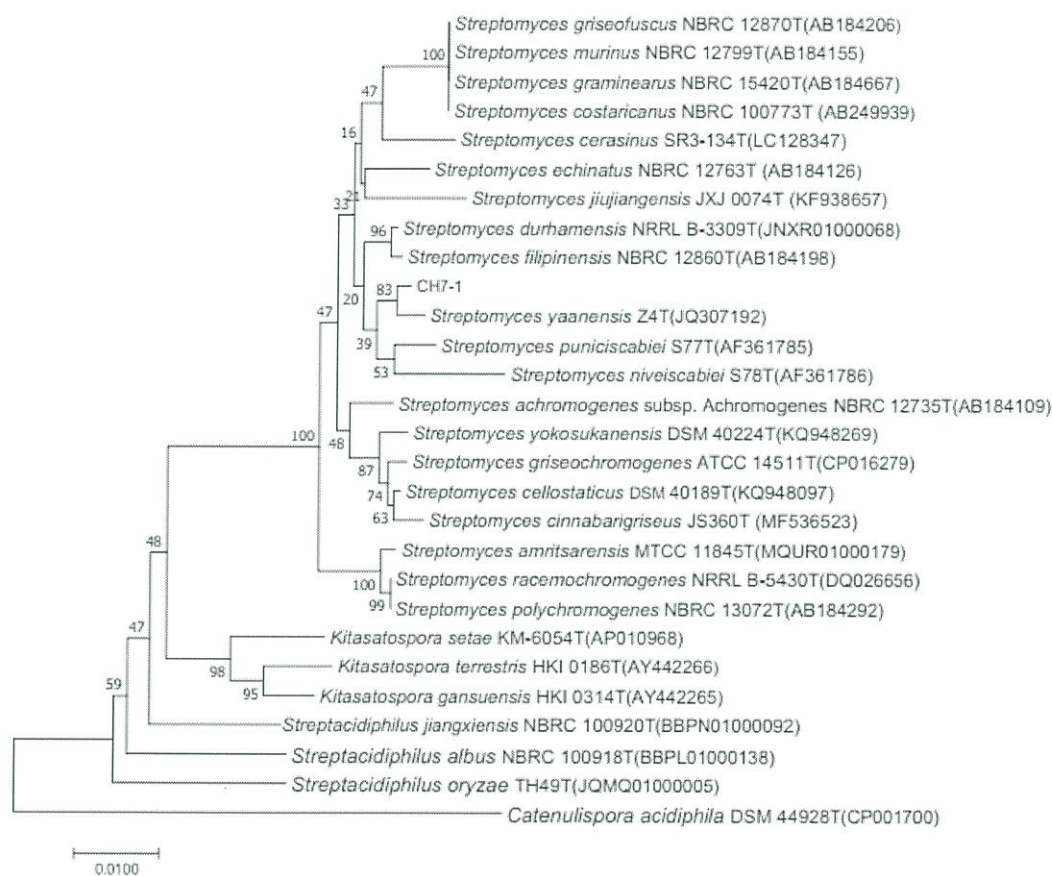
รูปที่ 4.100 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH5-5 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอกติโนมัยซีทีได้ผลดังนี้เชื้อแอกติโนมัยซีทีไอโซเลต CH5-8 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces actinomycinicus* มากที่สุด ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% similarity) ร้อยละ 98.92 ที่ระดับความเชื่อมั่นของการทำซ้ำ (bootstrap values) บนต้นสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ร้อยละ 45 แสดงรูปที่ 4.101



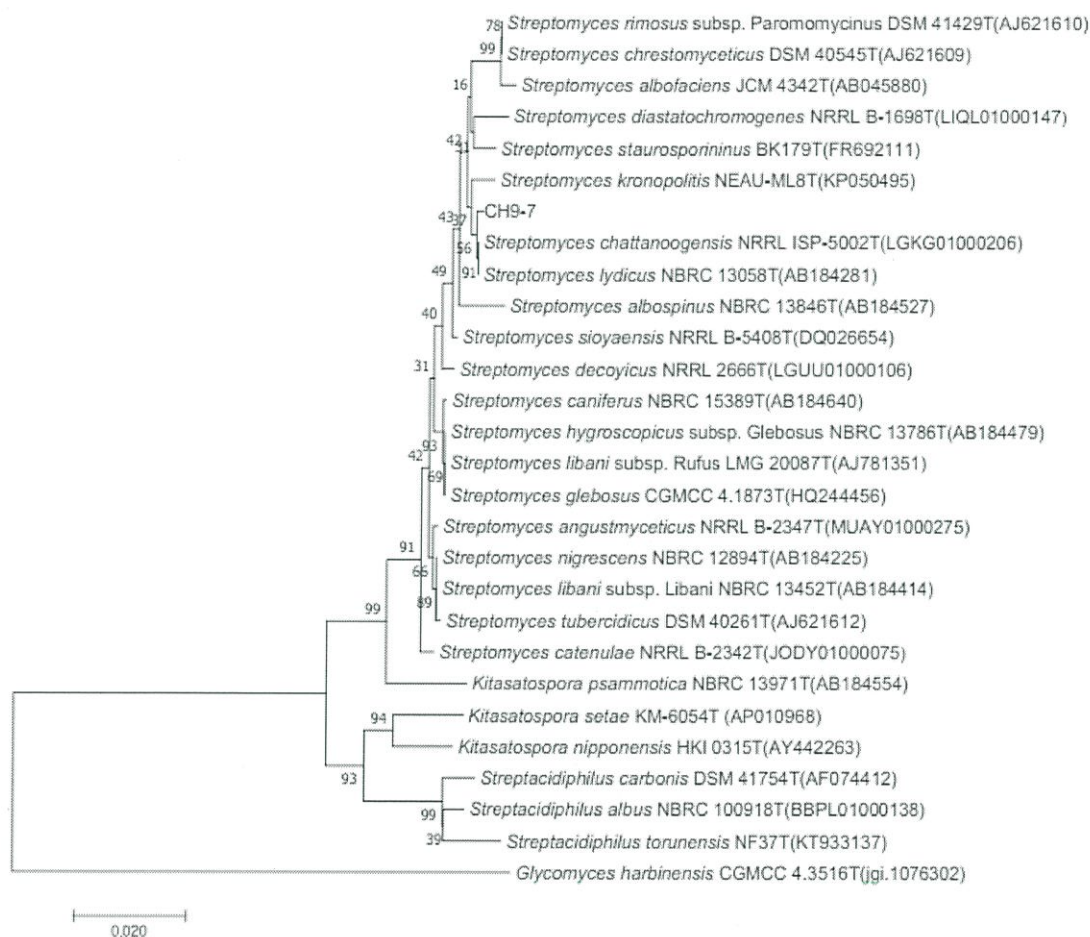
รูปที่ 4.101 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH5-8 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอคติโนมัยซีที่ได้ผลดังนี้เชื้อแอคติโนมัยซีไอโซเลตCH7-1 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง16S rRNA geneพบว่ามี ความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces yaanensis* มากที่สุด ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% similarity) ร้อยละ99.43 ที่ระดับความเชื่อมั่นของการทำซ้ำ (bootstrap values) บนต้นสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ร้อยละ 83 แสดงรูปที่ 4.102



รูปที่ 4.102 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH7-1 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง 16S rRNA gene ของเชื้อแอคติโนมัยซีทีได้ผลดังนี้เชื้อแอคติโนมัยซีทีไอโซเลต CH9-7 ทำการวิเคราะห์ลำดับเบสในช่วง16S rRNA gene พบว่ามีความคล้ายคลึงกับ *Streptomyces chattanoogensis* มากที่สุด ด้วยลำดับความคล้ายคลึงของนิวคลีโอไทด์ (% similarity) ร้อยละ 99.86 ที่ระดับความเชื่อมั่นของการทำซ้ำ (bootstrap values) บนต้นสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ร้อยละ 56 แสดงรูปที่ 4.103



รูปที่ 4.103 แสดงตำแหน่งของเชื้อ CH9-7 บน phylogenetic tree (neighbor-joining method)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทจากตัวอย่างดินจากพื้นที่โครงการศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดราชบุรี สามารถแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทได้ทั้งหมด 76 ไอโซเลต ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญ พบว่าสามารถเจริญได้ดีบนอาหารยีสต์เอ็กแทรกท์ – มอลท์เอ็กแทรกท์ เอการ์ (Yeast extract – Malt extract agar, ISP2) และสร้างเส้นใยอากาศ (Aerial mycelium) ในโทนสีเทา สีส้ม สีม่วง สีน้ำตาล สีเขียว สีขาว ลักษณะของสปอร์ที่ดูได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยเลนส์ส่องระยะไกล กำลังขยาย 400 เท่า (Long-working distance lens) พบลักษณะสปอร์เป็นสายตรง ปลายโค้งงอ ขดเป็นเกลียวหรือคล้ายขอ เป็นส่วนใหญ่ บางชนิด จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาจึงได้ทำการจำแนกเชื้อแอคติโนมัยซีทจากลักษณะของสปอร์ ได้ดังนี้

กลุ่มโคโลนีสีเทา ลักษณะสปอร์เป็นแบบ เส้นตรง แตกแขนง สายสปอร์คล้ายขอ วงเปิด ขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย ไม่ติดกันแน่น ขดเป็นเกลียว ติดกันแน่น อยู่บนเส้นใยอาหารได้แก่ CH1-8 CH2-6 CH2-7 CH3-1 CH3-2 CH3-4 CH3-7 CH4-3 CH4-6 CH5-1 CH5-2 CH5-3 CH5-6 CH5-7 CH5-8 CH5-9 CH6-2 CH6-3 CH6-5 CH6-7 CH7-2 CH7-4 CH7-8 CH8-1 CH8-3 CH8-4 CH8-7 CH9-1 CH9-7 CH10-1 CH10-2 CH10-3 CH10-5 CH10-6 CH10-8

กลุ่มโคโลนีสีส้ม ลักษณะสปอร์เป็นแบบ เส้นตรง แตกแขนง สายสปอร์คล้ายขอ วงเปิด ขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย ไม่ติดกันแน่น อยู่บนเส้นใยอาหารได้แก่ CH2-2 CH2-5 CH3-3 CH3-5 CH3-6 CH6-1 CH6-4 CH8-5 CH9-4

กลุ่มโคโลนีสีม่วง ลักษณะสปอร์เป็นแบบ สายสปอร์คล้ายขอ วงเปิด ขดเป็นเกลียวคล้ายกันหอย ไม่ติดกันแน่น อยู่บนเส้นใยอาหารได้แก่ CH1-7 CH9-3

กลุ่มโคโลนีสีน้ำตาล ลักษณะสปอร์เป็นแบบ เส้นตรง แตกแขนง สายสปอร์คล้ายขอ วงเปิด ขดเป็นเกลียว ติดกันแน่น อยู่บนเส้นใยอาหารได้แก่ CH1-5 CH7-1 CH7-6 CH7-7 CH9-6

กลุ่มโคโลนีสีเขียว ลักษณะสปอร์เป็นแบบ สายสปอร์คล้ายขอ วงเปิด ขดเป็นเกลียว ติดกันแน่น อยู่บนเส้นใยอาหารได้แก่ CH1-2 CH1-3 CH1-4 CH2-1 CH2-2 CH2-4 CH4-2 CH4-4 CH5-4 CH6-6 CH7-5 CH7-9 CH9-5 CH10-4

กลุ่มโคโลนีสีขาว ลักษณะสปอร์เป็นแบบ สายสปอร์คล้ายขอ วงเปิด ขดเป็นเกลียว ไม่ติดกันแน่น อยู่บนเส้นใยอาหารได้แก่ CH1-1 CH1-6 CH4-1 CH4-5 CH5-5 CH5-10 CH7-3 CH8-2 CH8-6 CH9-2 CH10-7

จากการจัดกลุ่มโคโลนีด้วยสี และพิจารณาจากลักษณะสปอร์พบว่าทุกกลุ่มมีความคล้ายคลึงกับสกุล *Streptomyces*

ในการศึกษาความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช จากการทดสอบแอกติโนมัยสียที่มีความสามารถในการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติล จากการศึกษาเลี้ยงเชื้อในอาหาร ISP2 broth และ อาหาร 20% soil extract โดยนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตร พบว่าเชื้อแอกติโนมัยสียที่เลี้ยงในอาหาร 20% soil extract 74 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติลได้และมีไอโซเลต CH1-7 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด และแอกติโนมัยสียที่เลี้ยงในอาหาร ISP2 broth 57 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติลได้ และมีไอโซเลต CH5-2 CH8-2 CH9-2 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด

ในการศึกษาความสามารถในการผลิต จิบเบอเรลิน จากการศึกษาเลี้ยงเชื้อในอาหาร ISP2 broth และ อาหาร 20% soil extract โดยนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 254 นาโนเมตร พบว่าเชื้อแอกติโนมัยสียที่เลี้ยงในอาหาร 20% soil extract 55 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตจิบเบอเรลินได้ และมีไอโซเลต CH5-5 CH8-1 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด และแอกติโนมัยสียที่เลี้ยงในอาหาร ISP2 broth 67 ไอโซเลต ที่สามารถผลิตจิบเบอเรลินได้ และมีไอโซเลต CH1-1 CH10-7 ที่สามารถผลิตได้ดีที่สุด

ในการศึกษาความสามารถในการผลิตสารซีเดอร์โรเฟอร์ จากการศึกษาเลี้ยงเชื้อในอาหาร 2 ชนิดคือ อาหาร ISP2 CAS agar และในอาหาร 20% soil extract CAS agar พบว่ามีแอกติโนมัยสียทั้งหมดจำนวน 29 ไอโซเลตที่มีการสร้างสารซีเดอร์โรเฟอร์ โดยเชื้อไอโซเลต CH3-7 CH5-6 CH6-3 CH9-2 CH9-7 สามารถสร้างสารซีเดอร์โรเฟอร์ได้ดีที่สุดในอาหาร ISP2 ส่วนในอาหาร 20% soil extract พบว่ามีแอกติโนมัยสียทั้งหมดจำนวน 44 ไอโซเลตที่มีการสร้างสารซีเดอร์โรเฟอร์ โดยเชื้อไอโซเลต CH7-7 CH9-6 สามารถสร้างสารซีเดอร์โรเฟอร์ได้ดีที่สุด

ในความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟตจากการเลี้ยงเชื้อในอาหาร NBRIP-BPB พบว่ามีแอกติโนมัยสียทั้งหมดจำนวน 34 ไอโซเลต ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟตได้ โดยเชื้อไอโซเลต CH1-1 CH1-2 CH1-3 CH1-4 CH4-1 CH4-5 CH4-6 CH5-3 CH5-5 CH5-8 CH5-10 CH8-4 สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ดีที่สุด

ในการศึกษาลักษณะทางจีโนมไทป์ของเชื้อไอโซเลตที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทดสอบ พบว่าเชื้อ 7 ไอโซเลต มีความคล้ายคลึงกับ แอคติโนมัยสิท ดังนี้ เชื้อไอโซเลต CH1-1 มีลักษณะทางจีโนมไทป์เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* และพบว่าความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces canaries* NBRC 13431^T มากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ร้อยละ 99.70 เชื้อไอโซเลต CH1-7 มีลักษณะทางจีโนมไทป์เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* และพบว่าความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces indiaensis* NBRC 13964^T มากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ร้อยละ 99.72 เชื้อไอโซเลต CH2-1 มีลักษณะทางจีโนมไทป์เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* และพบว่าความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces jiujiangensis* JXJ 0074^T มากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ร้อยละ 99.79 เชื้อไอโซเลต CH5-5 มีลักษณะทางจีโนมไทป์เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* และพบว่าความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces corchorusii* DSM 40340^T มากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ร้อยละ 99.93 เชื้อไอโซเลต CH5-8 มีลักษณะทางจีโนมไทป์เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* และพบว่าความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces actinomycinicus* RCU-197^T มากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ร้อยละ 98.92 เชื้อไอโซเลต CH7-1 มีลักษณะทางจีโนมไทป์เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* และพบว่าความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces yaanensis* Z4^T มากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ร้อยละ 99.43 เชื้อไอโซเลต CH9-7 มีลักษณะทางจีโนมไทป์เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* และพบว่าความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces chattanoogensis* NRRL ISP-5002^T มากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ร้อยละ 99.86

5.1 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากพบไอโซเลตที่มีการสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืชที่ค่อนข้างจำเพาะ จึงควรนำมาแยกแยะและวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบของสารและชนิดของสารที่เชื้อแอคติโนมัยสิทสร้างขึ้นว่าเป็นสารชนิดใด

เอกสารอ้างอิง

- กิ่งจันทร์ มะลิซ้อน. 2555. “ความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรียในดิน” คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
- กชกร ชมหวาน และคณะ (2556).”การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซีทและสกุล บาซิลลัสจากดิน บริเวณรอบรากต้นข้าวที่ผลิตฮอร์โมนพืชอินโดลอะซิติก แอซิด” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- งามนิจ นนทโส. (2537). การแยกเชื้อสเตรปโตมัยซีทจากดิน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา.
- ชนินทร์สุริยกุล ณ อยุธยา, น้ำฝน ป้อมทอง, จริญญา เจตนะจิตร, พัชรียสุนทรนัน และ วิเชียร กิจปรีชาวนิช. (2546). “เชื้อแอคติโนมัยซีทจากดินป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.” ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่41 (สาขาวิทยาศาสตร์สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม).หน้า 363-370. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัตนา สุดตา, รุ่งอรุณ งามพงศ์พรรณ (2556) “การคัดกรองเชื้อแอคติโนมัยซีทที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวที่แยกจากเนื้อเยื่อและพื้นผิวดินข้าว” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- รัตนารณ ศรีวิบูลย์, มรกต สุโขจิตรรัตน์และ ชินจิโตกุยามา. (2548). แอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ใหม่ จากดินชายฝั่งที่สร้างสารยับยั้งแบคทีเรียและเชื้อรา. ใน 31st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18 – 20 October 2005.
- สุจิตตรา ปะนันโต และคณะ (2556).เอนโดไฟติกแบคทีเรียและผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สมพร มงคลชัย และคณะ (2559). “การแยกและตรวจลักษณะเชื้อแอคติโนมัยซีทจากดินบ่อน้ำพุร้อน” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- Bano, N., Musarrat, J., 2003. "Characterization of a new *Pseudomonas aeruginosa* strain NJ-15 as a potential biocontrol agent." *Curr. Microbiol.* 46, 324–328.
- BernhardschwynanDJ. B. Neilands(1987). "Universal Chemical Assay for the Detection and Determination of Siderophores." *ANALYTICAL BIOCHEMISTRY* 160,47-56 (1987)
- El-Tarabily, K.A. (2006)." Rhizosphere-competent isolates of streptomycete and non streptomycete actinomycetes capable of producing cell-wall degrading enzymes to control *Pythium aphanidermatum* damping-off disease of cucumber." *Can. J. Bot*, 84, 211-222
- Martin, A. (1961). "Actinomycetes". In *Introduction to Soil Microbiology*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Mehta, S., Nautiyal, C.S., 2001. "An efficient method for qualitative screening of phosphate-solubilizing bacteria. *Curr. Microbiol.*" 43, 51–56
- Ritesh Singh¹ and M.P.Prasad.(2014). "Isolation and screening of Rice Rhizosphere Soil microorganisms for the production of IAA." *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2014) 3(9) 993-998
- The society for actinomycetes Japan. (1997). "Atlas of actinomycetes." Asakura Publishing Co.,Ltd. Japan
- Vikram, A., H. Jamzehzarghani, A.R. Alagawadi, P.U.Krishnaraj, and B.S. Chandrashekar. 2007. "Production of plant growth promoting substances by phosphate solubilizing bacteria isolated from Vertisols." *J. Plant sci.* 2: 326-333.
- Wang, Y.M., Zhang, Z.S., Xu, X.L., Ruan, J.S. and Wang, Y. (2001). "Actinopolymorpha singaporensis gen. nov., sp. nov., a novel actinomycete from the tropical rainforest of Singapore." *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*, 51, 467-473.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรอาหาร

Yeast extract – malt extract agar (ISP2)

Glucose	4.0 กรัม
Yeast extract	4.0 กรัม
Malt extract	10.0 กรัม
Agar	18.0 กรัม
น้ำกลั่น	1 ลิตร

pH 7.3

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Zhang's Starch Soil Extract (ZSSE) agar

Soluble	5.0 กรัม
KNO ₃	1.0 กรัม
Soil extract solution	1 ลิตร

Agar 18.0 กรัม

pH 7.2

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Soil extract

Humic soil 1 กิโลกรัม

น้ำกลั่น 1 ลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

กรองด้วยสำลี และทำให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (นำส่วนใสไปใช้)

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข

กระดาศสีมาตรฐาน

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

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

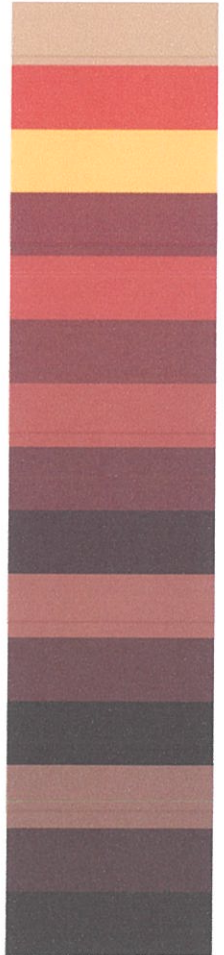
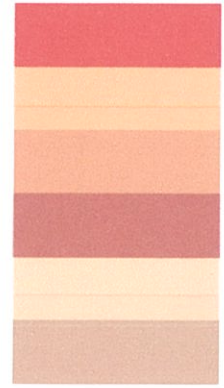
27 Deep Yellowish Pink	5.5r 5.8 12.1	#F64A46
28 Light Yellowish Pink	1.9yr 8.2 4.6	#FFB28B
29 Moderate Yellowish Pink	0.7yr 7.2 4.9	#EE9374
30 Dark Yellowish Pink	7.0r 6.0 6.1	#CC6C5C
31 Pale Yellowish Pink	4.2yr 8.6 2.2	#FFC8A8
32 Grayish Yellowish Pink	1.3yr 7.2 2.4	#D39B85

Reddish Orange, Reddish Brown

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

Orange Brown

48 Vivid Orange	4.1yr 6.5 15.0	#FF6800
49 Brilliant Orange	4.0yr 9.0 12.0	#FFB841
50 Strong Orange	4.3yr 6.5 12.2	#FF6F1A
51 Deep Orange	4.1yr 5.1 11.3	#C34D0A
52 Light Orange	4.8yr 7.8 7.2	#FFA161
53 Moderate Orange	4.6yr 6.5 8.2	#E8793E
54 Brownish Orange	4.1yr 5.0 8.0	#B15124



55 Strong Brown	4.6yr 3.5 7.6	#753313
56 Deep Brown	5.6yr 2.4 5.2	#4D220E
57 Light Brown	5.4yr 5.4 4.8	#A86540
58 Moderate Brown	5.6yr 3.5 3.9	#673923
59 Dark Brown	5.3yr 1.6 3.4	#35170C
60 Light Grayish Brown	6.4yr 5.4 2.2	#946B54
61 Grayish Brown	5.5yr 3.5 1.8	#5A3D30
62 Dark Grayish Brown	5.5yr 2.0 1.5	#32221A
63 Light Brownish Gray	7.0yr 5.4 1.2	#8B6D5C
64 Brownish Gray	5.65r 3.4 0.9	#503D33
65 Brownish Black	7.8yr 0.6 0.9	#140F0B

Orange Yellow, Yellowish Brown

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

Yellow, Olive Brown

82 Vivid Yellow	3.3y 8.0 14.3	#FFB300
-----------------	---------------	---------



83 Brilliant Yellow	4.4y 8.7 8.9	#FFCF40
84 Strong Yellow	3.7y 7.2 9.3	#E59E1F
85 Deep Yellow	3.7y 5.9 9.1	#B57900
86 Light Yellow	4.3y 8.8 6.8	#FFD35F
87 Moderate Yellow	3.8y 7.1 6.5	#D79D41
88 Dark Yellow	3.9y 6.0 6.4	#B07D2B
89 Pale Yellow	4.7y 9.0 3.8	#FFDB8B
90 Grayish Yellow	4.4y 7.2 3.8	#CEA262
91 Dark Grayish Yellow	3.8y 5.9 4.0	#A47C45
92 Yellowish White	4.5y 9.2 1.2	#FFE2B7
93 Yellowish Gray	3.8y 7.4 1.4	#CAA885
94 Light Olive Brown	2.1y 4.9 7.9	#945D0B
95 Moderate Olive Brown	2.7y 3.6 5.5	#64400F
96 Dark Olive Brown	2.0y 1.9 2.2	#302112

Greenish Yellow, Olive

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



112 Light Olive Gray	6.9y 5.5 1.3	#887359
113 Olive Gray	8.1y 3.5 0.9	#4D4234
114 Olive Black	9.0y 1.1 0.9	#121910

Yellow Green, Olive Green

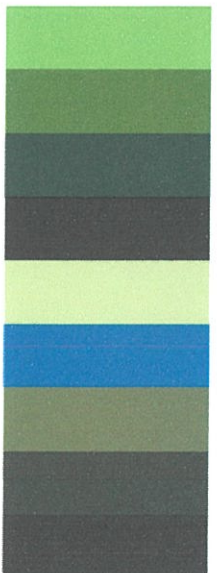
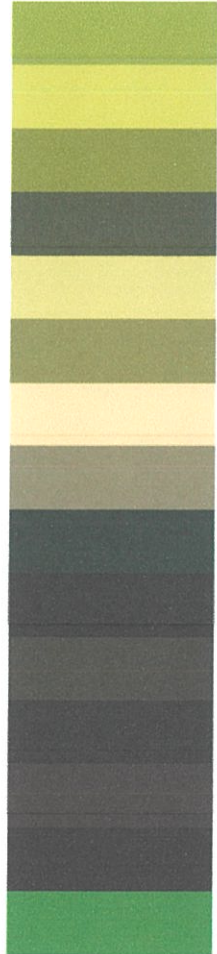
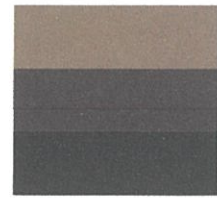
115 Vivid Yellowish Green	5.4gy 6.8 11.2	#93AA00
116 Brilliant Yellow Green	4.9gy 8.2 9.1	#CED23A
117 Strong Yellow Green	5.4gy 6.0 8.7	#7F8F18
118 Deep Yellow Green	7.4gy 4.2 7.1	#425E17
119 Light Yellow Green	5.0gy 8.4 5.6	#DCD36A
120 Moderate Yellow Green	4.8gy 6.0 5.0	#8B8940
121 Pale Yellowish Green	3.4gy 8.7 2.4	#F0D698
122 Grayish Yellowish Green	4.4gy 6.0 2.3	#90845B
123 Strong Olive Green	4.0gy 3.0 11.0	#0A4500
124 Deep Olive Green	4.0gy 1.5 11.0	#142300
125 Moderate Olive Green	5.7gy 3.6 4.8	#434B1B
126 Dark Olive Green	8.0gy 2.2 3.6	#232C16
127 Grayish Olive Green	4.6gy 3.5 2.0	#48442D
128 Dark Grayish Olive Green	5.4gy 2.0 1.8	#27261A
129 Vivid Yellowish Green	1.1g 5.9 11.2	#379931

Yellowish Green

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

Green

139 Vivid Green	3.2g 4.9 11.1	#007D34
-----------------	---------------	---------



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

Bluish Green

158 Vivid Bluish Green	5.0bg 5.0 13.0	#00836E
159 Brilliant Bluish Green	2.9bg 6.0 9.6	#009B76
160 Strong Bluish Green	4.6bg 4.5 8.5	#006D5B
161 Deep Bluish Green	2.8bg 2.4 8.3	#00382B
162 Very Light Bluish Green	4.4bg 8.3 4.6	#A0D6B4
163 Light Bluish Green	4.6bg 6.5 4.9	#669E85
164 Moderate Bluish Green	4.6bg 4.5 5.0	#2F6556
165 Dark Bluish Green	4.9bg 2.7 5.0	#013A33
166 Very Dark Bluish Green	3.6bg 1.2 4.0	#001D18
167 Vivid Greenish Blue	5.0b 5.0 13.0	#007BA7

Greenish Blue



168 Brilliant Greenish Blue	4.6b 5.9 7.7	#2A8D9C
169 Strong Greenish Blue	4.9b 4.5 8.4	#00677E
170 Deep Greenish Blue	5.0b 5.0 13.0	#007BA7
171 Very Light Greenish Blue	4.0b 8.0 4.0	#A3C6C0
172 Light Greenish Blue	4.5b 6.5 5.4	#649A9E
173 Moderate Greenish Blue	4.7b 4.5 5.2	#30626B
174 Dark Greenish Blue	3.7b 2.7 5.0	#003841
175 Very Dark Greenish Blue	5.0b 1.5 3.6	#022027
	Blue	
176 Vivid Blue	5.0b 5.0 14.0	#007CAD
177 Brilliant Blue	1.6pb 5.9 9.4	#4285B4
178 Strong Blue	2.9pb 4.1 10.4	#00538A
179 Deep Blue	2.8pb 2.5 7.9	#002F55
180 Very Light Blue	2.7pb 7.9 6.0	#A6BDD7
181 Light Blue	1.6pb 6.4 6.9	#6C92AF
182 Moderate Blue	3.0pb 4.3 6.8	#395778
183 Dark Blue	2.2pb 1.7 5.5	#002137
184 Very Pale Blue	1.5pb 8.3 3.3	#C1CACA
185 Pale Blue	0.6pb 6.5 2.6	#919192
186 Grayish Blue	0.2pb 4.2 3.0	#4A545C
187 Dark Grayish Blue	9.2b 2.7 2.0	#2C3337
188 Blackish Blue	9.8b 1.3 1.5	#161A1E
189 Bluish White	9.2b 9.1 1.2	#F9DFCF
190 Light Bluish Gray	8.2b 7.5 1.0	#BEADA1
191 Bluish Gray	8.9b 5.5 0.9	#7D746D
192 Dark Bluish Gray	0.3pb 3.6 1.1	#464544
193 Bluish Black	9.6b 1.1 0.8	#151719
	Purplish Blue	
194 Very Purplish Blue	7.8pb 2.0 12.5	#20155E
195 Brilliant Purplish Blue	7.3pb 5.1 9.0	#62639B



196 Strong Purplish Blue	8.0pb 4.0 10.9	#474389
197 Deep Purplish Blue	7.8pb 1.5 8.0	#1A153F
198 Very Light Purplish Blue	7.4pb 7.6 5.2	#BAACC7
199 Light Purplish Blue	7.3pb 6.0 6.5	#837DA2
200 Moderate Purplish Blue	7.9pb 3.5 6.5	#423C63
201 Dark Purplish Blue	8.0pb 1.3 4.3	#1A162A
202 Very Pale Purplish Blue	7.0pb 8.0 3.7	#CBBAC5
203 Pale Purplish Blue	7.0pb 6.0 3.9	#8A7F8E
204 Grayish Purplish Blue	6.9pb 3.4 3.8	#413D51
Violet		
205 Vivid Violet	2.0p 5.0 14.0	#884BAE
206 Brilliant Violet	9.9pb 5.1 9.4	#755D9A
207 Strong Violet	0.2p 3.7 10.1	#53377A
208 Deep Violet	1.1p 1.2 8.6	#240935
209 Very Light Violet	2.0p 8.5 7.0	#EEBEF1
210 Light Violet	0.5p 5.6 7.1	#876C99
211 Moderate Violet	1.4p 3.6 7.0	#543964
212 Dark Violet	1.4p 1.3 4.9	#22132B
213 Very Pale Violet	9.7pb 7.9 3.7	#D8B1BF
214 Pale Violet	1.3p 6.0 4.0	#957B8D
215 Grayish Violet	1.2p 3.3 3.9	#46394B
Purple		
216 Vivid Purple	6.0p 4.5 14.0	#943391
217 Brilliant Purple	6.0p 7.0 11.0	#DD80CC
218 Strong Purple	6.5p 4.3 9.2	#803E75
219 Deep Purple	6.3p 2.7 9.1	#531A50
220 Very Deep Purple	5.0p 1.5 8.0	#320B35
221 Very Light Purple	6.5p 7.8 5.1	#E3A9BE
222 Light Purple	6.2p 6.5 6.5	#BA7FA2
223 Moderate Purple	6.6p 4.5 7.1	#7F4870



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

Reddish Purple

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

Purplish Pink, Purplish Red

246 Brilliant Purplish Pink	6.0rp 8.5 11.0	#FF97BB
247 Strong Purplish Pink	5.6rp 6.8 9.0	#F6768E
248 Deep Purplish Pink	4.4rp 6.0 12.2	#EB5284
249 Light Purplish Pink	4.6rp 8.0 5.5	#FFA8AF
250 Moderate Purplish Pink	4.6rp 6.8 6.7	#E28090
251 Dark Purplish Pink	6.4rp 5.9 7.0	#C76574



252 Pale Purplish Pink	3.7rp 8.4 3.3	#FDBDBA
253 Grayish Purplish Pink	3.7rp 7.0 3.5	#CC9293
254 Vivid Purplish Red	7.6rp 4.9 13.6	#D5265B
255 Strong Purplish Red	7.3rp 4.4 11.4	#B32851
256 Deep Purplish Red	7.3rp 2.6 10.1	#6F0035
257 Very Deep Purplish Red	6.8rp 1.7 8.0	#470027
258 Moderate Purplish Red	7.1rp 4.5 9.0	#A73853
259 Dark Purplish Red	7.1rp 2.7 6.0	#5B1E31
260 Very Dark Purplish Red	6.6rp 0.9 4.8	#28071A
261 Light Grayish Purplish Red	7.8rp 5.9 4.2	#B27070
262 Grayish Purplish Red	7.0rp 4.5 5.1	#8C4852
263 White	2.5pb 9.5 0.2	#FFC9D7
264 Light Gray	6.7y 7.4 0.2	#C2A894
265 Medium Gray	3.3gy 5.4 0.1	#817066
266 Dark Gray	2.5pb 3.5 0.0	#49423D
267 Black	2.5pb 0.8 0.0	#131313

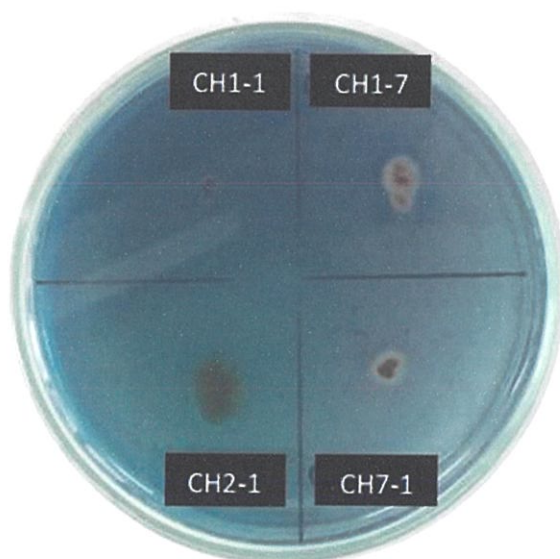


ภาคผนวก ค

ค1

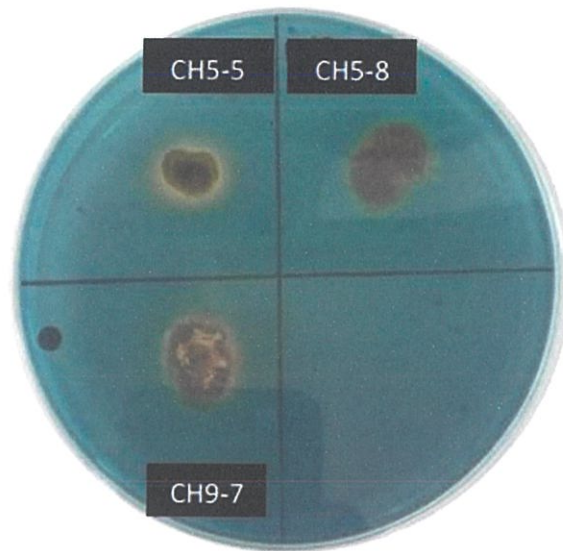
ผลการศึกษาการสร้างซีเตอร์โรฟอรัส

ผลการทดสอบการสร้างซีเตอร์โรฟอรัสทดสอบโดยใช้ ISP2 CAS agar



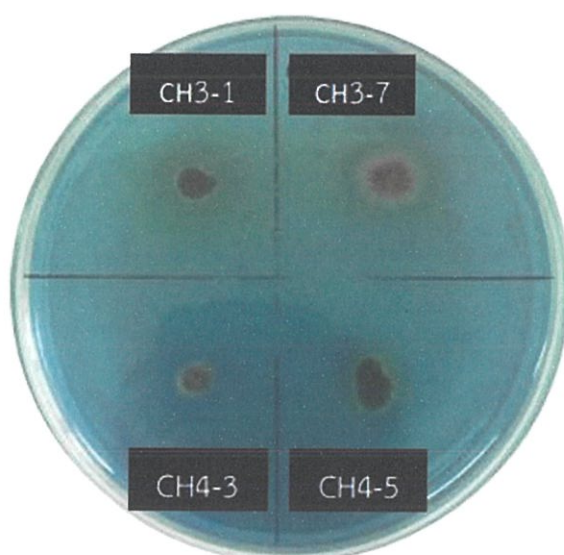
- รูปที่ ค1.1
- CH1-1 สามารถสร้างซีเตอร์โรฟอรัสได้น้อย
 - CH1-7 สามารถสร้างซีเตอร์โรฟอรัสได้ปานกลาง
 - CH2-1 ไม่สามารถสร้างซีเตอร์โรฟอรัสได้
 - CH7-1 สามารถสร้างซีเตอร์โรฟอรัสได้ปานกลาง

ผลการทดสอบการสร้างซิงเดอโรฟอรัสทดสอบโดยใช้ ISP2 CAS agar



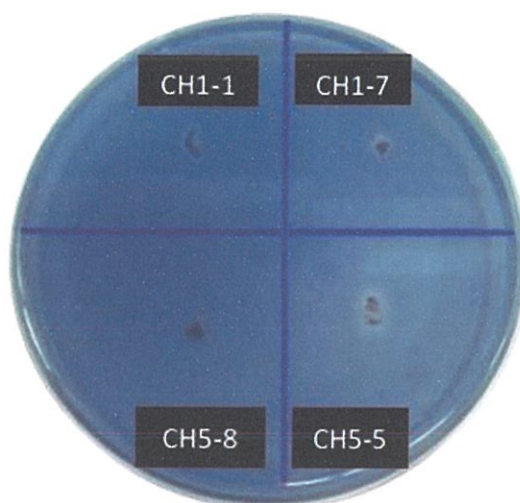
- รูปที่ ค1.2 CH5-5 สามารถสร้างซิงเดอโรฟอรัสได้มาก
CH5-8 ไม่สามารถสร้างซิงเดอโรฟอรัสได้
CH9-7 สามารถสร้างซิงเดอโรฟอรัสได้น้อย

ผลการทดสอบการสร้างซีเตอริโรฟอรัสทดสอบโดยใช้ ISP2 CAS agar



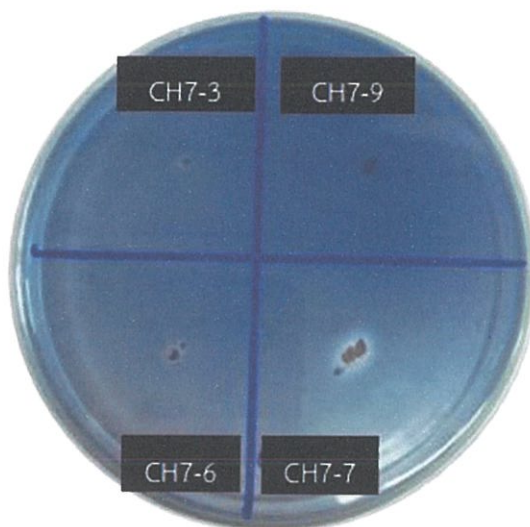
- รูปที่ ค1.3
- CH3-1 สามารถสร้างซีเตอริโรฟอรัสได้น้อย
 - CH3-7 สามารถสร้างซีเตอริโรฟอรัสได้ปานกลาง
 - CH4-3 สามารถสร้างซีเตอริโรฟอรัสได้น้อย
 - CH4-5 สามารถสร้างซีเตอริโรฟอรัสได้น้อย

ผลการทดสอบการสร้างซีเตอโรโรฟอรต์ทดสอบโดยใช้ 20% soil extract CAS agar



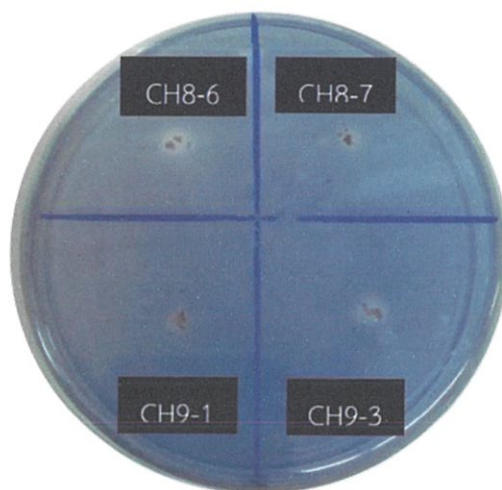
- รูปที่ ค1.4
- CH1-1 สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรต์ได้น้อย
 - CH1-7 สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรต์ได้น้อย
 - CH5-8 ไม่สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรต์ได้
 - CH5-5 สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรต์ได้ปานกลาง

ผลการทดสอบการสร้างซีเตอโรโรฟอรืทดสอบโดยใช้ 20% soil extract CAS agar



- รูปที่ ค1.5
- CH2-1 ไม่สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรืได้
 - CH3-2 สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรืได้น้อย
 - CH7-1 ไม่สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรืได้
 - CH9-7 สามารถสร้างซีเตอโรโรฟอรืได้ปานกลาง

ผลการทดสอบการสร้างซีเตอรโรฟอรทดสอบโดยใช้ 20% soil extract CAS agar

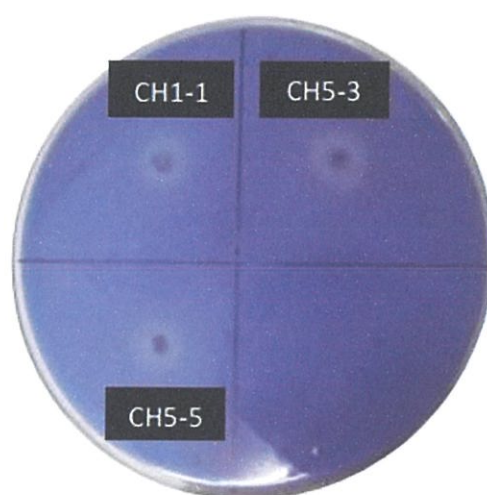


- รูปที่ ค1.6
- CH8-6 สามารถสร้างซีเตอรโรฟอรได้ปานกลาง
 - CH8-7 ไม่สามารถสร้างซีเตอรโรฟอรได้น้อย
 - CH9-1 สามารถสร้างซีเตอรโรฟอรได้น้อย
 - CH9-3 สามารถสร้างซีเตอรโรฟอรได้ปานกลาง

ค2

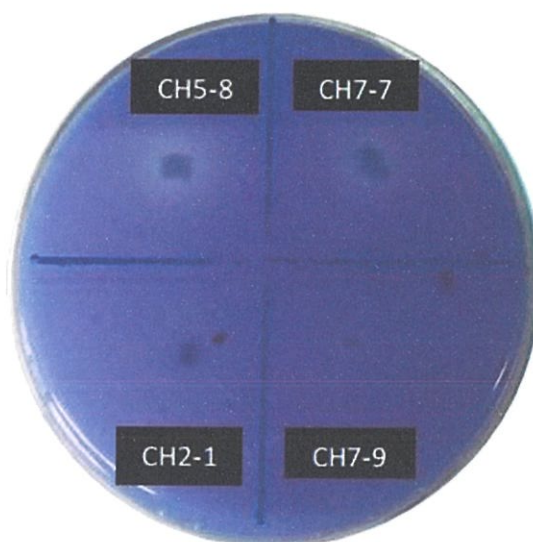
ผลการศึกษการย่อยสลายฟอสเฟต

ผลการทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟต ทดสอบโดยใช้อาหารNBRI-P-BPB



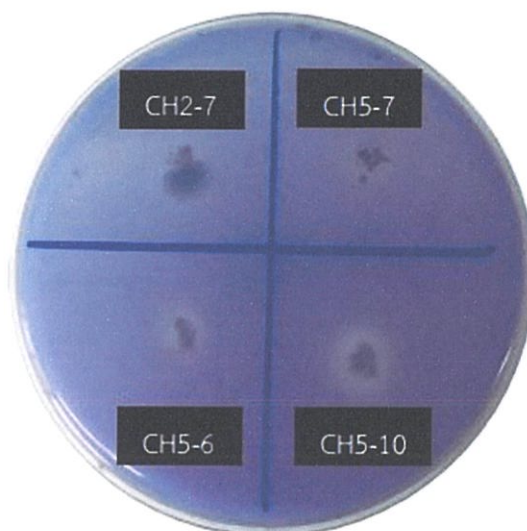
- รูปที่ ค2.1 CH1-1 สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้มาก
CH5-3 สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้มาก
CH5-5 สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้มาก

ผลการทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟต ทดสอบโดยใช้อาหารNBRI-PBP



- รูปที่ ค2.2
- | | |
|-------|--------------------------------|
| CH5-8 | สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้มาก |
| CH7-7 | สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ปานกลาง |
| CH2-1 | ไม่สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ |
| CH7-9 | สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้น้อย |

ผลการทดสอบการย่อยสลายฟอสเฟต ทดสอบโดยใช้อาหารNBRI-PBP



- รูปที่ ค2.3
- | | |
|--------|--------------------------------|
| CH2-7 | สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้น้อย |
| CH5-7 | สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้น้อย |
| CH5-6 | สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ปานกลาง |
| CH5-10 | สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้มาก |

ภาคผนวก ง

การทดสอบการผลิตสารส่งเสริมการเจริญในพืช

1. การทดสอบการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid)

1.1 ผลการทดลองการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ในอาหาร

ISP2 broth

ตารางที่ 1.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH1

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของอาหาร	Blank ของตัวอย่าง	
CH1-1	5X	0.081	0.168	0.026	0.055
CH1-2	5X	0.084	0.217	0.081	0.003
CH1-3	5X	0.090	0.211	0.079	0.011
CH1-4	10X	0.145	0.305	0.099	0.046
CH1-5	5X	0.076	0.084	0.053	0.023
CH1-6	5X	0.125	0.115	0.071	0.054
CH1-7	5X	0.049	0.105	0.005	0.044
CH1-8	9X	0.101	0.142	0.020	0.081

ตารางที่ 1.2 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH2

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของอาหาร	Blank ของตัวอย่าง	
CH2-1	5X	0.080	0.223	0.077	0.003
CH2-2	5X	0.089	0.310	0.087	0.002
CH2-3	5X	0.146	0.092	0.915	0.0031
CH2-4	2X	0.254	0.276	0.080	0.174
CH2-5	3X	0.173	0.194	0.040	0.133
CH2-6	6X	0.068	0.099	0.030	0.038
CH2-7	9X	0.118	0.097	0.082	0.036

ตารางที่ 1.3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH3

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH3-1	9X	0.067	0.135	0.007	0.06
CH3-2	2X	0.172	0.210	0.023	0.149
CH3-3	9X	0.081	0.178	0.036	0.045
CH3-4	9X	0.063	0.087	0.037	0.026
CH3-5	9X	0.091	0.136	0.016	0.075
CH3-6	5X	0.146	0.092	0.108	0.038
CH3-7	9X	0.080	0.093	0.048	0.032

ตารางที่ 1.4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH4

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH4-1	2X	0.469	0.311	0.211	0.258
CH4-2	2X	0.436	0.303	0.164	0.272
CH4-3	4X	0.294	0.214	0.133	0.161
CH4-4	2X	0.169	0.192	0.028	0.141
CH4-5	2X	0.186	0.186	0.044	0.142
CH4-6	2X	0.166	0.190	0.065	0.101

ตารางที่ 1.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH5

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH5-1	3X	0.666	0.261	0.234	0.432
CH5-2	2X	0.832	0.176	0.233	0.589
CH5-3	2X	0.738	0.234	0.247	0.491
CH5-4	3X	0.691	0.290	0.254	0.437
CH5-5	3X	0.687	0.261	0.253	0.434
CH5-6	5X	0.132	0.123	0.056	0.076
CH5-7	5X	0.112	0.114	0.045	0.067
CH5-8	3X	0.690	0.291	0.257	0.433
CH5-9	5X	0.102	0.122	0.027	0.075
CH5-10	5X	0.100	0.118	0.029	0.071

ตารางที่ 1.6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH6

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH6-1	5X	0.116	0.106	0.007	0.109
CH6-2	3X	0.172	0.297	0.032	0.14
CH6-3	9X	0.069	0.100	0.030	0.039
CH6-4	5X	0.146	0.092	0.115	0.031
CH6-5	2X	0.101	0.129	0.033	0.068
CH6-6	2X	0.254	0.276	0.080	0.171
CH6-7	9X	0.080	0.093	0.048	0.032

ตารางที่ 1.7 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH7

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH7-1	5X	0.143	0.089	0.113	0.03
CH7-2	5X	0.219	0.222	0.044	0.175
CH7-3	2X	0.323	0.417	0.047	0.276
CH7-4	4X	0.078	0.101	0.024	0.054
CH7-5	5X	0.080	0.223	0.077	0.003
CH7-6	5X	0.217	0.219	0.045	0.172
CH7-7	4X	0.104	0.146	0.005	0.099
CH7-8	5X	0.229	0.481	0.205	0.024
CH7-9	4X	0.108	0.165	0.010	0.098

ตารางที่ 1.8 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH8

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH8-1	2X	0.255	0.263	0.084	0.171
CH8-2	2X	1.059	0.636	0.323	0.736
CH8-3	5X	0.053	0.115	0.004	0.049
CH8-4	3X	0.205	0.299	0.025	0.18
CH8-5	2X	0.403	0.388	0.141	0.262
CH8-6	3X	0.280	0.194	0.131	0.149
CH8-7	3X	0.452	0.174	0.398	0.054

ตารางที่ 1.9 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH9

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH9-1	4X	0.136	0.108	0.075	0.061
CH9-2	2X	0.680	0.553	0.203	0.477
CH9-3	2X	0.071	0.156	0.011	0.06
CH9-4	5X	0.131	0.167	0.030	0.101
CH9-5	3X	0.201	0.186	0.141	0.06
CH9-6	3X	0.247	0.220	0.170	0.077
CH9-7	2X	0.650	0.280	0.522	0.128

ตารางที่ 1.10 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH10

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH10-1	4X	0.211	0.319	0.061	0.15
CH10-2	4X	0.184	0.233	0.002	0.182
CH10-3	7X	0.119	0.105	0.061	0.058
CH10-4	5X	0.124	0.105	0.066	0.058
CH10-5	4X	0.211	0.319	0.061	0.15
CH10-6	4X	0.136	0.108	0.075	0.061
CH10-7	5X	0.171	0.144	0.074	0.097
CH10-8	6X	0.134	0.116	0.065	0.069

1.2 ผลการทดลองการผลิตกรดอินโดล-3-อะซิติก (indole-3-acetic acid) ในอาหาร 20% soil extract

ตารางที่ 1.11 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH1

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH1-1	0.030	0.115	-0.008	0.03
CH1-2	0.542	0.102	0.625	0.083
CH1-3	0.497	0.097	0.576	0.079
CH1-4	0.083	0.059	0.118	0.035
CH1-5	0.108	0.118	0.094	0.086
CH1-6	0.031	0.166	-0.009	0.031
CH1-7	0.127	0.181	0.025	0.26
CH1-8	0.117	0.095	0.138	0.021

ตารางที่ 1.12 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH2

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH2-1	0.547	0.109	0.628	0.081
CH2-2	0.544	0.107	0.621	0.077
CH2-3	0.064	0.152	-0.001	0.064
CH2-4	0.051	0.086	0.065	0.014
CH2-5	0.070	0.108	0.074	0.004
CH2-6	0.070	0.060	0.119	0.049
CH2-7	0.032	0.028	0.058	0.026

ตารางที่ 1.13 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH3

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH3-1	0.099	0.123	0.061	0.038
CH3-2	0.109	0.131	0.082	0.027
CH3-3	0.125	0.090	0.105	0.02
CH3-4	0.176	0.096	0.137	0.039
CH3-5	0.084	0.129	0.067	0.017
CH3-6	0.062	0.152	-0.001	0.062
CH3-7	0.107	0.100	0.071	0.036

ตารางที่ 1.14 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH4

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH4-1	0.069	0.057	0.088	0.019
CH4-2	0.030	0.044	0.062	0.032
CH4-3	0.020	0.067	0.029	0.009
CH4-4	0.044	0.039	0.081	0.037
CH4-5	0.051	0.069	0.058	0.007
CH4-6	0.046	0.078	0.044	0.002

ตารางที่ 1.15 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH5

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH5-1	0.005	0.041	0.040	0.035
CH5-2	0.045	0.041	0.080	0.035
CH5-3	0.056	0.050	0.082	0.026
CH5-4	0.032	0.048	0.060	0.028
CH5-5	0.034	0.051	0.062	0.028
CH5-6	0.027	0.074	0.029	0.002
CH5-7	0.017	0.054	0.039	0.022
CH5-8	0.037	0.053	0.065	0.028
CH5-9	0.051	0.069	0.058	0.007
CH5-10	0.008	0.048	0.036	0.028

ตารางที่ 1.16 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH6

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH6-1	0.060	0.094	0.122	0.062
CH6-2	0.081	0.176	-0.002	0.081
CH6-3	0.113	0.123	0.055	0.058
CH6-4	0.064	0.152	-0.001	0.064
CH6-5	0.140	0.102	0.133	0.007
CH6-6	0.058	0.106	0.042	0.016
CH6-7	0.039	0.100	0.065	0.026

ตารางที่ 1.17 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH7

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของอาหาร	Blank ของตัวอย่าง	
CH7-1	0.062	0.151	-0.001	0.062
CH7-2	0.053	0.054	0.075	0.022
CH7-3	0.061	0.058	0.079	0.018
CH7-4	0.015	0.045	0.046	0.031
CH7-5	0.497	0.090	0.575	0.078
CH7-6	0.049	0.044	0.081	0.032
CH7-7	0.539	0.101	0.578	0.039
CH7-8	0.031	0.046	0.061	0.03
CH7-9	0.067	0.041	0.102	0.035

ตารางที่ 1.18 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH8

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของอาหาร	Blank ของตัวอย่าง	
CH8-1	0.090	0.047	0.061	0.029
CH8-2	0.091	0.059	0.076	0.015
CH8-3	0.109	0.095	0.080	0.029
CH8-4	0.107	0.076	0.097	0.01
CH8-5	0.072	0.078	0.060	0.012
CH8-6	0.174	0.107	0.133	0.041
CH8-7	0.212	0.056	0.202	0.01

ตารางที่ 1.19 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH9

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH9-1	0.082	0.122	0.062	0.02
CH9-2	0.061	0.058	0.079	0.018
CH9-3	0.056	0.062	0.093	0.037
CH9-4	0.081	0.123	0.071	0.01
CH9-5	0.551	0.109	0.627	0.076
CH9-6	0.031	0.130	0.013	0.018
CH9-7	0.108	0.118	0.094	0.014

ตารางที่ 1.20 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ของ ไอโซเลต CH10

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 530 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH10-1	0.021	0.046	0.051	0.03
CH10-2	0.020	0.043	0.053	0.033
CH10-3	0.037	0.067	0.070	0.033
CH10-4	0.035	0.043	0.068	0.033
CH10-5	0.010	0.046	0.040	0.03
CH10-6	0.086	0.047	0.115	0.029
CH10-7	0.031	0.041	0.066	0.035
CH10-8	0.057	0.042	0.091	0.034

2. การทดสอบการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid)

2.1 ผลการทดลองการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ในอาหาร ISP2 broth

ตารางที่ 1.21 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH1

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของอาหาร	Blank ของตัวอย่าง	
CH1-1	5X	0.318	3.828	0.038	0.28
CH1-2	5X	0.528	3.788	0.385	0.143
CH1-3	5X	0.528	3.788	0.385	0.143
CH1-4	3X	0.317	3.953	-0.176	0.317
CH1-5	5X	0.192	3.732	-0.315	0.192
CH1-6	5X	0.220	3.856	-0.398	0.22
CH1-7	5X	0.034	3.802	-0.216	0.034
CH1-8	3X	0.282	3.889	-0.278	0.282

ตารางที่ 1.22 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH2

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของอาหาร	Blank ของตัวอย่าง	
CH2-1	5X	0.528	3.788	0.385	0.143
CH2-2	5X	0.528	3.788	0.385	0.143
CH2-3	5X	0.249	3.570	-0.116	0.249
CH2-4	2X	0.164	3.998	0.035	0.129
CH2-5	11X	0.140	3.918	0.125	0.015
CH2-6	6X	0.191	3.989	0.051	0.14
CH2-7	3X	0.354	3.652	0.112	0.242

ตารางที่ 1.23 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH3

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH3-1	3X	0.316	3.856	0.058	0.258
CH3-2	2X	0.281	3.991	-0.067	0.281
CH3-3	4X	0.395	3.828	0.114	0.281
CH3-4	3X	0.219	3.828	0.097	0.122
CH3-5	3X	0.116	3.710	0.139	0.023
CH3-6	3X	0.249	3.570	-0.116	0.249
CH3-7	3X	0.492	3.886	0.063	0.229

ตารางที่ 1.24 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH4

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH4-1	3X	0.258	3.883	0.035	0.223
CH4-2	3X	0.348	3.737	0.020	0.328
CH4-3	5X	0.316	3.980	0.150	0.166
CH4-4	3X	0.232	3.855	0.025	0.207
CH4-5	3X	0.258	3.661	0.118	0.14
CH4-6	3X	0.421	3.979	0.151	0.27

ตารางที่ 1.25 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH5

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH5-1	4X	0.207	3.828	-0.105	0.207
CH5-2	2X	0.559	3.803	0.062	0.497
CH5-3	2X	0.617	3.855	0.114	0.503
CH5-4	4X	0.140	3.805	-0.135	0.14
CH5-5	4X	0.140	3.805	-0.135	0.14
CH5-6	5X	0.336	3.938	0.228	0.108
CH5-7	2X	0.570	3.935	0.054	0.516
CH5-8	3X	0.243	3.788	0.041	0.202
CH5-9	5X	0.035	3.793	0.032	0.003
CH5-10	2X	0.335	3.871	0.097	0.238

ตารางที่ 1.26 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH6

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH6-1	2X	0.395	3.886	0.097	0.298
CH6-2	3X	0.441	3.991	0.176	0.265
CH6-3	9X	0.219	3.731	0.114	0.105
CH6-4	2X	0.508	3.912	-0.146	0.508
CH6-5	2X	0.249	3.856	0.146	0.103
CH6-6	2X	0.164	3.998	0.035	0.129
CH6-7	2X	0.354	3.886	0.062	0.292

ตารางที่ 1.27 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH7

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH7-1	5X	0.208	3.764	0.092	0.116
CH7-2	5X	0.373	3.873	0.269	0.104
CH7-3	2X	0.461	3.932	0.028	0.433
CH7-4	3X	0.301	3.791	0.023	0.278
CH7-5	5X	0.528	3.788	0.385	0.143
CH7-6	5X	0.184	3.931	0.035	0.149
CH7-7	4X	0.268	3.723	0.062	0.206
CH7-8	3X	0.238	3.966	-0.196	0.238
CH7-9	3X	0.373	3.789	0.097	0.276

ตารางที่ 1.28 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH8

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH8-1	2X	0.164	3.998	0.035	0.129
CH8-2	4X	0.237	4.000	-0.243	0.237
CH8-3	5X	0.140	3.805	-0.135	0.14
CH8-4	3X	0.102	3.911	-0.067	0.102
CH8-5	2X	0.074	3.978	0.038	0.036
CH8-6	3X	0.164	3.796	-0.200	0.164
CH8-7	3X	0.174	3.853	0.062	0.112

ตารางที่ 1.29 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH9

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH9-1	4X	0.130	3.642	0.300	0.017
CH9-2	4X	0.324	3.988	0.307	0.017
CH9-3	2X	0.278	3.978	0.222	0.056
CH9-4	5X	0.240	3.805	-0.135	0.14
CH9-5	3X	0.132	3.778	4.000	0.132
CH9-6	3X	0.433	3.911	0.032	0.401
CH9-7	2X	0.199	3.945	0.276	0.199

ตารางที่ 1.30 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH10

ไอโซเลต	dilute	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
			Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH10-1	4X	0.265	3.965	0.087	0.178
CH10-2	4X	0.159	3.930	-0.114	0.273
CH10-3	7X	0.210	3.788	0.105	0.105
CH10-4	5X	0.211	3.897	0.062	0.149
CH10-5	4X	0.265	3.965	0.087	0.178
CH10-6	4X	0.238	3.645	0.125	0.113
CH10-7	3X	0.460	3.929	0.030	0.43
CH10-8	6X	0.092	3.839	0.035	0.057

2.2 ผลการทดลองการผลิตจิบเบอเรลิน (Gibberellic acid) ในอาหาร 20% soil extract

ตารางที่ 1.31 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH1

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH1-1	0.516	3.596	0.232	0.284
CH1-2	0.501	3.785	0.543	0.042
CH1-3	0.478	3.897	0.518	0.04
CH1-4	0.248	3.581	0.201	0.047
CH1-5	0.516	3.663	-0.125	0.516
CH1-6	0.215	3.813	0.199	0.016
CH1-7	0.185	3.721	0.062	0.123
CH1-8	0.407	3.803	0.200	0.207

ตารางที่ 1.32 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH2

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH2-1	0.458	3.538	0.406	0.052
CH2-2	0.461	3.697	0.509	0.048
CH2-3	0.361	3.897	0.276	0.085
CH2-4	0.407	3.681	0.272	0.135
CH2-5	0.458	3.834	-0.020	0.458
CH2-6	0.185	3.701	0.160	0.185
CH2-7	0.247	3.788	-0.146	0.247

ตารางที่ 1.33 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH3

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH3-1	0.186	3.705	0.101	0.085
CH3-2	0.320	3.872	0.058	0.262
CH3-3	0.215	3.901	0.051	0.164
CH3-4	0.215	3.792	0.075	0.145
CH3-5	0.362	3.903	0.030	0.333
CH3-6	0.361	3.897	0.276	0.091
CH3-7	0.248	3.871	0.109	0.139

ตารางที่ 1.34 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH4

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH4-1	0.212	3.668	0.237	0.025
CH4-2	0.287	3.725	0.477	0.19
CH4-3	0.169	3.871	-0.028	0.169
CH4-4	0.236	3.725	-0.046	0.236
CH4-5	0.447	3.876	0.107	0.34
CH4-6	0.111	3.792	-0.184	0.111

ตารางที่ 1.35 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH5

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH5-1	0.585	3.724	0.116	0.469
CH5-2	0.259	3.649	0.220	0.039
CH5-3	0.234	3.967	0.327	0.093
CH5-4	0.711	3.704	0.062	0.649
CH5-5	0.690	3.645	0.057	0.633
CH5-6	0.188	3.816	0.216	0.028
CH5-7	0.410	3.648	0.200	0.21
CH5-8	0.715	3.782	0.087	0.628
CH5-9	0.447	3.900	0.097	0.35
CH5-10	0.313	3.615	0.176	0.137

ตารางที่ 1.36 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH6

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH6-1	0.407	3.818	0.025	0.382
CH6-2	0.320	3.747	0.155	0.165
CH6-3	0.247	3.817	0.103	0.144
CH6-4	0.359	3.895	0.273	0.086
CH6-5	0.320	3.844	0.133	0.187
CH6-6	0.282	3.817	0.176	0.106
CH6-7	0.185	3.792	0.079	0.106

ตารางที่ 1.37 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH7

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH7-1	0.207	3.553	0.130	0.091
CH7-2	0.643	3.841	0.105	0.538
CH7-3	0.409	3.842	0.196	0.213
CH7-4	0.284	3.790	0.032	0.252
CH7-5	0.458	3.538	0.406	0.052
CH7-6	0.534	3.703	0.185	0.349
CH7-7	0.257	3.723	0.255	0.002
CH7-8	0.312	3.869	0.301	0.011
CH7-9	0.311	3.723	0.204	0.107

ตารางที่ 1.38 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH8

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH8-1	0.701	3.691	0.078	0.623
CH8-2	0.408	3.842	0.197	0.211
CH8-3	0.353	3.801	0.072	0.281
CH8-4	0.248	3.802	0.125	0.123
CH8-5	0.301	3.777	0.218	0.083
CH8-6	0.139	3.918	0.026	0.113
CH8-7	0.315	3.953	0.105	0.21

ตารางที่ 1.39 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH9

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH9-1	0.362	3.788	0.038	0.324
CH9-2	0.309	3.842	0.196	0.113
CH9-3	0.131	3.538	0.218	0.087
CH9-4	0.019	3.839	0.048	0.029
CH9-5	0.458	3.538	0.405	0.053
CH9-6	0.516	3.681	0.058	0.458
CH9-7	0.516	3.663	-0.125	0.516

ตารางที่ 1.40 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 254 nm ของ ไอโซเลต CH10

ไอโซเลต	Negative Blank	Positive Blank		ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 254 nm.
		Blank ของ อาหาร	Blank ของ ตัวอย่าง	
CH10-1	0.411	3.723	0.166	0.245
CH10-2	0.314	3.841	0.196	0.118
CH10-3	0.376	3.583	0.436	0.06
CH10-4	0.449	3.815	-0.186	0.449
CH10-5	0.189	3.587	0.568	0.379
CH10-6	0.587	3.703	0.429	0.158
CH10-7	0.376	3.722	0.024	0.352
CH10-8	0.490	3.841	0.531	0.041



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบฟอร์มการตรวจสอบการคัดลอกผลงานทางวิชาการ

ข้าพเจ้า

นางสาว กมลพรรณ พองสดศรี รหัสนักศึกษา 57050789

นางสาว จุฑาทิพย์ แก้วประเสริฐ รหัสนักศึกษา 57050811

ระดับ ปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ ได้เสนอโครงการพิเศษหัวข้อเรื่อง

ชื่อภาษาไทย การแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยซีทจากดินที่มีกิจกรรมการส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช

ชื่อภาษาอังกฤษ Isolation and screening of actinomycetes from soils form plant growth
promoting activities

ได้ตรวจเช็คผลงานวิชาการข้างต้นแล้ว ในภาคเรียนที่ 2 วันที่ 13 เดือน กรกฎาคม ปี 2561

โดยใช้โปรแกรม อักขราวิสุทธิ์ ตรวจสอบพบความเหมือนของเนื้อหา 0.81 %

โดยอาจารย์ที่ปรึกษายอมรับได้ว่าไม่ได้คัดลอกข้อความที่มีสาระสำคัญจากผลงานของผู้อื่น

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

(นางสาว กมลพรรณ พองสดศรี)

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

(นางสาว จุฑาทิพย์ แก้วประเสริฐ)

วันที่ 13 เดือน กรกฎาคม ปี 2561

ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

(รศ.ดร.จิตติ ท่าไวย)

วันที่ 13 เดือน กรกฎาคม ปี 2561