การศึกษาสภาวะต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงแอคติโนมัยซีททนเกลือจากดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

CULTURAL CHARACTERIZATIONS OF HALOTOLERANCE ACTINOMYCETES FROM SALT FIELD SOIL SAMPLES KHOKKHAM, SAMUTSAKORN AND BANGPAKONG, CHACHOENGSAO

ทิพย์วรรณ เลื่อนศักดิ์
มณีรัตน์ วิเชียรรัตน์
รุจิโรจน์ ชยุติมา

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การศึกษาสภาวะต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงแอคติโนมัยซีททนเกลือจากดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

CULTURAL CHARACTERIZATIONS OF HALOTOLERANCE ACTINOMYCETES FROM SALT FIELD SOIL SAMPLES KHOKKHAM, SAMUTSAKORN AND BANGPAKONG, CHACHOENGSAO

ทิพย์วรรณ เลื่อนศักดิ์
มณีรัตน์ วิเชียรรัตน์
รุจิโรจน์ ชยุติมา

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

CULTURAL CHARACTERIZATIONS OF HALOTOLERANCE ACTINOMYCETES FROM SALT FIELD SOIL SAMPLES KHOKKHAM, SAMUTSAKORN AND BANGPAKONG, CHACHOENGSAO

THIPAWAN LUANSAK

MANEERAT WICHIENRAT

RUJIROSE CHAYUTIMA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาสภาวะต่างๆในการเพาะเลี้ยงแอคติโนมัยซีททนเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา Cultural characterizations of halotolerance Actinomycetes from salt field soil samples Khokkham, Samutsakorn and Bangpakong, Chachoengsao
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ทิพย์วรรณ เลื่อนศักดิ์ รหัส 55051285 นางสาว มณีรัตน์ วิเชียรรัตน์ รหัส 55051367 นางสาว รุจิโรจน์ ชยุติมา รหัส 55051380
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ. วีนา ชูโชติ ประธานกรรมการ	
รศ.ดร. จิตติ ท่าไว กรรมการ	
ดร. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาสภาวะต่างๆในการเพาะเลี้ยงแอคติโนมัยซีททนเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา Cultural characterizations of halotolerance Actinomycetes from salt field soil samples Khokkham, Samutsakorn and Bangpakong, Chachoengsao
ชื่อนักศึกษา	นางสาวทิพย์วรรณ เลื่อนศักดิ์ รหัสนักศึกษา 55051285 นางสาวมณีรัตน์ วิเชียรรัตน์ รหัสนักศึกษา 55051367 นางสาวรุจิโรจน์ ชยุติมา รหัสนักศึกษา 55051380
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีททนเกลือที่แยกได้จากดินนาเกลือตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้แก่ ศึกษาการย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis), การตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลายโปรตีน (Peptonization) ในน้ำนม (Skim milk), การย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction) และการย่อยสลายไนเตรท (Nitrate reduction) ของเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท พบว่า มีเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 8 ไอโซเลทสามารถตกตะกอนในน้ำนมได้, 3 ไอโซเลทสามารถย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม, 3 ไอโซเลทสามารถย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมได้เพียงเล็กน้อย, 7 ไอโซเลทสามารถย่อยสลายเจลาตินได้, 6 ไอโซเลทเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท, 3 ไอโซเลทสามารถย่อยสลายแป้งได้ และ 2 ไอโซเลทที่สามารถย่อยสลายแป้งได้เพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังศึกษาสภาวะต่างๆในการเพาะเลี้ยงแอคติโนมัยซีททนเกลือ พบว่า เชื้อแอคติ-โนมัยซีททั้ง 10 ไอโซเลท สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 และเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีทที่มีการเจริญดีที่สุด 2 ไอโซเลท คือ ไอโซเลทที่ B8810-1 และ B7786-1 มาศึกษาการเจริญที่อุณหภูมิ 25, 30, 37 และ 45 องศาเซลเซียส, ค่าความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) ที่

5.5, 6.5, 7.5, 8.5 และ 9.5 ค่าความเข้มข้นของเกลือที่ร้อยละ 7, 8, 9, 10 และ 15 พบว่า เชื้อแอคติโนมัยซีท ไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถเจริญได้ที่ค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7-15 และเจริญดีที่สุดที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) เท่ากับ 9.5 และไอโซเลทที่ B7786-1 สามารถเจริญได้ที่ค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7-15 เจริญดีที่สุดที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) เท่ากับ 8.5 อีกทั้งยังทดสอบความสามารถในการผลิตสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นทั้ง 10 ไอโซเลท พบว่า เชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 1 ไอโซเลทสามารถยับยั้งเชื้อ *Candida albican*, 2 ไอโซเลทสามารถยับยั้ง *Pseudomonas aeruginosa*, 5 ไอโซเลท สามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus*, 3 ไอโซเลทสามารถยับยั้ง *Micrococcus luteus*, 2 ไอโซเลทสามารถยับยั้ง *Escherichia coli* และ 1 ไอโซเลทสามารถยับยั้ง *Streptococcus aureus* ได้

คำสำคัญ : ดินนาเกลือ (Salt field soil), แอคติโนมัยซีททนเกลือ (Halotolerance actinomycetes)

Title	Cultural characterizations of Halotolerance Actinomycetes from salt field soil samples Khokkham, Samutsakorn and Bangpakong, Chachoengsao	
Student	Ms. Thipawan Luansak	55051285
	Ms. Maneerat Wicheinrat	55051367
	Ms. Rujirose Chayutima	55051380
Degree	Bachelor of Science	
Academic Year	2015	
Advisor	Dr. Khanungkan Klanbut	

Abstract

The main objective of present study were to study morphological and biochemical characterized of Halotolerance actinomycetes isolate from salt field soil samples Khokkham, Samutsakorn province and Bangpakong, Chachoengsao province. As the result of Biochemical tests. Out of 10 isolates, 7 isolates showed coagulate milk, 3 isolates showed peptonize milk agar, 3 isolates showed weakly on peptonize milk agar, 7 isolates showed liquefy Gelatin, 6 isolates showed reduce Nitrate, 3 isolates showed hydrolyze starch and 2 isolates showed weakly on hydrolyze starch. All of 10 isolates were able to grow in 5% and 7% NaCl. B7786-1 and B8810-1 was grew well, respectively. The result revealed that B8810-1 likely to grow in 7-15% NaCl. and grew well at 15% NaCl. 37 degree Celsius, at pH value 9.5. B7786-1 likely to grew in 7-15% NaCl. and grew well at 15% NaCl. 30 degree Celsius at pH value is 8.5. Finally, 10 isolates were tested for antimicrobial activity Found that, 1 isolate had activity against *Candida albican,* 5 isolates had activity against *Bacillus cereus*, 3 isolates had activity against *Micrococcus luteus,* 2 isolates had activity against *Escherichia coli*, 2 isolates had activity against *Pseudomonas aeruginosa* and 1 isolate had activity against *Streptococcus aureus*.

Keyword: Halotolerance Actinomycetes, Salt field soil

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ซึ่งสำเร็จได้ด้วยการช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลผู้มีอุปการคุณหลายท่าน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. คนึงกานต์ กลั่นบุศย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาเป็นอย่างยิ่งในการให้คำปรึกษา ข้อคิด ความรู้ และดูแลอย่างดีเสมอมาตลอดการทำการค้นคว้าวิจัย คอยตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ. วีนา ชูโชติ ประธานกรรมการโครงงานพิเศษ ที่ช่วยให้คำปรึกษา และตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. จิตติ ท่าไว กรรมการโครงงานพิเศษ ที่ช่วยให้คำปรึกษา และตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ เพื่อใช้ในการทดลอง และช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ที่ทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ดูแลศูนย์การเรียนรู้การทำนาเกลือ หมู่บ้านสหกรณ์ 1 ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ให้ความรู้ และอนุเคราะห์ตัวอย่างดิน เพื่อนำมาศึกษาในการทำโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณคุณลุง ไพฑูรย์ ซิ้มเจริญ เจ้าของที่ดินนาเกลือตำบลบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ให้ความรู้ และอนุเคราะห์ตัวอย่างดิน เพื่อนำมาศึกษาในการทำโครงงานพิเศษนี้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการค้นคว้าวิจัยโครงงานพิเศษนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้ที่สนใจศึกษาและเรียนรู้ต่อไป

ทิพย์วรรณ เลื่อนศักดิ์

มณีรัตน์ วิเชียรรัตน์

รุจิโรจน์ ชยุติมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ธ

คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ม

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 ชีววิทยาทั่วไปของแอคติโนมัยซีท 7

2.2 วงจรชีวิตของแอคติโนมัยซีท 7

2.3 การจัดจำแนกแอคติโนมัยซีท 8

2.3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 8

2.3.1.1 เส้นใยของแอคติโนมัยซีท 8

2.3.1.2 สปอร์ของแอคติโนมัยซีท 9

2.3.1.3 โคโลนีของแอคติโนมัยซีท 14

2.3.2 ลักษณะทางชีววิทยาและชีวเคมี 15

2.3.3 ลักษณะการจัดจำแนกทางเคมี 16

2.4 บทบาทของแอคติโนมัยซีท 17

2.4.1 การย่อยสลายอินทรียวัตถุ 17

2.4.2 ความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่สำคัญต่ออุตสาหกรรม 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.3 ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและสลายฟอสเฟตในรูปที่พืชนำไปใช้ได้ 18
2.5 แหล่งของแอคติโนมัยซีท 18
2.6 นาเกลือ 19
2.7 แอคติโนมัยซีทที่สามารเจริญได้ในนาเกลือ 20
2.8 การเจริญของแอคติโนมัยซีท 21
2.8.1 ในอาหารเหลว 21
2.8.2 บนอาหารแข็ง 21
2.9 สารปฏิชีวนะที่ผลิตโดยแอคติโนมัยซีท 22
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
2.10.1 Extreamophilic และ Extreamotolerant Actinomycetes ที่อยู่ในดินแต่ละประเภท 22
2.10.2 Bioperspective ของแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีการสร้างสารออกฤทธิ์ต้านทานจุลินทรีย์อื่นๆ 25
2.10.3 การศึกษาแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินบริเวณเมือง Gondar ทางบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ Ethiopia ในการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ 26
2.10.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถต้านทานการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นของแอคติโนมัยซีทที่แยกจากตัวอย่างดินบริเวณ Senbagadaruvi ทางตะวันตกของ Ghats 27
2.10.5 ประเภทการเจริญของจุลินทรีย์ และยีนต้นแบบ (MTCC) ที่ใช้ในการจัดจำแนกแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีท 27
2.10.6 การคัดแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สร้างสารออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ที่ก่อให้เกิดการเหี่ยวของมะเขือเทศ 29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10.7 การคัดกรองสารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งจาก
แอคติโนมัยซีท ที่แยกได้จากทะเล 29
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 30
3.1 เครื่องมือ 30
3.2 อุปกรณ์ 31
3.3 สารเคมี 33
3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ 34
3.5 จุลินทรีย์ 34
3.5.1 จุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ 34
3.5.2 ยีสต์ที่ใช้ในการทดสอบ 35
3.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน 35
3.6.1 การเก็บตัวอย่างดิน และการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท 35
3.6.2 การคัดแยก และการเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท 35
3.6.3 การเตรียม Spore suspensions ของเชื้อแอคติโนมัยซีท 36
3.6.4 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีท 36
3.6.5 การศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีท 36
3.6.6 การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ในอาหารเหลว
Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5
และร้อยละ 7 ที่ดีที่สุด 37
3.6.7 การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ในอาหารเหลว
Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกัน 38
3.6.8 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของแอคติโนมัยซีท
ในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract 39
3.6.9 การศึกษาความเป็นกรดด่าง (พีเอช) ที่เหมาะสมในการเจริญใน
อาหารเหลว Yeast extract-Malt extract 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6.10 การศึกษาแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น 40
3.6.11 การหาสมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดิน 41
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 42
4.1 การเก็บตัวอย่างและการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท 42
4.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีท 45
4.3 การศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีท 67
4.4 การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถในเจริญได้ในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ที่ดีที่สุด 69
4.5 การศึกษาความสามารถในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกัน 80
4.6 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract 82
4.7 การศึกษาความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) ที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract 84
4.8 การศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น 86
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 91
5.1 สรุปผลการวิจัย 91
5.2 ข้อเสนอแนะ 93
เอกสารอ้างอิง 95
ภาคผนวก 100
ภาคผนวก ก 102
ภาคผนวก ข 105
ภาคผนวก ค 138
ภาคผนวก ง 147
ภาคผนวก จ 162
ภาคผนวก ฉ 168
ภาคผนวก ช 173
ภาคผนวก ซ 177
ภาคผนวก ฌ 183

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

บทที่ 4

4.1 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ครั้งที่ 1 จำนวน 8 ไอโซเลท 42

4.2 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ครั้งที่ 2 จำนวน 11 ไอโซเลท 43

4.3 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือ ตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ครั้งที่ 1 จำนวน 9 ไอโซเลท 44

4.4 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือ ตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ครั้งที่ 2 จำนวน 16 ไอโซเลท 44

4.5 ตารางแสดงผลการศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางปะการของเชื้อแอคติโนมัยซีท จำนวน 10 ไอโซเลท 68

4.6 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 69

4.7 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 70

4.8 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 71

4.9 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 72

4.10 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 73

4.11 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 74

4.12 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.13 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 76

4.14 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1782-3 77

4.15 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 78

4.16 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-10 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt Extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือแตกต่างกัน 81

4.17 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt Extract (YEME) ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 83

4.18 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt Extract (YEME) ที่มีค่าความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) แตกต่างกัน 85

4.19 แสดงผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของแอคติโนมัยซีท 87

ภาคผนวก

1(ข) กระดาษสีมาตรฐาน (The NBS/IBCC Color System) 105

1(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 147

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

2(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 147

3(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว International Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 148

4(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 148

5(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 149

6(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 149

7(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 150

8(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 150

9(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

10(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 151

11(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 152

12(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 152

13(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 153

14(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 153

15(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 154

16(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 154

17(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 155

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

18(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 155
19(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 156
20(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 156
21(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 157
22(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 157
23(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 158
24(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 158
25(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 159

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

26(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 159

27(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 160

28(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 โดยเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 160

29(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 161

30(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 161

1(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 162

2(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 162

3(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 8 163

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 9 163

5(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 164

6(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 164

7(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 165

8(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 165

9(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 8 166

10(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 9 166

11(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10 167

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

12(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 167

1(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.5 168

2(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 6.5 168

3(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.5 169

4(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 8.5 169

5(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 9.5 170

6(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.5 170

7(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 6.5 171

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

8(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.5 171

9(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 8.5 172

10(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 9.5 172

1(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 173

2(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 173

3(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 174

4(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 174

5(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 175

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

6(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 175
7(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 176
8(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 176
1(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัด สมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 30 สิงหาคม 2558 183
2(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัด สมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 7 กันยายน 2558 183
3(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัด สมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 16 ตุลาคม 2558 184
4(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัด สมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ตุลาคม 2558 184
5(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัด ฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ธันวาคม 2558 185

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 25 ธันวาคม 2558 185

7(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 9 มกราคม 2559 186

8(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 14 มกราคม 2559 186

9(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 30 สิงหาคม 2558 187

10(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 7 กันยายน 2558 187

11(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 16 ตุลาคม 2558 188

12(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ตุลาคม 2558 188

13(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ธันวาคม 2559 189

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

14(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 25 ธันวาคม 2559 189

15(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 9 มกราคม 2559 190

16(ฌ) แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 14 มกราคม 2559 190

17(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 30 สิงหาคม 2558 ... 191

18(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 7 กันยายน 2558 191

19(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 16 ตุลาคม 2558 192

20(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ตุลาคม 2558 192

21(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ธันวาคม 2558 ... 193

22(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 25 ธันวาคม 2558 ... 193

23(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 9 มกราคม 2558 194

24(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 14 มกราคม 2558 ... 194

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

บทที่ 2

2.1 วงจรชีวิตของแอคติโนมัยซีท 8
2.2 การสร้างสปอร์เดี่ยว 9
2.3 ลักษณะสปอร์สาย 11
2.4 การสร้างสปอร์แบบสายยาวของ *Streptomyces* 11
2.5 รูปทรงของอับสปอร์ที่เจริญบนอาหาร 12
2.6 รูปทรงของอับสปอร์ 13
2.7 ขั้นตอนการสร้างโคโลนีของแอคตโนมัยซีทบนอาหารแข็ง 14
2.8 แผนภูมิแสดงระดับพื้นที่และกระบวนการเปลี่ยนแปลงในการทำนาเกลือ 20

บทที่ 4

4.1 นาเกลือบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ในวันที่ 29 สิงหาคม 2558 42
4.2 นาเกลือบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ในวันที่ 15 ตุลาคม 2558 43
4.3 นาเกลือบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในวันที่ 22 ธันวาคม 2558 43
4.4 นาเกลือบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในวันที่ 9 มกราคม 2559 44
4.5 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K1721-1 บนอาหาร Starch casein agar 45
4.6 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K1721-2 บนอาหาร Starch casein agar 46
4.7 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B1782-3 บนอาหาร Starch casein agar 46
4.8 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B1796-4 บนอาหาร Starch casein agar 47
4.9 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B1782-5 บนอาหาร Starch casein agar 47

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.10 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K1761-6 บนอาหาร Starch casein agar 48

4.11 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B1808-7 บนอาหาร Starch casein agar 48

4.12 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K1721-8 บนอาหาร Starch casein agar 49

4.13 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B2805-1 บนอาหาร Starch casein agar 49

4.14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B2805-2 บนอาหาร Starch casein agar 50

4.15 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B2786-3 บนอาหาร Starch casein agar 50

4.16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K2700-4 บนอาหาร Starch casein agar 51

4.17 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B3808-1 บนอาหาร Starch casein agar 51

4.18 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K3774-2 บนอาหาร Starch casein agar 52

4.19 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B4801-1 บนอาหาร Starch casein agar 52

4.20 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B4801-2 บนอาหาร Starch casein agar 53

4.21 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K4786-3 บนอาหาร Starch casein agar 53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.22 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B4780-4 บนอาหาร Starch casein agar 54
4.23 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B4800-5 บนอาหาร Starch casein agar 54
4.24 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B4786-6 บนอาหาร Starch casein agar 55
4.25 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K4761-7 บนอาหาร Starch casein agar 55
4.26 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K5771-1 บนอาหาร Starch casein agar 56
4.27 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K5761-2 บนอาหาร Starch casein agar 56
4.28 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K6752-1 บนอาหาร Starch casein agar 57
4.29 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K6704-2 บนอาหาร Starch casein agar 57
4.30 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K6786-3 บนอาหาร Starch casein agar 58
4.31 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K6730-4 บนอาหาร Starch casein agar 58
4.32 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B7786-1 บนอาหาร Starch casein agar 59
4.33 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B7786-2 บนอาหาร Starch casein agar 59

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.34 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K7721-3 บนอาหาร Starch casein agar 60
4.35 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K7774-4 บนอาหาร Starch casein agar 60
4.36 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K7721-5 บนอาหาร Starch casein agar 61
4.37 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8810-1 บนอาหาร Starch casein agar 61
4.38 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8808-2 บนอาหาร Starch casein agar 62
4.39 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8808-3 บนอาหาร Starch casein agar 62
4.40 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8780-4 บนอาหาร Starch casein agar 63
4.41 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8782-5 บนอาหาร Starch casein agar 63
4.42 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8801-6 บนอาหาร Starch casein agar 64
4.43 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8764-7 บนอาหาร Starch casein agar 64
4.44 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8808-8 บนอาหาร Starch casein agar 65
4.45 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8805-9 บนอาหาร Starch casein agar 65

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.46 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K8755-10 บนอาหาร Starch casein agar 66

4.47 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ K8761-11 บนอาหาร Starch casein agar 66

4.48 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทโซเลทที่ B8800-12 บนอาหาร Starch casein agar 67

4.49 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 69

4.50 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 70

4.51 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 71

4.52 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 72

4.53 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 73

4.54 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.55 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 75

4.56 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 76

4.57 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 77

4.58 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ K5761-2 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร ISP2 ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 78

4.59 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate: μ) ของแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลท ที่ทำการเลี้ยงด้วยอาหาร Yeast extract-Malt extract ในค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 79

4.60 แสดงระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า (t_d) ของแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลท ที่ทำการเลี้ยงด้วยอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ในค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 79

4.61 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 7, 8, 9, 10, 15 และอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 80

4.62 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลททที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 7, 8, 9, 10, 15 และอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ 81

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.63 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิต่างกัน 82

4.64 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิต่างกัน 83

4.65 แสดงค่าลอกาลิทึมอัตราการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอช 5.5, 6.5, 7.5 และ 8.5 84

4.66 แสดงค่าลอกาลิทึมอัตราการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอช 5.5, 6.5, 7.5 และ 8.5 85

4.67 แสดงผลการศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไอโซเลทที่ B7786-1 (ก), ไอโซเลทที่ K6786-3 (ข) และ ไอโซเลทที่ B8810-1 (ค) 86

4.68 แสดงผลการศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไอโซเลทที่ B1782-3 (ก), ไอโซเลทที่ K5761-2 (ข) และ ไอโซเลทที่ B8808-2 (ค) 86

4.69 แสดงผลการศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไอโซเลทที่ K3774-2 (ก), ไอโซเลทที่ B2805-1 (ข) และ ไอโซเลทที่ B8800-3 (ค) 86

ภาคผนวก

1(ค) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีท 138

2(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 .. 139

3(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 .. 139

4(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 .. 139

5(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 .. 140

6(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 .. 140

7(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 .. 140

8(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 .. 141

9(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2 .. 141

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

10(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 141

11(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 142

12(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1, K5761-2 142

13(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2, K6786-3 142

14(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3, B8800-3 143

15(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2, B2805-1 143

16(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1, B8810-1 143

17(ค) แสดงการการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3, K6786-3, B7786-1 และ B8810-1 144

18(ค) แสดงการการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3, B8808-2, K5761-2 และ K3774-2 144

19(ค) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 และ B4801-1 144

20(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 และ B1782-3 145

21(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 และ K5761-2 145

22(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 และ K6786-3 145

23(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 และ B8810-1 146

24(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2 และ B7786-1 146

1(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Candida albicans* 177

2(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Bacillus cereus* 178

3(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Micrococcus luteus* 179

4(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* 180

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

5(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* 181

6(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Escherichia coli* 182

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
$CaCO_3$	แคลเซียมคาร์บอเนต
DAP	2,6-diaminopimelic
DAPa	diaminopimelic acid
di	ความยาวหรือจำนวนของสปอร์
$FeSO_4 .7H_2 O$	เฟอรัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต
gs	Pre-germinated spores
GYE	Glucose Yeast Extract Agar
ISP2	International Streptomyces Project agar, ISP medium no.2
ISP4	Inorganic salt-starch agar, ISP medium no.4
K_{alk}	Alkalophility
KNO_3	โพแทสเซียมไนเตรท
K_2HPO_4	ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต
$MgSO_4.7 H_2 O$	แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต
$MnCl_2 \cdot 4 H_2O$	แมงกานีสคลอไรด์เฮปตะไฮเดรต
MW	molecular weight
NA	Nutrient agar
NAG	N-acetylglucosamine
NAM	N-acetylmuramic
NaCl	โซเดียมคลอไรด์
NaOH	โซเดียมไฮดรอกไซด์
$(NH4)_2SO_4$	แอมโมเนียมซัลเฟต
OD	optical density
PDA	Potato Dextose Agar
pH meter	เครื่องวัดความเข้มข้นกรดด่าง
rpm	Revolutions per minute
SCA	Starch-Casein agar

คำย่อ/สัญลักษณ์ (ต่อ)

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
Sp.	species
Spp.	Subspecies
T_d	Doubling time
w	weakly positive reaction
w/v	มวลต่อปริมาตร
YEME	Yeast extract-Malt extract
$ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$	ซิงค์ซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต
μ	ค่า Specific growth rate
μl	ไมโครลิตร
μm	ไมโครเมตร
+	positive reaction
-	negative reaction

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

การผลิตเกลือในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคกลางของประเทศไทย ถือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สำคัญ การทำนาเกลือจะต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ มีภูมิประเทศเป็นที่ราบ ติดชายฝั่งทะเล ดินต้องมีลักษณะเป็นดินเหนียว เพื่อช่วยรักษาระดับน้ำได้ดี และทำการชลประทานน้ำทะเลเข้ามายังนาเกลือ หลังจากนั้นความร้อนจากดวงอาทิตย์จะระเหยน้ำขึ้นไป จึงทำให้เกิดผลึกของเกลือที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น (Sintusaard, 2009) แอคติโนมัยซีทคือจุลินทรีย์ประเภท Prokaryotes (Moncheva *et al.*, 2003) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ใช้ออกซิเจนในการเจริญ จัดอยู่ใน Order Actinomycetales มีการสร้างเส้นใยคล้ายรา (Chaudhary *et al.*, 2013) สามารถพบได้ทั้งบนบกและในน้ำ ผลิตสาร Secondary metabolite ซึ่งมีความหลากหลายในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สามารถนำไปใช้ในการผลิตยาปฏิชีวนะ, ระงับภูมิคุ้มกัน และเป็นสารต้านมะเร็ง (Selesteen *et al.*, 2013) เป็นจุลินทรีย์ที่มีอย่างมากในธรรมชาติ โดยส่วนมากจะอาศัยอยู่ในดิน (Pandey *et al.*, 2011) โดยสามารถแบ่งออกเป็น Acidophilic actinomycetes, Thermophilic actinomycetes Alkaliphilic actinomycetes, Haloalkaliphilic actinomycetes, Xerophilic actinomycetes, Haloalkaliphilic actinomycetes และ Psychrophilic actinomycete (Meklat *et al.*, 2011) แอคติโนมัยซีทที่อยู่ในดินนาเกลือ จะมีกระบวนการ Metabolism และสรีระวิทยาที่ต่างไปจากแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์อื่นที่เจริญในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน (Hamedi *et al.*, 2013) โดยจะมีความสามารถในการทนต่อโซเดียมคลอไรด์และความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) สูง (Selesteen *et al.*, 2013) เนื่องจากมีความดันในเซลล์ค่อนข้างสูง จึงทำให้อยู่รอดภายใต้ดินที่มีความชื้นต่ำและความเค็มสูงได้ นอกจากนี้เกลือยังมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการ Metabolism ของเซลล์ ซึ่งแอคติโนมัยซีทจำพวกที่สามารถดำรงชีวิตในนาเกลือ ได้แก่ Alkaliphilic actinomycetes สามารถเจริญได้ดีในดินที่มีสภาวะเป็นด่าง ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 10-11 ไม่สามารถเจริญได้ที่ค่าพีเอชต่ำกว่า 7 และ Haloalkaliphilic actinomycetes สามารถอยู่ในดินที่มีสภาวะเป็นเกลือ และเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 10 ระดับความเข้มข้นเกลือสูงสุดร้อยละ 5 และมีค่าพีเอชเท่ากับ 8 (Zenova *et al.*, 2010) อาหาร Starch casein agar เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่นิยมใช้ในการแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทจากดิน (Arifuzzaman *et al.*, 2010) และอาหาร Yeast extract-Malt extract เป็นอาหารที่ใช้ในการ

ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา, สังเกตลักษณะการเจริญของเชื้อ, วิเคราะห์สีของเส้นใยใต้อาหาร และเส้นใยอากาศ (Franco-Correa *et al.*, 2010) ในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทบนอาหารแข็ง ในระยะแรกโคโลนีจะมีผิวเรียบ จากนั้นจะสร้างเส้นใยอากาศ ซึ่งมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนคล้ายแป้งหรือกำมะหยี่ โดยโคโลนีจะมีลักษณะแผ่กระจาย, คล้ายไลเคน, แข็งคล้ายแผ่นหนัง และคล้ายเนยเหลว ผิวโคโลนีมีลักษณะเรียบ หรือขรุขระ นอกจากนี้เส้นใยใต้อาหารของแอคติโนมัยซีทจะมีสีขาว, ใสไม่มีสี, สีเหลืองอ่อน, น้ำตาลอ่อน, แดง, ชมพู, ส้ม, เขียว และดำ และเส้นใยอากาศสามารถสร้างรงควัตถุได้หลากสีเช่น ขาว, เทา, เหลือง, ส้ม, แดง, ม่วง, ฟ้า และเขียว โดยสีของรงควัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป และชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ ในการจัดเรียงตัวของสายสปอร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ แบบตรงหรือโค้งงอ (Rectiflexible) แบบตะขอหรือเกลียว (Retinacaliaperti) และแบบเกลียว (Spirale) จากการสังเกตลักษณะของผิวสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พบว่าลักษณะของผิวสปอร์จะแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะคือ ผิวเรียบ (Smooth) ผิวเป็นหนาม (Spiny) ผิวเป็นขน (Hairy) ผิวเป็นปุ่มปม (Warty) และผิวย่น (Rugose) (Dietz and Methews, 1971)

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาแอคติโนมัยซีทจากบริเวณดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยคัดแยกแอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือ และศึกษาการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลวที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือ, ความเป็นกรดด่าง และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน อีกทั้งทำการศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีท ได้แก่ การตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลายโปรตีน (Peptonization) ในน้ำนม (skim milk), การย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction), การย่อยสลายไนเตรท (Nitrate reduction) และ การย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis) และยังศึกษาความสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแอคติโนมัยซีทเบื้องต้นอีกด้วย จากการศึกษาทั้งหมด เพื่อมุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแอคติโนมัยซีทที่อยู่ในดินนาเกลือ และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

2) เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

3) เพื่อศึกษาการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือ, ความเป็นกรดด่าง (พีเอช) และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

4) เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของเชื้อแอคติโนมัยซีท

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทและกำหนดไอโซเลท จากตัวอย่างดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และ ตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จากนั้นทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีบางประการของเชื้อ ทำการศึกษาการเจริญของแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลวที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือ, ค่าพีเอช และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน และทำการศึกษาความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบเบื้องต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

2) เพื่อทราบถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากไอโซเลทต่างๆ

3) ทราบถึงความแตกต่างในการเจริญบนอาหารต่างชนิดกันที่มีความเข้มข้นของเกลือ, ค่าพีเอช และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

4) เพื่อทราบถึงความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นเบื้องต้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) การเก็บตัวอย่างดิน และการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท

วิธีการเก็บตัวอย่างดิน

เลือกดินบริเวณที่สนใจ จากนั้นทำการขุดผิวหน้าดินลึกประมาณ 2-3 เซนติเมตร และวัดค่าความเป็นกรดด่างของดิน เก็บตัวอย่างดินใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ และจดบันทึกข้อมูล

2) การคัดแยกและการเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท

แยกเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยทำการเจือจางตัวอย่างดินในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ เลือกระดับความเจือจางที่ 10^{-3} 10^{-4} และ 10^{-5} มาเกลี่ยด้วยเทคนิค Spread plate บนอาหาร International Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) หรือ อาหาร Starch-casein agar (SCA)

และนำไปเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยการบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 เดือน เมื่อพบเชื้อแอคติโนมัยซีทแล้ว นำมาทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค Streak plate ลงบนอาหาร ISP2 เมื่อเชื้อที่พบมาจากอาหาร ISP2 และอาหาร SCA เมื่อเชื้อที่พบมาจากอาหาร SCA จนได้เชื้อแอคติโนมัยซีทบริสุทธิ์

3) การเตรียม Spore suspensions ของเชื้อแอคติโนมัยซีท

นำน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วใส่ลงไปในเพลทอาหารที่เลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีทที่เจริญเต็มที่แล้ว หลังจากนั้นใช้ห่วงเขี่ยเชื้อขูดที่ผิวหน้าของสปอร์ จะได้สารละลายสปอร์ (Spore suspension) นำไปปั่นเหวี่ยง และเทส่วนใส (Supernatant) ทิ้ง นำสปอร์ที่ได้ไป vortex และ Resuspend ใน 20% (w/v) glycerol 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จะได้เป็น Spore suspension และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

4) การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีท

ศึกษาลักษณะการจัดเรียงตัวของสปอร์ด้วยวิธี Slide culture และนำไปสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท โดยการเทียบสีโคโลนีกับสีมาตรฐาน The NBS/IBCC Color system

5) การศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีท

ศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท โดยศึกษาการตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลายโปรตีน (Peptonization) ในน้ำนม (Skim milk), การย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction), การย่อยสลายไนเตรท (Nitrate reduction) และศึกษาการย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis)

6) การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ที่ดีที่สุด

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลทมาเลี้ยงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ด้วยวิธีบ่มเขย่าเป็นเวลา 8 ชั่วโมง และนำมา Inoculation ลงในอาหารเหลว YEME ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 นำไปบ่มแบบเขย่าเป็นเวลา 36 ชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างโดยการวัดน้ำหนักเซลล์แห้งของเชื้อทุกๆ 3 ชั่วโมง เพื่อคัดเลือกแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทที่สามารถเจริญได้ดีในอาหาร YEME ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ที่สูงที่สุด

7) การศึกษาความสามารถในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกัน

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 6 มาเลี้ยงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ด้วยวิธีบ่มเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และนำมา Inoculation ลงในอาหารเหลว YEME ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 0, 7, 8, 9, 10 และ 15 นำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างโดยการวัดน้ำหนักเซลล์แห้งของเชื้อทุกๆ 3 ชั่วโมง เพื่อศึกษาความเข้มข้นเกลือที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลท

8) การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 6 มาเลี้ยงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ด้วยวิธีบ่มเขย่า เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และนำมา Inoculation ลงในอาหารเหลว YEME นำไปบ่มแบบเขย่าเป็นเวลา 36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25, 30, 37 และ 45 องศาเซลเซียส ทำการเก็บตัวอย่างโดยการวัดน้ำหนักเซลล์แห้งของเชื้อทุกๆ 3 ชั่วโมง เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลท

9) การศึกษาความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) ที่เหมาะสมในการเจริญของแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 6 มาเลี้ยงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ด้วยวิธีบ่มเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และนำมา Inoculation ลงในอาหารเหลว YEME ที่มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.5, 6.5, 7.5, 8.5 และ 9.5 นำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างโดยการวัดน้ำหนักเซลล์แห้งของเชื้อทุกๆ 3 ชั่วโมง เพื่อศึกษาความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลท

10) การศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 6 มาศึกษาความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพด้วยวิธี Preliminary screen

11) การหาสมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดิน

- การหาน้ำหนักดิน
- การหาปริมาณความชื้น
- การวัดค่าความเป็นกรดด่าง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

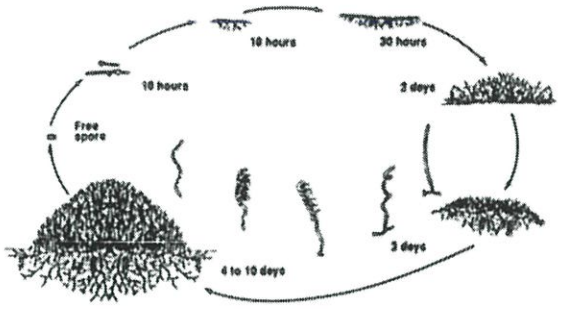
2.1 ชีววิทยาทั่วไปของแอคติโนมัยซีท

แอคติโนมัยซีทจัดอยู่ใน Order Actinomycetales เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ใช้ออกซิเจนในการเจริญ (Chaudhary *et al.*, 2013) มีปริมาณของเบสกัวนีนและไซโตซีน (C+G) สูง มีความหลากหลายของรูปร่างลักษณะเป็นอย่างมาก (รัตนาภรณ์, 2548) มีโครงสร้างของเซลล์เป็นแบบโปรคาริโอต (Prokaryote) คือ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส มีสารพันธุกรรมรวมกันเป็นกลุ่มอยู่ภายในเซลล์ มีลักษณะคล้ายแบคทีเรียและฟังไจ โดยที่ผนังเซลล์จะมีองค์ประกอบคล้ายแบคทีเรียแกรมบวก ขนาดเซลล์ต่างจากแบคทีเรียประมาณ 0.5-1.2 ไมโครเมตร (μm) ต่างจากแบคทีเรียแกรมบวกที่สร้างสปอร์ (Sporogenic bacilli) คือ มีส่วนประกอบของเบสกัวนีนกับไซโตซีน (G+C) มากกว่าร้อยละ 50 mol (อยู่ในช่วงร้อยละ 63-78 mol) ซึ่ง Sporgenic bacilli มีเบส G+C น้อยกว่าร้อยละ 50 mol และมีเส้นใยแตกแขนงคล้ายเส้นใยของฟังไจ เกิดเส้นใยเจริญขึ้นไปในอากาศเรียกว่า Aerial mycelium ตรงปลายมีการสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual spores) เรียก โคนิเดีย (Conidia), โคนิดิโอสปอร์ (Conidiospore) หรือ อาร์โธรสปอร์ (Arthrospore) และถ้าสปอร์อยู่ในอับสปอร์จะเรียกว่า สปอแรงเจียม (Sporangium) หรือสปอแรงจิโอสปอร์ (Sporangiospore) และมีลักษณะที่แตกต่างจากฟังไจคือไม่พบไคติน (Chitin) ในผนังเซลล์ (สายพิณ, 2547)

2.2 วงจรชีวิตของแอคติโนมัยซีท

แอคติโนมัยซีทอาศัยออกซิเจนและสารอินทรีย์ในการสร้างเส้นใย (Aerial) ซึ่งใช้ในการแพร่พันธุ์ของแอคติโนมัยซีท โดยวงจรชีวิตจะเริ่มจาก สปอร์ตกลงในบริเวณที่เหมาะสม เมื่อผ่านไป 10 ชั่วโมง จะเกิดการงอกเป็นเส้นใยลงใต้อาหารเรียกว่า เส้นใยใต้อาหาร (Substrate mycelium) ซึ่งจะมีการแตกแขนงในชั่วโมงที่ 18 และขยายวงกว้างในชั่วโมงที่ 30 โดยที่เส้นใยใต้อาหารจะช่วยให้แอคติโนมัยซีทสามารถดูดซึมสารอาหารที่อยู่ในอาหารได้ดียิ่งขึ้น เมื่อผ่านไป 2 วัน จะเกิดการสร้างเส้นใยเจริญพ้นโคโลนีขึ้นในอากาศ โดยเรียกว่า เส้นใยอากาศ (Aerial mycelium) ในวันที่ 3 เส้นใยอากาศจะมีการเจริญหนาแน่นขึ้น โดยในระยะนี้อาหารเริ่มมีอยู่อย่างจำกัด แอคติโนมัยซีทส่วนใหญ่เกิดการสังเคราะห์สารเมทาบอไลท์ ซึ่งเป็นสารปฏิชีวนะในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ และยังเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Differentiation) จาก Vegetative cell เป็น Aerial spore จำนวนมากบนก้านชูสปอร์ นอกจากนี้ยังเกิดการโค้งงอเป็นรูปทรงต่างๆ ในวันที่ 4-10 เส้นใยอากาศ

จะเปลี่ยนเป็นสายสปอร์ เมื่อผ่านไป 7 วัน โคโลนีของแอคติโนมัยซีทจะปกคลุมด้วยเส้นใยจำนวนมาก ซึ่งมีสีแตกต่างกันไป และเมื่อสปอร์ตกไปในตำแหน่งที่เหมาะสม จะเกิดการงอกเป็นเส้นใย และเริ่มวงจรชีวิตใหม่ (ศรีสกุล, 2553) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.1 วงจรชีวิตของแอคติโนมัยซีท

(สืบค้นวันที่ : 26 มิถุนายน 2559)

2.3 การจัดจำแนกแอคติโนมัยซีท

2.3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา จะพิจารณาจากลักษณะเส้นใยอาหาร เส้นใยอากาศ รูปร่างสปอร์ และพื้นผิวสปอร์ของแอคติโนมัยซีทที่เจริญบนอาหารแข็งชนิดต่างๆ โดยสีของเส้นใยอาหาร เส้นใยอากาศ และสปอร์ มีด้วยกันหลายสี ได้แก่ สีแดง, สีเหลือง, สีเขียว, สีฟ้า, สีเทา, สีม่วง เป็นต้น (นวลรัตน์, 2554)

2.3.1.1 เส้นใยของแอคติโนมัยซีท

1) โครงสร้างภายในเส้นใย

เส้นใยของแอคติโนมัยซีทมีความหนาประมาณ 0.4-1.2 ไมโครเมตร มีผนังกั้น และเจริญออกทางด้านปลาย สามารถแตกแขนงได้ โครงสร้างหลักในเส้นใยที่แสดงว่าเป็นโปรคาริโอตคือในไซโตพลาสซึมจะประกอบด้วยสายดีเอ็นเอ, ไรโบโซม และสารต่างๆรวมอยู่ด้วยกัน เช่น Lipid หรือ Polysaccharides, Polyphosphate Lipid เยื่อหุ้มเซลล์ติดกับไซโตพลาสซึม อาจเกิดมีโซโซมซึ่งมักต่อกับโครงสร้างของผนังเซลล์ (กิ่งจันทน์, 2555)

2) การสร้างผนังกั้นของเส้นใย

การแบ่งเซลล์ของเส้นใยและการสร้างสปอร์ เริ่มจากการสร้างผนังกั้น (Cross wall) โดยทั่วไปแล้วเส้นใยที่มีผนังกั้นชั้นเดียวสามารถคงไว้ซึ่งความแข็งแรงและมีความคงตัว ในบางกรณีที่

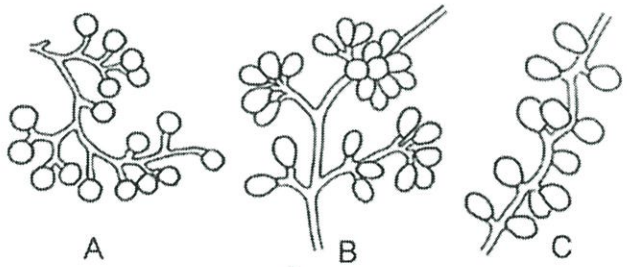
ผนังกั้นเป็นผนังชั้นเดียว และจะเริ่มสร้างสปอร์เมื่อ Vegetative hyphae มีการแตกหักเป็นท่อนๆ จะเกิดผนังกั้นเรียกว่า Split septum ซึ่งผนังกั้นชนิดนี้เป็นผนังกั้น 2 ชั้น สามารถสร้างเป็น Polar wall ของปล้องใหม่ขึ้นมา ในแอคติโนมัยซีทกลุ่ม Nocardioform หลายชนิด มีพื้นฐานของผนังกั้นในลักษณะเดียวกัน (รัตนา และคณะ, 2556)

2.3.1.2 สปอร์ของแอคติโนมัยซีท

โดยทั่วไปสปอร์ของแอคติโนมัยซีทสามารถทนความร้อนได้สูงกว่าเซลล์ปกติเล็กน้อย พบว่าสปอร์ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส (นิภาวัลย์ และคณะ, 2556) การสร้างสปอร์ของแอคติโนมัยซีทสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ตามลักษณะโครงสร้างภายนอก ดังนี้

1) การสร้างสปอร์เดี่ยว (Monosporous) สามารถพบได้ในสกุล *Micromonospora*, *Thermomonospora* และ *Saccharomonospora* โดยที่สกุล *Micromonospora* ก้านชูสปอร์ (Sporophore) เกิดบนเส้นใยอาหาร สปอร์ติดอยู่ที่ฐานและเกิดการพองตัว หลังจากนั้นจะสร้างผนังกั้นและสร้างเป็นผนังสปอร์ สกุล *Thermomonospora* สร้างสปอร์เดี่ยวบนเส้นใยอากาศ ที่ปลายก้านชูสปอร์มีทั้งแบบแตกแขนงและไม่แตกแขนง สกุล *Saccharomonospora* เกิดจากการแตกแขนงที่ปลายก้านชูสปอร์ มีการสร้างสปอร์เดี่ยวรูปไข่ที่ปลายเส้นใยอากาศ ก้านชูสปอร์ไม่แตกแขนง

ลักษณะการสร้างสปอร์เดี่ยวของ *Saccharomonospora, Thermomonospora* และ *Micromonospora* แสดงในรูปที่ 2.2



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.2 การสร้างสปอร์เดี่ยว

A: *Micromonospora*

B: *Thermomonospora*

C: *Saccharomonospora*

2) การสร้างสปอร์เป็นสาย แอคติโนมัยซีทส่วนมากมีการสร้างสปอร์แบบสาย สามารถแบ่งลักษณะของสายสปอร์ โดยพิจารณาจากความยาวหรือจำนวนของสปอร์ (di) แบ่งออกเป็น สายสปอร์แบบ Bisporous, Oligosporous และ Polysporous

- สายสปอร์แบบ Bisporous ประกอบด้วย สปอร์คู่ต่อกันตามยาว พบในสกุล *Microbispora* และ *Actinobispora* โดยที่สกุล *Microbispora* เป็นการสร้างสปอร์ที่พบได้ยาก

สปอร์รูปร่างรี 2 สปอร์ มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 ไมโครเมตร อาจเกิดขึ้นบนเส้นใยอากาศโดยตรงหรือเกิดบนก้านชูสปอร์สั้นๆ (รูปที่ 2.3) สกุล *Actinobispora* การสร้างสปอร์เริ่มจาก สปอร์มีการพองออก และสร้างผนังกั้นตรงกลาง

- สายสปอร์แบบ Oligosporous พัฒนาจากสปอร์สายสั้นๆ ส่วนมากพบ 7-10 สปอร์ต่อสาย น้อยที่สุดคือ 3 สปอร์ และบางสปีชีส์จะมีสปอร์มากถึง 30 สปอร์ โดยที่เชื้อแอคติโนมัยซีท *Nocardia brevicatena* สร้างสายสปอร์สั้นๆ 2-7 สปอร์บนเส้นใยอาหาร (รูปที่ 2.3) *Saccharopolyspora rectivirgula* ในสายสปอร์จะมีสปอร์ต่อกันน้อยกว่า 5 สปอร์ ที่ด้านข้างหรือปลายของก้านชูสปอร์ โดยที่ *Nocardia brevicatena* และ *Saccharopolyspora rectivirgula* มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน

สปีชีส์ในสกุล *Actinomadura* และ *Microtetraspora* สร้างสปอร์สายสั้นๆ บนเส้นใยอากาศ จำนวนสปอร์บนสายสปอร์มีตั้งแต่ 4 สปอร์ จนถึง 10-20 สปอร์ สายสปอร์อาจตรง เป็นขอ มีลักษณะเป็นวงเปิด (Open loop) หรือเป็นเกลียว (Spiral) ซ้อนกัน 1 ชั้น จนถึง 4 ชั้น โดยที่ *Actinomadura pusila* ในสกุล *Streptoverticllium* มีลักษณะเฉพาะคือ ก้านชูสปอร์อยู่เป็นวงรอบเส้นใยแกน สายสปอร์เป็นเกลียวซ้อนติดกันกับเส้นใยแกน สายสปอร์จะเกิดการบิด สายสั้นอาจจะตรง โค้งงอ หรือปลายเป็นขอ

การสร้างสปอร์ในสกุล *Macrospora, Microcelosporia* และ *Elytrosporangium* มีลักษณะสปอร์ใหญ่บนสายสปอร์สั้น หรือสายสั้นๆบนเส้นใยอาหาร สายสปอร์สั้นสามารถพบใน *Sporichthya polymorpha* ซึ่งเส้นใยอากาศมีสปอร์เป็นรูปแท่งจนถึงสปอร์กลม *Catellatopora* จะมีสายสปอร์ลักษณะตรงจนโค้งงอ มีสปอร์ 5–30 สปอร์ ซึ่งแทงขึ้นมาจากอาหาร สปอร์เป็นสายสั้นไม่แตกแขนงหรือมีก้านชูสปอร์ที่แตกแขนง

- สายสปอร์แบบ (Polysporous) ได้แก่ สปีชีส์ในสกุล *Streptomyces* ซึ่งมีการสร้างสปอร์เป็นสายมากกว่า 50 สปอร์ (รูปที่ 2.4) ความแตกต่างของลักษณะสายสปอร์ สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการจัดหมวดหมู่ได้ โดยการสร้างสปอร์บนเส้นใยอากาศของ *Streptomyces* มีความแตกต่างกัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะคือ

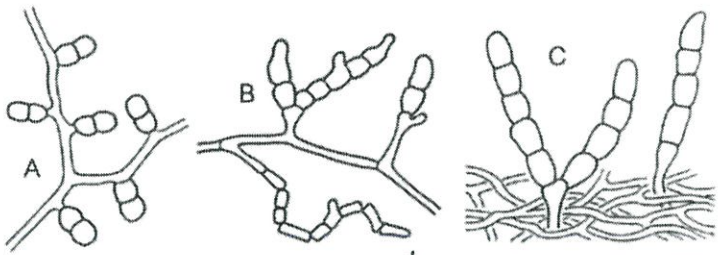
1) Rectiflexbiles ลักษณะของสายสปอร์ตรง หรือโค้งงอ

2) Retinaculiaperti สายสปอร์คล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิดหรือเป็นเกลียวซ้อนกัน 1–3 ชั้น

3) Spira สายสปอร์เป็นเกลียวแยกได้เป็น 2 แบบคือเป็นวงปิดเป็นเกลียวติดกันแน่นและเป็นเกลียวแบบวงเปิดเกลียวยาว ยืด ไม่ติดกันแน่น

4) Verticillati สายสปอร์ขดคล้ายก้นหอย และแตกแขนงกันแน่น

ในบางกรณีสายสปอร์อาจมีลักษณะเป็นเกลียว ขดกันแน่น และแยกออกมา ทำให้มีลักษณะเหมือนกับอับสปอร์หรือ *Pycnidia* นอกจากนี้ ในวงศ์ *Pseudoncardiaceae* เกิดสายสปอร์บนเส้นใยอาหาร และเส้นใยอากาศ อีกสกุลที่มีสปอร์เป็นสายยาว คือ *Nocardiopsis* ซึ่งเกิดขึ้นบนเส้นใยอากาศ อาจเป็นสายตรง งอ หรือซิกแซก



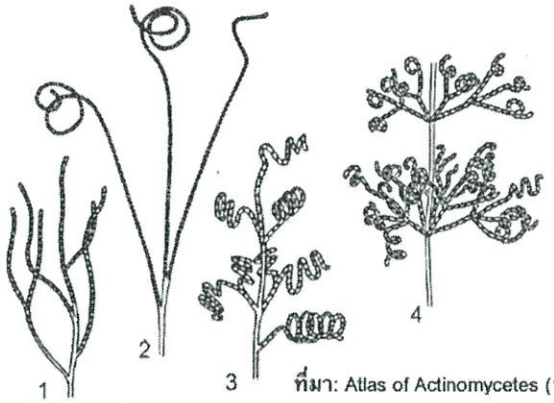
ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.3 ลักษณะสปอร์เป็นสาย

A: การสร้างแบบ Disporous ของ *Microbispora*

B: การสร้างสปอร์ Oligosporous ของ *Nocardia brevicatena*

C: การสร้างสปอร์ Oligosporous ของ *Catellatospora*



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.4 การสร้างสปอร์แบบเป็นสายยาวของ *Streptomyces*

1: Rectiflexbiles

2: Retinaculiaperti

3: Spira

4: Verticillati

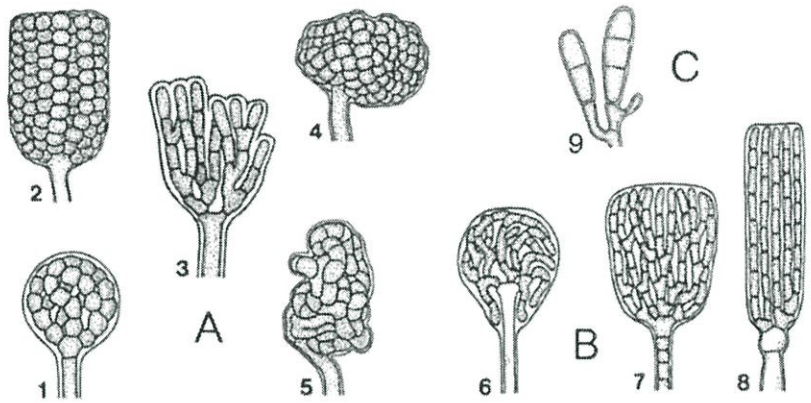
3) การสร้างสปอร์ในอับสปอร์ แอคติโนมัยซีทที่สร้างสปอร์ในอับสปอร์มีหลายสกุลด้วยกัน ภายในอับสปอร์มีสปอร์อยู่มากมาย สามารถแบ่งกลุ่มการสร้างอับสปอร์ได้เป็น

- กลุ่มที่สร้างอับสปอร์บนเส้นใยอาหาร ประกอบด้วยสกุล *Actinoplans* อับสปอร์มีลักษณะเป็นทรงกลม หรือเกือบกลม จนไปถึงไม่เป็นรูปทรงที่แน่นอน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5–15 ไมโคเมตร และอยู่บนเส้นใยอาหารโดยตรง มีสปอร์ต่อกันเป็นสายและแตกแขนง ขดกันเป็นก้อนอยู่ภายในผนังห่อหุ้ม (รูปที่ 2.5)

สปีชีส์ *Ampullariella* ในสกุล *Atinoplans* สร้างอับสปอร์มีรูปร่างแตกต่างกันไป คือ ทรงกระบอก ทรงขวด เป็นต้น ขนาดของอับสปอร์โดยเฉลี่ยกว้าง 10 ไมโครเมตร ยาว 5 ไมโครเมตร สปอร์เป็นรูปแท่งต่อกันเป็นสาย

สกุล *Pilimelia* สร้างสปอร์ในอับสปอร์ อับสปอร์สร้างขึ้นบนผิวของอาหาร รูปทรงกระบอก ทรงกลม ขนาดประมาณ 10–15 ไมโครเมตร สปอร์เป็นรูปแท่ง มีการเรียงตัวกันเป็นแถวขนานกัน หรือวกวนไม่เป็นระเบียบ

สกุล *Dactylosporangium* มีจำนวนสปอร์แบบ Oliosporous คือมีสปอร์ประมาณ 2–5 สปอร์ อยู่ในอับสปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายนิ้วมือ



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.5 รูปทรงของอับสปอร์ที่เจริญบนอาหาร

A: สกุล *Actinoplanes* (รวมถึง *Ampullariella*)

1. ทรงกลม 2. ทรงกระบอก 3. เป็นพู 4. กึ่งทรงกลม 5. ไม่เป็นรูปทรง

B: สกุล *Pilimelia* 6. ทรงรี 7. รูปทรงระฆัง 8. ทรงกระบอก

C: สกุล *Dactylosporangium* 9. รูปทรงกระบอก

- กลุ่มที่มีการสร้างอับสปอร์บนสายใยอากาศ (รูปที่ 2.6) ประกอบด้วย

สกุล *Planomonospora* มีอับสปอร์รูปทรงกระบอก ภายในทรงกระบอกมีเพียง 1 สปอร์

สกุล *Planobispora* มีสปอร์คู่ต่อกันอยู่ในอับสปอร์

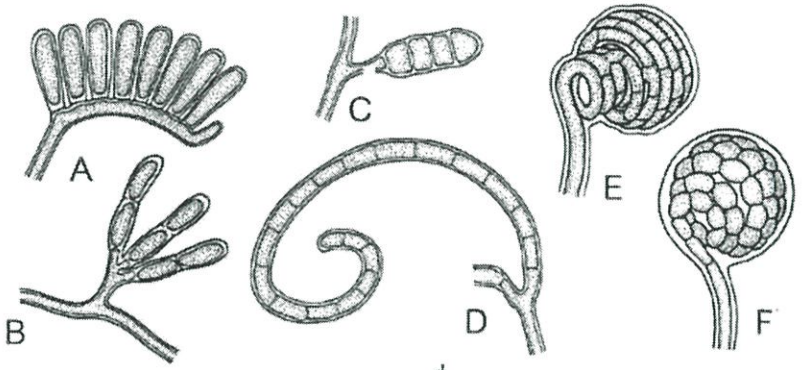
สกุล *Planotetraspora* มีอับสปอร์ทรงกระบอกยาว ภายในมี 4 สปอร์ ต่อกันเป็นหนึ่งแถว

สกุล *Planoplyspora* มีสปอร์จำนวนมาก ภายในสปอร์อับสปอร์ เมื่อโตเต็มที่อับสปอร์จะเป็นแผ่นแบบยาวประมาณ 30 ไมโครเมตร มีสปอร์จำนวนมหาศาลต่อกันเป็นแถวเดี่ยวอยู่ภายใน

สกุล *Streptosporangium* ส่วนมากอับสปอร์เป็นทรงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ไมโครเมตร มีการสร้างผนังกั้นเป็นสปอร์เดี่ยวๆ ต่อกันเป็นเส้นใยยาวขดเป็นวงอยู่ในภายอับสปอร์

ในปัจจุบัน สกุล *Kutzneria* ได้ถูกแยกออกจากสกุล *Streptosporangium* มีอับสปอร์ลูกกลมขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 48 ไมโครเมตร และมีผนังอับสปอร์ลักษณะบางอยู่บนก้านชูสปอร์

สกุล *Spirllospora* มีอับสปอร์เรียงตัวเป็นสายแตกแขนง หรือเป็นวงสปอร์เป็นรูปแท่งและโค้งงอ (กิ่งจันทน์, 2555)



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.6 รูปทรงของอับสปอร์

A: *Planomospora* : Monosporous, รูปกระบอง

B: สกุล *Planobispora* : Disporous, ทรงกระบอก

C: สกุล *Planotatraspora* : Tetrasporous, ทรงกระบอก

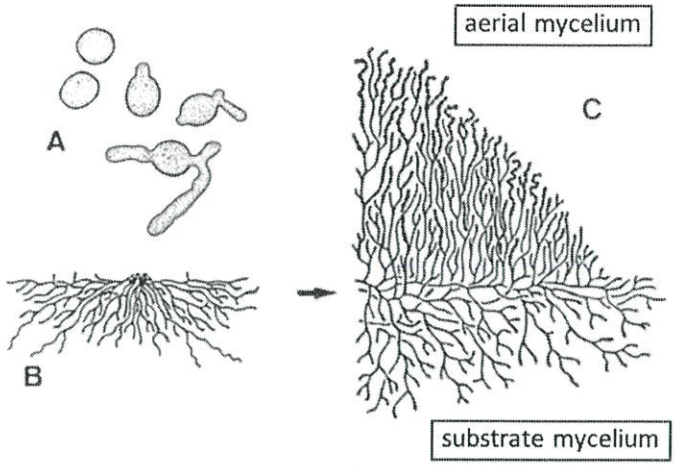
D: สกุล *Planopolyspora* : Polysporous, รูปทรงคล้ายท่อ

E: สกุล *Spirllspora* : Polysporous, ทรงกลม

F: สกุล *Streptosporangium* : Polysporous, ทรงกลม

2.3.1.3 โคโลนี

โคโลนีของแอคติโนมัยซีทเกิดจากการรวมกันของเส้นใยเป็นกลุ่มเส้นใยที่หนาแน่น การสร้างโคโลนีบนอาหารแข็งเริ่มจากการลงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งอาจเป็นสปอร์เดี่ยว, อับสปอร์, ส่วนของเส้นใยที่หัก หรือจากบางส่วนของโคโลนีเดิม เชื้อจะเริ่มเจริญเป็นเส้นใยแทรกลงไปในอาหารวุ้น (เส้นใยใต้ผิวอาหาร) เรียกว่า Primary หรือ Vetgetative mycelium หลังจากนั้นจึงมีการเจริญของเส้นใยในแนวตั้งขึ้นจากอาหารเลี้ยงเชื้อ และกลายมาเป็น Secondary mycelium (เส้นใยที่อยู่เหนือผิวอาหาร) จะเป็นส่วนที่สัมผัสกับอากาศ ดังรูปที่ 2.7 (กิ่งจันทน์, 2555)



ที่มา: Atlas of Actinomycetes (1997)

รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการสร้างโคโลนีของแอคติโนมัยซีทบนอาหารแข็ง

A: อับสปอร์มีการพัฒนาเป็นเส้นใย

B: สายใยอาหารเจริญแทงผ่านลงไปในอาหาร (Substrate mycelium)

C: เส้นใยเจริญเหนืออาหารและมีการสร้างสปอร์ (Aerial mycelium)

ลักษณะโดยทั่วไปของโคโลนีที่สร้างขึ้น ได้แก่

- ลักษณะของโคโลนี (Configuration) รูปร่างของโคโลนีบนอาหารอาจมีรูปร่างกลม (Round), รูปร่างไม่แน่นนอน และเจริญลามไปบนอาหาร, เจริญเป็นเส้นคล้ายรากไม้ (Rhizoid) บางชนิดมีการปกคลุมด้วยชั้นที่คล้ายหนังสัตว์

- ขนาด (Size) โคโลนีมีขนาดตั้งแต่เล็กเท่าปลายเข็ดหมุดจนถึงเส้นผ่านศูนย์กลางความยาวเท่ากับมิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและสภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

- การยกตัวของโคโลนี (Elevation) โคโลนีที่เจริญบนอาหารอาจแบนราบ (Smooth), นูน (Ridged), เหี่ยวย่น (Wrinkled), เป็นเม็ด (Granular), สี่เหลี่ยมจัตุรัส (Squamous) และบางชนิดยังมีลักษณะแบน (Flat)

นอกจากนี้แอคติโนมัยซีทยังมีทั้งลักษณะที่อ่อนมาก, อ่อนนุ่ม และแข็งมาก ทั้งยังสามารถสร้างรงควัตถุได้หลายชนิด ทำให้มีลักษณะเป็นสีขาว เหลือง ส้ม แดง ม่วง น้ำเงิน เขียว น้ำตาล และสีดำ (ยุวดี, 2546; กิ่งจันทน์, 2555) โดยสีของรงควัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่ผ่านไปและชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ (Dietz and Methews, 1971)

2.3.2 ลักษณะทางชีววิทยาและชีวเคมี

การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาและชีวเคมีของเชื้อแอคติโนมัยซีท เป็นการศึกษา

1) ความสามารถในการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ สามารถแบ่งแอคติโนมัยได้ 3 จำพวก คือ พวกที่เจริญที่อุณหภูมิสูง (Thermophilic actinomycetes) พวกที่เจริญดีในอุณหภูมิปานกลาง (Mesophilic actinomycetes) และพวกที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิต่ำ (Psycrophilic actinomycetes) ดังนั้นจึงใช้ความสามารถการเจริญที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ช่วยในการจัดจำแนก และแบ่งกลุ่มของแอคติโนมัยซีท

2) คุณสมบัติการเจริญในสภาวะความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) ที่เชื้อแอคติโนมัยซีทแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนกรดหรือด่างได้ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกและจัดกลุ่มของเชื้อแอคติโนมัยซีทเบื้องต้นได้

3) ความสามารถการเจริญในสภาวะที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ สามารถบอกถึงคุณสมบัติการเจริญในสภาวะที่มีความเข้มข้นเกลือต่างๆ รวมทั้งบอกถึงสภาวะในการเจริญของเชื้อชนิดนั้นๆด้วย

4) คุณสมบัติในการย่อยสลายโปรตีน เนื่องจากเชื้อแต่ละชนิดมีความสามารถในการย่อยสลายโปรตีน หรือสร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายโปรตีนได้แตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

- การตกตะกอน (Coagulation) เชื้อที่สามารถผลิตเอนไซม์โคแอกกูเลส (Coagulase) จะสังเกตได้จากอาหารมีการรวมกลุ่ม หรือตกตะกอนเป็นก้อน ที่ก้นของภาชนะ
- การย่อยสลาย (Peptonization) หากมีการย่อยสลายโปรตีนเกิดขึ้น ลักษณะของอาหารจะเปลี่ยนจากขุ่นเป็นใส ซึ่งมักมองเห็นในลักษณะของ Clear zone (มีลักษณะเป็นวง)

5) คุณสมบัติในการรีดิวซ์ไนเตรท (Reduction of nitrate) คือการสลายตัวของไนเตรทเมื่อเชื้อเจริญในอาหารที่มีโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) สามารถทดสอบได้โดยหยดซัลฟานิลิค (Sulfanilic acid) ก่อนแล้วตามด้วยแอลฟาแนปทิลลามีน (α-naphthylamine) การรวมตัวระหว่างกรดซัลฟานิคและไนเตรท จะได้เกลือไดอะโซเนียม (Diazonium salts) จะรวมตัวกับแนปทิลลามีนเกิดสีแดงที่ละลายน้ำได้ (Water-soluble azo dye)

6) คุณสมบัติการย่อยแป้ง (Hydrolysis of starch) เป็นความสามารถในการใช้แป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีท ซึ่งแป้งประกอบด้วยพอลิแซกคาไรด์ (Polysaccharide) 2 ชนิด คือ อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพคติน (Amylopectin) โดยอะไมโลสมีองค์ประกอบของ D-glucose จะ

เชื่อมกันด้วยพันธะ 1,4-α-glucosidic และพันธะ 1,6-α-glucosidic โดยการทดสอบแป้งดูได้จากบริเวณที่เกิดการ Clear zone ภายใต้อาหารและรอบๆ ในการวัดการเจริญจากการย่อยสลายแป้ง (ดวงพร, 2537)

อีกทั้งยังศึกษาความสามารถในการสร้างรงควัตถุเมลานิน, การใช้แหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนชนิดต่างๆ, การย่อยสลายสารต่างๆได้แก่ แป้ง เคซีน (Casein), เจลาติน (Gelatin), ไซแลน (Xylan) และอะดีนีน (Adenine), การสร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์, การสร้างเอนไซม์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ไคติน (Chitinase), ไลเปส (Lipase), โปรติเอส (Protease) เป็นต้น (นวลรัตน์, 2554)

2.3.3 ลักษณะการจัดจำแนกทางเคมี

นอกจากการจัดจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีววิทยา และชีวเคมีแล้ว ยังใช้องค์ประกอบทางเคมีของเซลล์มาใช้จัดจำแนก ได้แก่ ชนิดไอโซเมอร์ของกรดไดอะมิโนพิเมลิก (Diaminopimeric acid, DAP) ที่ผนังเซลล์, ชนิดของน้ำตาลภายในเซลล์ฟอสโฟลิปิด โพลาร์ลิปิด (Polar lipid) และกรดไขมันไอโซพรีนอยด์ควิโนน (Isoprenoid quinones)

1) ชนิดของกรดไดอะมิโนพิเมลิกของผนังเซลล์ (2,6-diaminopimelic acid : DAP) เป็นกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์แบคทีเรียทุกชนิด ยกเว้นไมโครพลาสมา (Microplasma) และอาร์เคียแบคทีเรีย (Archaebacterial) จะมีเปปติโดไกลแคน (Peptidoglycan) เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ ซึ่งประกอบด้วย เปปติโดไกลแคนโมโนเมอร์ (Peptido-glycanmonomer) ที่สร้างขึ้นจากการเชื่อมต่อกับอะมิโนซูการ์ (Amino sugar) 2 ชนิด คือ N-acetylglucosamine (NAG) และ เอ็นอะซิติลมูรามิก (N-acetylmuramic, NAM) ที่เชื่อมอยู่กับกรดอะมิโน 4 ชนิดเช่น ดีเอพี (DAP), อะลานีน (Alanine), ไกลซีน (Glysine), ไลซีน (Lysine) และกรดกลูตามิก (Glutamicacid) เป็นต้น นอกจากนี้ผนังเซลล์ของแอคติโนมัยซีทส่วนใหญ่ยังมีการเชื่อมข้ามสายระหว่างดีเอพี (DAP) กับอะลามีน (Alamine) หรือระหว่างไลซีน (Lysine) กับอะลานีน (Alanine) (Lechevalier *et al.*, 1970)

เปปติโดไกลแคน (Peptidoglycan) ของแอคติโนมัยซีทอาจมีดีเอพี (DAP) เป็นแบบ LL-isomermeso-isomer และ OH-isomer หรืออาจไม่มีก็ได้จึงสามารถใช้ชนิดของดีเอพี (DAP) ในการจัดจำแนกในระดับสกุลได้ โดยสังเกตได้จากการแสดงองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์แอคติโนมัยซีทแต่ละชนิด

ไอโซเมอร์ของกรดไดอะมิโนพิเมลิกสามารถตรวจสอบได้โดยการวิเคราะห์จากเซลล์ซึ่งแยกออกโดยใช้โครมาโตรกราฟีแบบกระดาษหรือ โครมาโตกราฟีชนิดชั้นบาง ซึ่งมีเซลลูโลสเป็น

เฟสเคลื่อนที่ในสกุล *Streptomyces* จะมีลักษณะของไอโซเมอร์ของกรดไดอะมิโนพิเมลิกแบบ L-DAP

2) ชนิดของน้ำตาลทั้งหมดในผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิด เช่น ไซโลส (Xylose) อะราบิโนส (Arabinose) กาแลกโตส (Galactose) แรมโนส (Rhamnose) ไรโบส (Ribose) มาดูโรส (Madurose) และกลูโคส (Glucose) เป็นต้น

3) ลักษณะไอโซพรีนอยด์ควิโนน ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบการขนส่งอิเล็คตรอนในกระบวนการหายใจ และ Oxidative phosphorylation ของแบคทีเรีย ชนิดของไอโซพรีนอยด์-ควิโนนที่พบส่วนมากคือ เมนาควิโนน และยูบิควิโนน เป็นส่วนประกอบในเยื่อหุ้มเซลล์ (นวลรัตน์, 2554)

2.4 บทบาทของแอคติโนมัยซีท

บทบาทของแอคติโนมัยซีทที่สำคัญคือ สามารถผลิตสารปฏิชีวนะ เอนไซม์ สารสี หรือสารอื่นๆ ได้ จากข้อมูลล่าสุดพบว่าสารปฏิชีวนะส่วนใหญ่สร้างจากแอคติโนมัยซีทร้อยละ 45 เชื้อราร้อยละ 38 และแบคทีเรียชนิดอื่นร้อยละ 17 โดยแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้มากที่สุดคือเชื้อในสกุล *Streptomyces* ซึ่งผลิตสารปฏิชีวนะได้ร้อยละ 70 (ประมาณ 8,000 ชนิด) ของสารปฏิชีวนะที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีททั้งหมด เอนไซม์ที่แอคติโนมัยซีทสามารถผลิตขึ้นมีหลายชนิด ได้แก่ Xylanase, Cellulose, Amylase และ Chitinase โดยเอนไซม์ Amylase ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายแป้ง โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมด้านต่างๆ เช่น การลดความหนืดของแป้งในอุตสาหกรรมทอผ้า การเพิ่มหรือการผลิตสารให้ความหวานในอุตสาหกรรมเบียร์ หรือเครื่องดื่ม เป็นต้น แอคติโนมัยซีทที่สามารถผลิตเอนไซม์ Amylase มีหลายจีนัส เช่น *Micromonospora, Nocardia* และ *Streptomyces* เป็นต้น (กิ่งจันทน์, 2555) นอกจากนี้แอคติโนมัยซีทยังมีบทบาทสำคัญในด้านอื่นๆ ได้แก่

2.4.1 การย่อยสลายอินทรียวัตถุ

แอคติโนมัยซีทในธรรมชาติส่วนมากสามารถพบได้ในดิน มีความสามารถในการย่อยสลายองค์ประกอบของอินทรียวัตถุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนประกอบของพืชและสัตว์ที่ทนทานต่อการย่อยสลาย โดยแอคติโนมัยจะทำการย่อยกรดอินทรีย์ น้ำตาลชนิดต่างๆ แป้ง ไขมัน และโปรตีน (Alexander, 1997) แอคติโนมัยซีทที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสได้มากที่สุดคือเชื้อในสกุล *Streptomyces* และเชื้อแอคติโนมัยซีทสกุลอื่นๆ ได้แก่ *Micromonospora, Streptosporangium, Nocardia* และ *Microbispora* นอกจากนี้ ยังมีแอคติโนมัยซีทที่สามารถ

ย่อยสลายเซลลูโลสได้ดีที่อุณหภูมิสูง คือแอคติโนมัยซีทในสกุล *Thermomonospora* และ *Streptomyces* ซึ่งเจริญได้ดีในที่ที่มีอุณหภูมิสูงอีกด้วย (Czoch and Mordarski, 1988)

2.4.2 ความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่สำคัญต่ออุตสาหกรรม

แอคติโนมัยซีทสามารถผลิตเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ ที่มีความสำคัญทางอุตสาหกรรม โดยแอคติโนมัยซีทที่สร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส และไซแลน ที่ใช้ในอุตสาหกรรมที่สำคัญคือ *Thermomonospora* และ *Streptomyces* และเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายไคตินที่สำคัญ คือ ได้แก่ *Streptomyces griseus*, *Streptomyces antibiotics* และ *Amycolatopsis orientalis* (Czoch and Mordarski, 1988) เชื้อแอคติโนมัยซีทในกลุ่ม *Streptomyces violaceoniger*, *Streptomyces rubiginosus*, *Streptomyces bambergensis*, *Ampullariella* sp. สามารถผลิตเอนไซม์กลูโคสไอโซเมอเรส (Glucoisomerase) ได้ (Backe, 1983)

นอกจากนี้ยังมีการผลิตเอนไซม์ Thermostable glucoamylase เพื่อนำไปใช้ในการย่อยแป้งในอุตสาหกรรม โดยเชื้อ *Streptosporangium* sp. และเอนไซม์ Thermostable α-amylase โดยเชื้อ *Nocardiopsis* sp. ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้สามารถทำงานได้เป็นอย่างดีที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (Stamford *et al.*, 2002) นอกจากความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแล้ว ยังมีความสามารถในการย่อยสลายสารพิษชนิดต่างๆ เช่น การย่อยสลาย Aliphatic-aromatic copolyester โดยเชื้อ *Thermomonospora fusca* (Witt *et al.*, 2001) และการย่อยสลาย 1,4-dioxane โดยเชื้อ *Amycolata* sp. CB1190 เป็นต้น (Kelley *et al.*, 2001)

2.4.3 ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและสลายฟอสเฟตในรูปที่พืชนำไปใช้ได้

เชื้อแอคติโนมัยซีทบางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้ เช่น เชื้อสกุล *Nocardia* และยังมีเชื้อแอคติโนมัยซีทที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแล้วสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้คือ *Frankia* (Alexander, 1977) นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงความสามารถของเชื้อ *Streptosporangium* ที่แยกได้จากดินที่เป็นกรด ในการละลายหินฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ โดยเชื้อในกลุ่มนี้สามารถผลิดกรดโดยการย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งสามารถละลายหินฟอสเฟตได้ (Caroline, 1977)

2.5 แหล่งของแอคติโนมัยซีท

แอคติโนมัยซีทเจริญได้ในสภาะแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป โดยส่วนมากจะอาศัยอยู่ในดิน (Pandey *et al.*, 2011) นอกจากจะพบในดินแล้วยังพบในกองปุ๋ยหมักที่มีอุณหภูมิสูง หรือวัตถุเน่า

เปื่อยอื่นๆ, ในโคลน, แม่น้ำใต้ทะเลสาบ, ดินใต้น้ำ เป็นต้น แอคติโนมัยซีทมักจะเจริญอยู่ในดินที่ความลึกไม่เกิน 4 เซนติเมตร

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเชื้อแอคติโนมัยซีท ส่วนมากเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และค่าพีเอชในดิน โดยปกติแล้วจะพบแอคติโนมัยซีทในจำนวนที่ใกล้เคียงกับแบคทีเรีย แต่ดินที่มีสภาพเป็นด่างจะพบแอคติโนมัยซีทในจำนวนมากกว่าแบคทีเรีย เช่น ในดินที่มีค่าพีเอชเท่ากันที่ 6.5-8 พบแอคติโนมัยซีทจำนวนสูงถึงร้อยละ 95 ของจุลินทรีย์ในดินทั้งหมด แต่ในดินที่มีความเป็นด่างทั่วไปจะพบแอคติโนมัยซีทร้อยละ 10-70 ของจุลินทรีย์ในดินทั้งหมด

สภาพที่เหมาะสมแก่การเจริญของแอคติโนมัยซีท เช่น บริเวณทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และจะพบแอคติโนมัยซีทได้จำนวนน้อยในดินที่ค่อนข้างเป็นกรด การเจริญของแอคติโนมัยซีทจะช้ากว่าแบคทีเรียและรา ทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับจุลินทรีย์ชนิดอื่นในสภาพธรรมชาติได้ แต่แอคติโนมัยซีทมีความสามารถพิเศษในการย่อยสลายสารประกอบที่แบคทีเรียและราไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงพบแอคติโนมัยซีทมีจำนวนเพิ่มขึ้นหลังจากที่จุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ มีจำนวนลดลง สภาพที่เหมาะสมกับแอคติโนมัยซีทคือ สภาพที่ไม่มีจุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญได้ เช่น ดินที่ค่อนข้างเป็นด่าง แห้งแล้ง และอุณหภูมิสูง เป็นต้น (นิภาวัลย์ และคณะ, 2556; สมศักดิ์, 2528)

2.6 นาเกลือ

การทำนาเกลือจะต้องมีพื้นที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล เนื่องจากต้องใช้น้ำทะเลเป็นวัตถุดิบ และต้องมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบ สภาพดินต้องเป็นดินเหนียว เพราะสามารถอุ้มน้ำได้ดี เพื่อไม่ให้น้ำทะเลซึมลงไปใต้ดิน และน้ำจืดซึมเข้ามาในดิน มีกระแสลมและแสงแดดช่วยในการตกผลึกเกลือ

ประเทศไทยมีพื้นที่นาเกลือทั้งหมดประมาณ 81,485 ไร่ โดยที่แหล่งผลิตเกลือแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มที่ผลิตมาก ประมาณร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งประเทศ ประกอบด้วย เพชรบุรี ร้อยละ 47, สมุทรสาคร ร้อยละ 43.1 และสมุทรสงคราม ร้อยละ 7.7

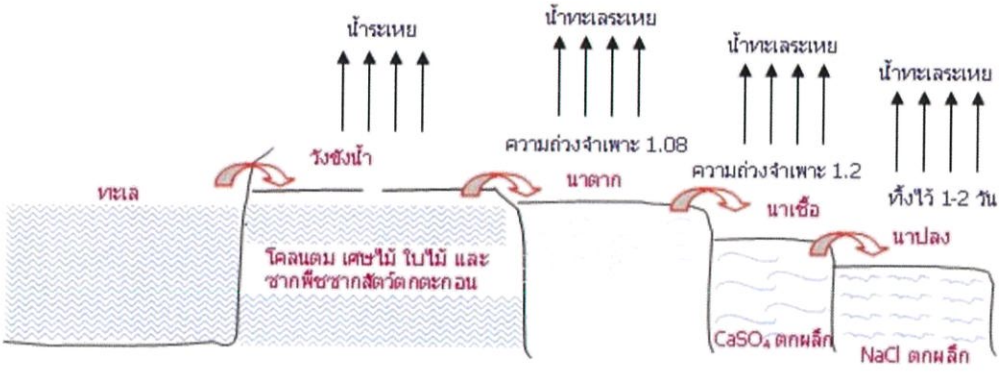
2) กลุ่มที่ผลิตเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 10 ของผลผลิตทั้งประเทศ ประกอบด้วย ชลบุรี ร้อยละ 1, จันทบุรี ร้อยละ 0.6, ฉะเชิงเทรา ร้อยละ 0.2 และปัตตานี ร้อยละ 0.4 (วนิชา, 2553)

การทำนาเกลือเริ่มจากการกักเก็บน้ำทะเลไว้ในนาขังหรือวังน้ำ ที่อยู่ใกล้ทะเลมากที่สุด โดยมีพื้นที่กว้างและลึกมากพอในการเก็บน้ำปริมาณมาก เพียงพอตลอดช่วงการทำนา ในขั้นตอนนี้จะช่วยให้เกิดตารตกตะกอนของสิ่งเจือปนต่างๆ จนน้ำทะเลใสสะอาด จากนั้นจึงวิดน้ำทะเลเข้าสู่นาตากหรือนาแผ่ ด้วยกังหันลมหรือเครื่องสูบน้ำ

ในบริเวณนาตากจะมีความลึกประมาณ 5-7 เซนติเมตร โดยที่แสงแดดก่อให้น้ำทะเลระเหยได้อย่างรวดเร็ว ความเข้มข้นของเกลือที่ละลายอยู่จะเข้มข้นมากขึ้น แต่ในนาตากนี้เกลือจะยังไม่ตกผลึก เมื่อความเข้มข้นของเกลือพอเหมาะ โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.08 จะทำการปล่อยน้ำทะเลเข้าสู่นาเชื้อ

นาเชื้อจะมีระดับความลึก 5-7 เซนติเมตร แสงแดดจะทำให้น้ำทะเลเกิดการระเหยโดยที่ความเข้มข้นของเกลือสูงถึง 24 องศาโบเม่ หรือความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.20 เรียกว่า น้ำแก่ ซึ่งเป็นระยะที่น้ำทะเลใกล้จะเป็นสารละลายอิ่มตัว เกลือจะยังไม่ตกผลึก แต่สารอื่นๆที่ประปนอยู่จะเกิดการตกผลึกออกมาก่อน เช่น เกลือจืดหรือยิปซัม จากนั้นจะระบายลงสู่นาปลงหรือนาวาง

บริเวณนาปลงนี้จะแตกต่างจากนาตากและนาเชื้อคือ จะมีการบดอัดดินให้เป็นพื้นที่เรียบแน่น และน้ำทะเลที่ทำการระบายจากนาเชื้อจะเกิดเป็นสารละลายอิ่มตัว เกลือจะตกผลึกเกาะกันแน่นบนพื้นนา เมื่อทิ้งไว้ 1-2 วัน ผลึกเกลือจะเกาะกันหนาขึ้นประมาณ 3 เซนติเมตร จากนั้นเริ่มทำการรื้อเกลือหรือเก็บเกลือ โดยจะแซะให้เกลือแตกออกจากกัน และชักลากให้มารวมกันเป็นแถว และโกยให้รวมกันเป็นกองเพื่อให้เกลือแห้งน้ำ นำไปกองในยุ้งฉางเพื่อทำการเก็บรักษาเกลือต่อไป (Sintusaard, 2009) ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แผนภูมิแสดงระดับพื้นที่และกระบวนการเปลี่ยนแปลงในการทำนาเกลือ

ที่มา: http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=49401 (วันที่ 2 มกราคม 2559)

2.7 แอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ในนาเกลือ

แอคติโนมัยซีทที่อยู่ในดินนาเกลือ จะมีกระบวนการ Metabolism และสรีระวิทยาที่ต่างไปจากแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์อื่นที่เจริญในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน (Hamedi *et al*., 2013) โดยจะมีความสามารถในการทนต่อโซเดียมคลอไรด์และความเป็นกรดด่างสูง (ค่าพีเอช) (Selesteen *et al*., 2013) เนื่องจากมีความดันในเซลล์ค่อนข้างสูง จึงทำให้อยู่รอดภายใต้ดินที่ความชื้นต่ำและความเค็ม

สูงได้ นอกจากนี้เกลือยังมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการ Metabolism ของเซลล์ ซึ่งแอคติโนมัยซีทจำพวกที่สามารถดำรงชีวิตในนาเกลือ ได้แก่ Alkaliphilic actinomycetes จะอยู่ในดินที่มีสภาวะเป็นด่างและ Haloalkaliphilic actinomycetes จะอยู่ในดินที่มีสภาวะเป็นเกลือ โดยที่ Alkaliphilic actinomycetes สามารถเจริญได้ดีที่ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 10-11 ไม่สามารถเจริญได้ในค่าพีเอชต่ำกว่า 7 และสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ10 แต่ Haloalkaliphilic actinomycetes สามารถเจริญได้ในความเข้มข้นของเกลือสูงสุดร้อยละ 5 และมีค่าพีเอชเท่ากับ 8 (Zenova *et al.*, 2010)

เนื่องจากการทำนาเกลือต้องใช้น้ำทะเลในการผลิตเกลือ ดังนั้นภายในนาเกลือสามารถพบแอคติโนมัยซีทจากดินทางทะเล โดยที่แอคติโนมัยซีทส่วนใหญ่จะพบเป็นโคโลนีสีขาว และสีเทา เป็นส่วนมากในจำนวนร้อยละ 47 ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่พบเป็นสกุล *Streptomyces* ตามด้วย *Glycomyces, Nocardiopsis, Nocardiodes, Actinopolyspora, Nocardia, Actinomadura, Kibdeloosporangium, Actinosynnema, Thermoactinomycetes, Kineosporia* และ *Saccharopolyspora* ตามลำดับ (Remya *et al.*, 2008)

2.8 การเจริญของแอคติโนมัยซีท

2.8.1 ในอาหารเหลว

ในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว (Submerge culture) เซลล์จะจับกันเป็นกลุ่มของเส้นใยเรียกว่า Pellets แต่เชื้อ *Norcadia coralline* เมื่อเจริญในอาหารเหลวที่มีการเขย่าให้อากาศ เชื้อจะมีการเจริญเป็นรูปแท่ง (rod) มีการแบ่งเซลล์แบบทวีคูณ (Binary fission) และแบบแตกหักของเส้นใย (Fragmentation) เมื่อหยุดการเจริญ (ศิริรัตน์, 2552; จามจุรี และคณะ, 2555)

ปัญหาการเกิด Pellets ที่จับตัวกันเป็นกลุ่มของแอคติโนมัยซีท สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมสาร Polyanion เช่น วุ้น Carbopol และ Junfon ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อในปริมาณเล็กน้อย จะช่วยให้เชื้อ Actinomycetes มีการเจริญแบบแผ่กระจาย ไม่จับกันเป็นกลุ่ม (รัศยา และคณะ, 2556)

2.8.2 บนอาหารแข็ง

ในการเจริญของแอคติโนมัยซีทบนอาหารแข็งที่มีส่วนประกอบของอาหารเช่นเดียวกับอาหารเหลว เชื้อแอคติโนมัยซีทจะมีการเจริญแบบสร้างเส้นใย (Filamentous form) ในลักษณะที่มีการยึดติดกันแน่นกับหน้าผิวอาหาร มีการแตกหักของเส้นใยเมื่อมีอายุมากขึ้น โดยทั่วไปลักษณะการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทบนอาหารแข็ง จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1) โคโลนีแบบหยาบหรือเรียบ ยึดเกาะกับผิวหน้าอาหารอย่างหลวมๆ เป็นการสร้างเส้นใยเหนือผิวอาหาร ปกคลุมผิวหน้าอาหาร มักพบในการเจริญของแอคติโนมัยซีทที่มีการเจริญของเส้นใยที่ไม่แน่นอน

2) โคโลนีที่ไม่มีเส้นใยใต้ผิวอาหาร แต่มีเส้นใยเหนือผิวอาหารที่ยึดเกาะด้วยส่วนพิเศษที่เรียกว่า Holdfast

3) โคโลนีที่มีการเกาะกันแน่นคล้ายแผ่นหนัง จะมีเส้นใยเหนือผิวอาหารที่ค่อนข้างโปร่ง และยึดกับเส้นใยใต้ผิวอาหาร (ศิริรัตน์, 2552)

2.9 สารปฏิชีวนะที่ผลิตโดยเชื้อแอคติโนมัยซีท

สารปฏิชีวนะ หมายถึง สารประกอบที่ผลิตหรือสร้างขึ้นโดยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่ง สารที่ผลิตสามารถไปยับยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือมีฤทธิ์ไปทำลายเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มนั้นๆได้ สารปฏิชีวนะแต่ละชนิดอาจมีคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และเภสัชวิทยาต่างกัน สารปฏิชีวนะที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นส่วนใหญ่จัดเป็นสารในกลุ่มทุติยภูมิ (Secondary metabolite) ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์จะสร้างสารเหล่านี้ในช่วงปลายระยะ Log phase จนถึงช่วงการเจริญคงที่ (Stationary phase) (ภานุพงศ์, 2549)

แอคติโนมัยซีทเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญในการผลิตสารทุติยภูมิที่เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ สารปฏิชีวนะในการต่อต้านแบคทีเรีย รา ไวรัส รวมถึงสารต้านมะเร็ง และสารกดระบบภูมิคุ้มกัน ในการสร้างสารปฏิชีวนะของแอคติโนมัยซีท พบว่ากลุ่มที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้มากที่สุดคือ *Streptomyces, Actinoplanes* และ *Nocardioform* (นวลรัตน์, 2554)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 Extreamophilic และ Extreamotolerant Actinomycetes ที่อยู่ในดินแต่ละประเภท (Zenova *et.al.*, 2010)

2.10.1.1 MODERLATELY ALKALIPHILIC ACTINOMYCETES ที่พบในดินที่มีสภาพเป็นด่าง

องค์ประกอบของกรดอะมิโนบนผนังเซลล์ของแอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliphilic สามารถพบ Mesoisomer ของ Diaminopimelic acid (DAPa) ในบางชนิด นอกจากจะพบแอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliphilic ใน *Streptomyces* แล้ว ยังพบใน *Nocardioides, Streptoverticillium,*

Elytrosporangium, Microellobosporia, Micromonospora, Sporichthia, Nocardiopsis, Chainia และ *Sporichthia* อีกด้วย

แอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliphilic สามารถเจริญได้ดีที่พีเอช 10-11 แต่ไม่สามารถเจริญได้ที่พีเอช 7.0 แอคติโนมัยซีทจำพวก Moderlately alkaliphilic สามารถเจริญได้ดีที่พีเอช 10 และเจริญได้ลดลงที่พีเอช 7.0 และแอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliresistant actinomycetes สามารถเจริญได้ที่พีเอช 6.0-11.0 โดยสามารถจำแนกค่าพีเอชในการเจริญได้ 2 รูปแบบ คือ

1) Alkaliphilic proper สามารถเจริญได้ที่พีเอช 8.0-11.5 และเจริญได้ดีที่สุดที่พีเอช 9.0-9.5

2) Alkali resistance สามารถเจริญได้ที่พีเอช 7.0 และเจริญได้ดีที่สุดที่พีเอช 6.0-11.5

ช่วงพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญในอาหารของแอคติโนมัยซีท วัดได้จากความเข้มของกรดอะดีนีนบนผนังเซลล์ โดยเชื้อแอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliphilic จะมีค่าความเข้มข้นของกรดอะดีนีนที่พีเอช 9.0-9.5

แอคติโนมัยซีทที่พบในดินที่มีสภาพเป็นด่างหรือมีค่าพีเอชเท่ากับ 8 เมื่อนำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่า เชื้อแอคติโนมัยซีทสามารถเจริญในอาหารที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 9 มากกว่าอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลางและกรด เช่น แอคติโนมัยซีทที่พบบริเวณทุ่งหญ้า Solonchak มีค่าพีเอชเท่ากับ 9.5 ซึ่งอยู่บริเวณที่แห้งของทะเลสาบน้ำเค็ม ในสาธารณรัฐ Buryatia พบว่า แอคติโนมัยซีทสามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นด่าง มากกว่าอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกรด แต่ในดินที่มีค่าพีเอชมากกว่า 7 แอคติโนมัยซีทที่แยกได้จะสามารถเจริญในอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นด่าง ได้ดีว่าอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลาง

กลุ่มของแอคติโนมัยซีทในน้ำมันที่มีค่าพีเอชสูง จะมีค่า Alkalophility (K_{alk}) ซึ่งคำนวณได้จาก อัตราส่วนของจำนวนแอคติโนมัยซีทบนอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นด่าง กับจำนวนแอคติโนมัยซีทบนอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลางเมื่อเปรียบเทียบจำนวนแอคติโนมัยซีทบนอาหารที่มีสภาพเป็นด่างกับอาหารที่มีสภาพเป็นกลาง ในกรณีที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน จะพบว่ามีค่า Alkalophility ในโครงสร้างของแอคติโนมัยซีทเท่ากับ 1 แต่ในดินที่มีค่าพีเอชสูง ค่า Alkalophility ในโครงสร้างของแอคติโนมัยซีทจะมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ทำให้ทราบว่า แอคติโนมัยซีทสามารถเจริญได้ในดินที่มีสภาพเป็นด่างได้ เนื่องจาก โครงสร้างภายในของแอคติโนมัยซีทมีสภาพเป็นด่างเช่นกัน ได้แก่ แอคติโนมัยซีทจีนัส *Streptomyces*

แอคติโนมัยซีทที่พบในดินชนิดต่างๆ มักพบในสกุล *Streptomyces* เป็นจำนวนมาก จากการสำรวจ alkaline anthropogenic substrates และดินบริเวณประเทศ Moscow สามารถพบ Streptomycetes บนอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลางและด่าง มากกว่ากรด โดยใน Alkaline substrate ส่วนใหญ่จะพบแอคติโนมัยซีทจำพวก Neutrophilic และ Alkaliphilic ซึ่งแอคติโน-มัยซีทสายพันธุ์ Streptomycetes จำพวก Alkaliphilic ที่แยกได้จากดินและอาหารที่มีสภาพเป็นด่าง จะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแอคติโนมัยซีทจำพวก Neutrophilic

Streptomycetes จากดินที่มีสภาพเป็นกรด สามารถเจริญได้ดีเมื่อทำการเลี้ยงในอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกรด และ Streptomycetes จากดินที่มีสภาพเป็นด่าง สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นด่าง ในขณะเดียวกันดินทั้ง 2 ลักษณะ เมื่อนำมาเลี้ยงในอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลางพบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีทยังสามารถเจริญได้

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญของแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินที่มีสภาพแตกต่างกัน พบว่า แอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินที่มีสภาพเป็นกรด สามารถเจริญได้ดีที่ค่าพีเอช 3.0-7.0 และสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 5.0 โดยจัดว่าเป็นแอคติโนมัยซีทจำพวก Acidophilic actinomycetes เนื่องจากมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอช 5.8

แอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินที่มีสภาพเป็นด่าง สามารถเจริญได้ดีที่ค่าพีเอช 5.0-8.0 และสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 7.0 โดยจัดว่าเป็นแอคติโนมัยซีทจำพวก Neutrophilic actinomycetes นอกจากนี้ แอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินที่มีสภาพเป็นด่าง สามารถเจริญได้ดีที่ค่าพีเอช 5.5-9.5 และสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 8.4 โดยจัดว่าเป็นแอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliphilic actinomycetes และจากการทดลองนี้ ไม่พบแอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ที่ค่าพีเอชมากกว่า 9.5

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันของ Streptomycetes ในจำพวก Alkaliphilic พบว่า บนอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกรด จะไม่มีการสร้างเส้นใยอากาศและสปอร์ เมื่อเทียบกับการเจริญบนอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลางและด่าง พบว่า การเจริญบนอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นด่างจะสูงกว่าเมื่อเทียบกับอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลางและกรด และแอคติโนมัยซีทจำพวก Neutrophilic ที่เจริญบนอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นด่างจะมีการสร้างสปอร์น้อยกว่า เมื่อเทียบกับอาหารที่มีค่าพีเอชเป็นกลาง

คุณสมบัติของ Alkaliphilic และ Alkalotolerant ของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากบริเวณนาเกลือหรือบริเวณที่มีค่าพีเอชสูง มักจะมีคุณสมบัติชอบเกลือและทนเกลือตามไปด้วย แอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ Alkaliphilic จะมีความสามารถเจริญในอาหารที่มีค่าความเข้มข้นเกลือตั้งแต่

ร้อยละ 4-15 จากการทดสอบความสามารถในการเจริญของแอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliphilic ในอาหารที่มีความเข้มข้นเกลือสูง สามารถพบแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ *S. varsoviensis* ซึ่งจัดเป็นแอคติโนมัยซีทในกลุ่ม Moderate halophilic actinomycetes เนื่องจากสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 6

2.10.1.2 Moderate halophilic actinomycetes และ Haloalkaliphilic actinomycetes ในดินนาเกลือ

จากข้อมูลการแยกแอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือที่ระดับแตกต่างกันจำนวนมาก พบว่าแอคติโนมัยซีทที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง สามารถพบ *Microbispora coralline* ซึ่งสามารถเจริญได้ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 3 แอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินป่าเขตร้อน ในประเทศสิงคโปร์ สามารถเจริญได้ที่ค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 ตามลักษณะทางฟีโนไทป์และลักษณะทางพันธุศาสตร์ระบุว่าแอคติโนมัยซีทนี้อยู่ในวงศ์ Nocardioidaceae

จากดินที่มีสภาพเป็นด่างในสาธารณรัฐเกาหลี พบแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ใหม่ในสกุล *Nocardioides* สามารถเจริญได้ที่พีเอช 8.0 และความเข้มข้นเกลือร้อยละ 0.5

จากดินนาเกลือของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน ระบุว่ามีแอคติโนมัยซีทจำพวก Halophilic ได้แก่ *Nocardiopsis xinjiagensis* sp., *N. salina* sp. และแอคติโนมัยซีทจำพวก Alkaliphilic ได้แก่ *Streptomyces sodiiphilus* sp.

แอคติโนมัยซีทในสกุล *Salinispora* วงศ์ Micromonosporaceae พบแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ใหม่คือ *S. arenicola* และ *S. tropica* ซึ่งเป็นแอคติโนมัยซีทในกลุ่ม Marine actinomycetes

ในดินนาเกลือสามารถพบแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ *Streptomyces* และ *Micromonospora* ในกลุ่ม Streptomycetes จัดเป็น Moderately halophilic actinomycetes สามารถเจริญได้ดีที่ค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 1-8 และสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 4-5

Streptomycetes จำพวก Alkaliphilic สามารถเจริญได้ที่ค่าพีเอช 6.0-12.0 และมีอัตราการเจริญสูงสุดที่ค่าพีเอช 8.0 หรือ 10.0 จำพวก Neutrophilic สามารถเจริญได้ที่พีเอช 5.0-9.0 และมีอัตราการเจริญสูงสุดที่ค่าพีเอช 7.0 ดังนั้น ความเข้มข้นเกลือและความเป็นกรดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ Streptomycetes จะสัมพันธ์กับความเข้มข้นเกลือ, ค่าพีเอชของดิน และอาหารที่ใช้ในการทดลอง

2.10.2 Bioperspective ของแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินบริเวณชายฝั่งทะเล ที่มีการสร้างสารออกฤทธิ์ต้านทานจุลินทรีย์อื่นๆ (Srivibool and Sukchotiratana, 2006)

จากการทดลองนี้ จะทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 45 ไอโซเลท จากชายฝั่งทะเลตะวันออกของไทยคือ เกาะช้าง เกาะหวาย เกาะเหลายา จังหวัดตราด และเกาะไผ่ จังหวัดชลบุรี นำโคโลนีแอคติโนมัยซีทที่เลือกไว้มาทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเคมี ทำการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารยับยั้งแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียที่นำมาทดสอบคือ *Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Micrococcus luteus, Escherichia coli และ Pseudomonas aeruginosa* พบว่าแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารที่ใช้ยับยั้งแบคทีเรียได้คือ *Streptomyces* spp. 22 ไอโซเลท, *Actinomadura* spp. 13 ไอโซเลท, *Nocardia* spp. 5 ไอโซเลท, *Pseudonocardia* spp. 5 ไอโซเลท, *Micromonospora* spp. 4 ไอโซเลท, *Microbispora* spp. 3 ไอโซเลท, *Streptoalloteichus* spp. 3 ไอโซเลท, *Saccharomonospora* sp. 1 ไอโซเลทและ *Streptoverticillium* sp. 1 ไอโซเลท โดยส่วนมากโคโลนีจะเป็นสีเทาอ่อน มีเส้นใยใต้อาหารสีเหลืองน้ำตาล บางไอโซเลทมีสีชมพูอ่อนหรือสีขาว สายพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ชนิดอื่นจะสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกโดยเฉพาะ *Micrococcus luteus* แต่บางสายพันธุ์ยับยั้งได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ

สำหรับการแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทแสดงให้เห็นว่า ดินจากชายฝั่งทะเลเป็นแหล่งที่ดี และมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการเจริญของแอคติโนมัยซีทได้แก่ เวลาในการเจริญ, สารเคมี และสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเจริญ

2.10.3 การศึกษาแอคติโนมัยซีทที่ได้จากดินบริเวณเมือง Gondar ทางบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ Ethiopia ในการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น (Bizuye *et al.*, 2013)

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 15 ตัวอย่าง จากนั้นนำมาคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทสำหรับศึกษาการออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ทั้งหมด 30 ไอโซเลท และจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการทดสอบได้แก่ *Staphylococcus aureus, Psedomonas aeruginosa, Escherichia coli, Klebsiella pneumonia* และ *Salmonella typhi* มีเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 8 ไอโซเลท ร้อยละ 26.7 ที่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและรา และในแอคติโนมัย-ซีททั้งหมด 8 ไอโซเลท แบ่งเป็น 3 ไอโซเลท ร้อยละ 37.5 ถูกกำหนดให้เป็น Ab24, Ab41 และ Ab44 ที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบเท่านั้น, 1 ไอโซเลท ร้อยละ 12.5 กำหนดให้เป็น Ab18 ที่แสดงการยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ นอกจากนี้ยังมีแอคติโนมัยซีท

จำนวน 4 ไอโซเลท ร้อยละ 50 กำหนดให้เป็น Ab5, Ab13, Ab28 และ Ab43 ที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบ และรา

จากผลการทดสอบแอคติโนมัยซีททั้งหมด 8 ไอโซเลท แสดงให้เห็นว่าเชื้อ Ab24, Ab41 และ Ab44 ที่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ เชื้อ Ab13, Ab24 และ Ab41 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ได้ เชื้อ Ab13, Ab24 และ Ab44 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhi* เชื้อ Ab5, Ab41 และ Ab44 ไม่สามารยับยั้งเชื้อ *Klebsiella pneumonia* เชื้อ Ab18, Ab24 Ab41 และ Ab44 ที่ไม่สามารยับยั้งเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* และเชื้อแอคติโนมัยซีททุกไอโซเลทไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Psedomonas aeruginosa* ได้ จากการทดสอบจะเห็นได้ว่ามีแอคติโนมัยซีทจำนวน 8 ไอโซเลท จากแอคติโนมัยซีททั้งหมด 30 ไอโซเลท ที่แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ในการต้านจุลินทรีย์ชนิดอื่น ผลที่ได้คิดเป็นร้อยละ 26.7

2.10.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถต้านทานการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นของแอคติโนมัยซีท ที่แยกได้จากตัวอย่างดินบริเวณ Senbagadaruvi ทางตะวันตกของ Ghats (Thangapandian *et al.*, 2011)

ทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 20 ตัวอย่าง มีสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบจำนวน 14 สายพันธุ์ พบว่า แอคติโนมัยซีทที่สร้างสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus, Bacillus thuringiensis* และ *Staphylococcus aureus* จะมีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบอย่าง *Pseudomonas aeruginosa* และ *Escherichia coli*

ทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 20 ตัวอย่าง มีสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบจำนวน 14 สายพันธุ์ พบว่า แอคติโนมัยซีทที่สร้างสารออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus, Bacillus thuringiensis* และ *Staphylococcus aureus* จะมีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบอย่าง *Pseudomonas aeruginosa* และ *Escherichia coli*

จากผลการศึกษาแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ SEN5, SEN9 และ SEN12 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus thuringiensis* และ *Staphylococcus aureus* ในขณะที่ SEN10 สามารถการยับยั้งเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* สายพันธุ์ SEN1, SEN2, SEN5 SEN6 และ SEN8 สามารถยับยั้งยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* และ *Candida albicans* สายพันธุ์ SEN1 และ SEN5 ยังสามารถยับยั้งเชื้อราได้อีกด้วย และยังพบแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นอีกด้วย

ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีสายพันธุ์ SEN5, SEN9 และ SEN12 ถูกระบุว่าเป็นแอคติโนมัยซีทกลุ่ม *Streptomyces*

2.10.5 ประเภทการเจริญของจุลินทรีย์ และยีนส์ต้นแบบ (MTCC) ที่ใช้ในการจัดจำแนกแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีท (Rani, 2010)

การทดลองนี้ จะใช้เชื้อแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ *Pseudonocardia* ในการทดลอง

1) การทดสอบการย่อยสลายไนเตรท (Nitrate reduction) ของแอคติโนมัยซีท โดยถ่ายเชื้อ 1 ลูปลงในอาหาร Nitrate broth 5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน ทำการตรวจผลโดย ทำการหยดสารละลายกรดซัลฟานิลิกจำนวน 2 หยดและตามด้วยสารละลาย α-napthylamine ถ้าเชื้อมีการเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรต์ สารละลายจะเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู แดง หรือส้ม ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบในครั้งนี้ให้ผลเป็นบวก

2) การทดสอบการย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis) ความสามารถในการย่อยสลายแป้งถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดการผลิตอะไมเลสของจุลินทรีย์ ทำการทดสอบโดยใช้สารละลายแกรมไอโอดีนเป็นอินดิเคเตอร์ ถ้ามีการย่อยสลายแป้งจะเกิดบริเวณใสรอบโคโลนีของเชื้อ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบในครั้งนี้ให้ผลเป็นลบ

3) การทดสอบการย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction) เจลาตินเป็นโปรตีนที่ได้จากการเสียสภาพธรรมชาติ ทำการตรวจสอบโดยนำหลอดเจลาตินแช่ในตู้เย็น และดูการแข็งตัวของอาหาร ถ้ามีการย่อยสลายเจลาติน อาหารจะไม่เกิดการแข็งตัว ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบในครั้งนี้ให้ผลเป็นลบ โดยสังเกตจากหลอดเจลาตินเกิดการแข็งตัว

4) การทดสอบการตกตะกอนและย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบในครั้งนี้ให้ผลเป็นลบ

5) การทดสอบช่วงอุณหภูมิที่มีการเจริญ ทำได้โดยการถ่ายเชื้อที่เลือกไว้ลงในอาหาร Starch casein agar และทำการบ่มที่อุณหภูมิ 12, 25, 28, 37, 42 และ 50 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบในครั้งนี้พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีทสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 28-37 องศาเซลเซียส

6) การทดสอบการเจริญของแอคติโนมัยซีทในแต่ละค่าพีเอชด้วยอาหาร Starch casein agar ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.2, 8.0, 9.0 และ 10.5 จากนั้นทำการบ่มที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน โดยพบว่า แอคติโนมัยซีทจากการทดลองนี้สามารถเจริญได้ดีที่ช่วงพีเอช 8.0-9.0

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแอคติโนมัยซีทสายพันธุ์ *Pseudonocardia* เป็นสายพันธุ์ที่เจริญได้ดีบนอาหาร Starch casein agar, Glycerol aspargine agar, Yeast extract-malt extract agar และ Oat meal agar มีโคโลนีเป็นสีขาว เมื่อทำการทดสอบการย่อยสลายแป้งและเจลาตินให้ผลเป็นลบ การตกตะกอนและการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมให้ผลเป็นลบ การย่อยสลายไนเตรทให้ผลเป็นบวก

แสดงให้เห็นการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่พีเอช 8.0 และเจริญได้ปานกลางที่พีเอช 9.0 และ 10.5 สามารถทนเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 และร้อยละ 5 และยังมีการออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ

2.10.6 การคัดแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สร้างสารออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ที่ก่อให้เกิดการเหี่ยวของมะเขือเทศ (นวลรัตน์, 2554)

Streptomyces จัดเป็น Chemo-organotrophic เมตาบอลิซึมแบบ Oxidative สามารถผลิตเอนไซม์ Catalase และใช้กลูโคสในการเจริญ สามารถรีดิวซ์ไนเตรตให้เป็นไนไตรทได้ สามารถย่อยอะดีนีน (Adenine), เอสคูลีน (Esculin), เคซีน (Casein), เจลาติน (Gelatin), ไฮโปแซนทีน (Hypoxantine), แป้ง (Starch) และแอลไทโรซีน (L-tyrosine) ส่วนมากจะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ที่พีเอช 6.5-8.0 เปปติโดไกลแคนที่ผนังเซลล์มีส่วนประกอบหลักคือ L-diaminopimelic acid ฟอสโฟลิปิดที่เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วย Diphosphatidylglycerol, Phosphatidylethanolamine, Phosphatidylinositol และ Phosphatidylinositol

นอกจากนี้ *Streptomyces* ยังสามารถผลิตสารที่มีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย รา โปรโตซัว ไวรัส และมะเร็งได้อีกด้วย

2.10.7 การคัดกรองสารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งจากแอคติโนมัยซีท ที่แยกได้จากทะเล (ศิริรัตน์, 2552)

ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีท พบว่าแอคติโนมัยซีทสามารถเจริญได้ที่พีเอช 6.0-8.0 หากพีเอชลดต่ำลงกว่า 6.0 จะมีผลทำให้โคโลนีของแอคติโนมัยซีทมีขนาดเล็กลง ไม่เกิดการสร้างเส้นใยอากาศขึ้น และเชื้อแอคติโนมัยซีทสามารถผลิตสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็งได้ที่ค่าพีเอช 7.3-7.8

นอกจากนี้พบว่าแอคติโนมัยซีทสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 10-60 องศาเซลเซียส แต่จะสามารถเจริญและผลิตสาร Secondary metabolite ได้ที่อุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)	Hirayama รุ่น HV-25/50/85/110
3.1.2 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)	TELSTAR รุ่น Bio-II-Advance 4 TECHNOLOGY, Spain
3.1.3 ตู้แช่แข็งระบบน้ำ	Panasonic SF-PC697
3.1.4 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)	Memmert
3.1.5 เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง	AND รุ่น GF-800, Japan
3.1.6 เครื่องไมโครเวฟ (Microwave)	sharp รุ่น R-250
3.1.7 เครื่องปั่นแยกสาร (Centrifuge)	Hermle รุ่น Z 326 K
3.1.8 ตู้เย็น -4 องศาเซลเซียส	Distar freezer & Refrigelator รุ่น DR-082
3.1.9 ตู้อบด้วยความร้อนแห้ง (Hot air oven) 100 องศาเซลเซียส	Memmert รุ่น INB500
3.1.10 ตู้อบด้วยความร้อนแห้ง (Hot air oven) 180 องศาเซลเซียส	Memmert รุ่น UN110
3.1.11 ตู้อบด้วยความร้อนแห้ง (Hot air oven) 70 องศาเซลเซียส	Memmert รุ่น IN110
3.1.12 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) 37 องศาเซลเซียส	Memmert รุ่น INB 500
3.1.13 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) 30 องศาเซลเซียส	Binder Control E2
3.1.14 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)	Tomy รุ่น Es-315
3.1.15 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) 30 องศาเซลเซียส	N-Biotech รุ่น NB-205Q
3.1.16 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)	SHIMADZU รุ่น UV-1601
3.1.17 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) 30 องศาเซลเซียส	Memmert รุ่น 600
3.1.18 เครื่องวัดความเป็นกรดเบส (pH meter) เคลื่อนที่	SevenGo pro รุ่น SG-28
3.1.19 เครื่องวัดความเป็นกรดเบส (pH meter)	OHAUS รุ่น STARTER 3000, USA

3.1.20 เครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex)	Scientific Industries รุ่น Vortex-Genie 2, 230V-G56E
3.1.21 ตู้แช่แข็ง -20 องศาเซลเซียส	PANASONIC รุ่น SF-PC697, Thailand
3.1.22 กล้องจุลทรรศน์	OLYMPUS รุ่น CH3, Japan
3.1.23 เครื่องปั๊มสูญญากาศ (Vaccumm pump)	Gast รุ่น 0523-101Q-G588DX
3.1.24 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator shaker) 25 องศาเซลเซียส	Gallenkamp
3.1.25 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator shaker) 30 องศาเซลเซียส	Unitron
3.1.26 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator shaker) 45 องศาเซลเซียส	Gallenkamp
3.1.27 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Incubator shaker) 37 องศาเซลเซียส	Innova รุ่น 4230
3.1.28 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง	Sartorius รุ่น TE2145
3.1.29 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)	Tomy รุ่น High-Pressure Stream Sterilizer ES-315
3.1.30 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)	Microtech รุ่น V_4-T
3.1.31 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow)	Super clean รุ่น 120 bs

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 กระบอกฉีดแอลกอฮอล์

3.2.2 จานเพาะเลี้ยง (Petri dish)

3.2.3 หลอดทดลองพร้อมฝา

3.2.4 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)

3.2.5 แท่งแก้วหยดสารละลาย (Dropper)

3.2.6 สไลด์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

3.2.7 Cover slip ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

3.2.8 Cotton bud ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

3.2.9 คีมคีบ (Forcep)

3.2.10 ทิชชู่

3.2.11 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)

3.2.12 แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.13 เข็มเขี่ยเชื้อ (Needle)

3.2.14 ห่วงถ่ายเชื้อ (Loop)

3.2.15 ชุดกรองสูญญากาศ (Vaccumm filter set)

3.2.16 ถุงพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง

3.2.17 แท่งแก้วรูปตัวแอล

3.2.18 แท่งแก้วคนสาร

3.2.19 ช้อนตักสาร

3.2.20 ตะแกรงใส่หลอดทดลอง (Test tube rack)

3.2.21 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.22 ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.2.23 กระบอกตวงขนาด 500 มิลลิลิตร

3.2.24 บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.2.25 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.2.26 ขวดเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.27 ขวดเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อขนาด 500 มิลลิลิตร

3.2.28 ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วพร้อมจุกยาง

3.2.29 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.30 กระดาษกรอง Whatman no. 1

3.2.31 สำลี (Cotton wool)

3.2.32 Eppendorf tube

3.2.33 มีดผ่าตัด (Scalpel)

3.2.34 เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (Autopipette)

3.2.35 ทิป (Tips)

3.2.36 กระบอกน้ำกลั่น

3.3 สารเคมี

3.3.1 วุ้น (Agar)	บริษัท Bio Agar
3.3.2 แป้งที่ละลายน้ำได้ (Soluble starch)	บริษัท Srichem
3.3.3 โพแพสเซียมไนเตรท (KNO_3) MW 101.11 g/mol	บริษัท Fluka
3.3.4 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) MW 58.44 g/mol	บริษัท Univar
3.3.5 เคซีน (Casein)	บริษัท Fluka
3.3.6 แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4.7\ H_2\ O$) MW 246.4746 g/mol	บริษัท Univar
3.3.7 แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) MW 100.0869 g/mol	บริษัท Carlo erba
3.3.8 เฟอรัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($FeSO_4\ .7H_2\ O$) MW 278.0146 g/mol	บริษัท Fluka
3.3.9 สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)	บริษัท Scharlau
3.3.10 สารสกัดจากมอลต์ (Malt extract)	บริษัท Himedia
3.3.11 เปปโทน (Peptone)	บริษัท Srichem
3.3.12 น้ำตาลกลูโคส (Glucose) MW 180.1559 g/mol	บริษัท Fluka
3.3.13 หางนมผง (Skim milk powder)	บริษัท Himedia
3.3.14 เคซีน เอนไซมาติก ไฮโดรไลเซท (Casein enzymatic hydrolysat)	บริษัท Himedia
3.3.15 เจลาติน (Gelatin)	บริษัท Ajex Finechem
3.3.16 ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) MW 174.18 g/mol	บริษัท Univar
3.3.17 แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH4)_2SO_4$) MW 132.14 g/mol	บริษัท Merck
3.3.18 แมงกานีสคลอไรด์เฮปตะไฮเดรต ($MnCl_2 \cdot 4\ H_2O$) MW 197.90 g/mol	บริษัท Univar
3.3.19 ซิงค์ซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต	บริษัท Fluka

($ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$) MW 287.54 g/mol

3.3.20 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) MW 40 g/mol — บริษัท Fisher

3.3.21 แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ และ 95 เปอร์เซ็นต์

3.3.22 น้ำกลั่น

3.3.23 กลีเซอรอล

3.3.24 กรดไฮโครคลอริก

3.3.25 สารละลายแกรมไอโอดีน

3.3.26 สารละลาย N, N-dimethyl-L-napthylamine

3.3.27 สารละลายกรดซัลฟานิลิก

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.4.1 Nutrient agar (NA)	ภาคผนวก ก
3.4.2 Potato Dextose Agar (PDA)	บริษัท Himedia
3.4.3 Glucose Yeast Extract Agar (GYE)	ภาคผนวก ก
3.4.4 Starch-Casein agar (SCA)	ภาคผนวก ก
3.4.5 Yeast extract-Malt extract (YEME broth)	ภาคผนวก ก
3.4.6 Peptonization and Coagulation test medium	ภาคผนวก ก
3.4.7 Bouillon gelatin broth	ภาคผนวก ก
3.4.8 Peptone KNO_3 broth	ภาคผนวก ก
3.4.9 Inorganic salts-starch agar (ISP medium no.4)	ภาคผนวก ก
3.4.10 International Streptomyces Project medium no.2	ภาคผนวก ก
3.4.11 Skim milk ร้อยละ 10	ภาคผนวก ก

3.5 จุลินทรีย์

3.5.1 จุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ

- *Bacillus cereus*	ภาคผนวก ซ
- *Staphylococcus aureus*	ภาคผนวก ซ
- *Escherichia coli*	ภาคผนวก ซ
- *Pseudomonas aeruginosa*	ภาคผนวก ซ

- *Micrococcus luteus* ภาคผนวก ซ

3.5.2 ยีสต์ที่ใช้ทดสอบ

- *Candida albicans* ภาคผนวก ซ

3.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.6.1 การเก็บตัวอย่างดิน และการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท (Klanbut, 2013)

ทำการเลือกจุดเก็บตัวอย่างดินจากนาเกลือ และกวาดเศษกิ่งไม้บริเวณผิวหน้าดินออก ทำการขุดดินลึกลงไป 2-3 เซนติเมตร จากนั้นใช้ช้อนแกงหรือช้อนปลูกตักดินประมาณ 500 กรัม ใส่ลงถุงพลาสติกใส โดยไม่รัดปากถุง เพื่อให้เชื้อแอคติโนมัยซีทที่อยู่ในตัวอย่างดินได้รับอากาศ ทำการเติมน้ำกลั่นลงในหลุมทิ้งไว้ 30 นาที และทำการวัดค่าพีเอชของดินด้วยเครื่อง pH meter ในแต่ละครั้งจะเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 10 จุด พร้อมทั้งบันทึกตำแหน่งจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง และบันทึกค่าความเป็นกรดด่างที่วัดได้

3.6.2 การคัดแยก และการเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท (Klanbut, 2013)

นำตัวอย่างดินข้อ 3.6.1 มาคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างดิน 1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นปลอดเชื้อปริมาตร 9 มิลลิลิตร พร้อมผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex mixer) กำหนดเป็นระดับการเจือจางที่ 10^{-1} นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Waterbath) เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างในน้ำกลั่นปลอดเชื้อให้มีระดับความเจือจางถึง 10^{-5} ดูดสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร มาเกลี่ยด้วยเทคนิค Spread plate บนอาหาร International Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) หรือ อาหาร Starch-casein agar (SCA) (ภาคผนวก ก) ที่มีการเติม Nystatin 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร และนำไปเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยการบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน (ตรวจดูการเจริญของเชื้อที่แยกได้ทุกสัปดาห์) เมื่อพบเชื้อแอคติโนมัยซีทแล้ว นำมาทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค Steak plate ลงบนอาหาร ISP2 เมื่อเชื้อที่พบได้จากอาหาร ISP2 และอาหาร SCA เมื่อเชื้อที่พบได้จากอาหาร SCA จนได้เชื้อแอคติโนมัยซีทบริสุทธิ์ จากนั้นนำเชื้อแอคติโนมัยซีทที่บริสุทธิ์แล้วถ่ายลงในอาหาร ISP2 ที่ทำการเอียงในหลอดทดลอง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จนเชื้อเจริญเต็มที่ และเก็บรักษาเชื้อแอคติโนมัยซีทไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.6.3 การเตรียม Spore suspensions ของเชื้อแอคติโนมัยซีท (Klanbut, 2013)

นำน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในเพลทอาหารที่เลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีทที่เจริญเต็มที่แล้ว หลังจากนั้นใช้ห่วงเขี่ยเชื้อขูดที่ผิวหน้าของสปอร์ จะได้สารละลายสปอร์ (Spore suspension) ดูดกลับลงในภาชนะที่มีน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และ vortex เป็นเวลา 1 นาที เพื่อแยกกลุ่มสปอร์ออกจากกัน นำสารละลายสปอร์ที่ได้กรองผ่าน Cotton wool ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในหลอด Microcentrifuge และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นเทส่วนใส (Supernatant) ทิ้ง และนำสปอร์ที่ได้ไป vortex เป็นเวลา 30 วินาที นำไป Resuspend ในร้อยละ 20 (w/v) glycerol 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จะได้เป็น Spore suspension และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.6.4 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีท (รัตนาภรณ์, 2548)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีทบริสุทธิ์ที่คัดแยกได้จากข้อ 3.6.2 มาศึกษาลักษณะการจัดเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยวิธี Slide culture โดยการตัดชิ้นอาหารแข็ง ISP2 เป็นชิ้นสี่เหลี่ยม นำไปวางลงบนแผ่นสไลด์ที่ปราศจากเชื้อ ถ่ายเชื้อมาแตะที่ด้านข้างของชิ้นอาหาร แล้วปิดด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว นำแผ่นสไลด์วางลงบน Cotton bud ที่ทำการพับครึ่งและวางอยู่บนแผ่นกระดาษทิชชู่ภายในเพลทอาหาร จากนั้นทำการเติมน้ำกลั่นปราศจากเชื้อลงบนกระดาษทิชชู่ เพื่อให้ความชื้น นำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เมื่อเชื้อเจริญแล้วนำไปส่องดูการจัดเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และทำการคัดเลือกแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท จากการเทียบสีโคโลนีกับสีมาตรฐาน The NBS/IBCC Color system (ภาคผนวก ข) โดยสังเกตเชื้อที่มีโคนีสี Pink, Yellow, Green, Blue, Purplish blue, Violet, Purple และ Neutral มาศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการต่อไปนี้

3.6.5 การศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีท (Rani, 2010)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลทที่ได้จากข้อ 3.6.4 มาทำการศึกษา

3.6.5.1 การตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลายโปรตีน (Peptonization) ในน้ำนม (Skim milk)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 1 ลูปลงในอาหารเหลว Skim milk (ภาคผนวก ก) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นทำการตรวจผลการตกตะกอนในหลอดทดลอง

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 1 ลูปลงในอาหารเหลว Yeast extract Malt extract broth (YEME) (ภาคผนวก ก) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง ทำการเขย่าทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นทำการดูดสารละลายส่วนใสปริมาตร 5 ไมโครลิตร มาหยดลงบนอาหาร Skim milk agar (ภาคผนวก ก) จำนวน 2 จุด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นทำการตรวจผล หากมีการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมเกิดขึ้น จะเกิดวงใส (Clear zone) รอบโคโลนีที่ทำการหยดเชื้อแอคติโนมัยซีท

3.6.5.2 การย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 1 ลูปลงในอาหาร Bouillon Gelatin broth (ภาคผนวก ก) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้ในหลอดทดลอง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นนำหลอดทดลองที่เพาะเลี้ยงไว้มาแช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และทำการเปรียบเทียบหลอดทดลองที่มีเชื้อแอคติโนมัยซีทกับหลอดที่ไม่มีเชื้อแอคติโนมัยซีท หากมีการย่อยสลายเจลาตินจะไม่เกิดการแข็งตัวของเจลาติน

3.6.5.3 การย่อยสลายไนเตรท (Nitrate reduction)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 1 ลูปลงในอาหาร Peptone KNO_3 broth (ภาคผนวก ก) ที่เตรียมไว้ในหลอดทดลอง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ทำการตรวจผลโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟานิลิกจำนวน 2 หยด และสารละลาย N,N-dimethyl-L-napthylamine จำนวน 3 หยด หากเชื้อมีการเปลี่ยนไนเตรตเป็นไนไตรต์ สารละลายจะเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูจนถึงสีแดง

3.6.5.4 การย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis)

เลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีทโดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อขีดลงบนอาหาร Inorganic salts-starch agar (ISP4) (ภาคผนวก ก) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ทำการตรวจผลโดยการเทราดด้วยสารละลายแกรมไอโอดีนลงบนอาหารที่เพาะเชื้อไว้ ถ้ามีการย่อยสลายแป้งเกิดขึ้นจะเกิดบริเวณใสรอบๆโคโลนีของเชื้อ แต่ถ้าไม่มีการย่อยสลายแป้งจะเกิดสีน้ำเงินแทน

3.6.6 การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ที่ดีที่สุด

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 3.6.4 มาทำการศึกษา โดยนำเชื้อแอคติโน-มัยซีท 1 ลูปลงในอาหารเหลว Yeast extract-malt extract (YEME) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำไป

ปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แยกส่วนใส (Supernatant) ทิ้งและเติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 10 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ 450 นาโนเมตร

คำนวณค่าความเข้มข้นของสปอร์เพื่อทราบปริมาณของสปอร์เริ่มต้นที่เท่ากันคือ $3x10^6$ Pre-germinated spores (gs) ในการ inoculate ลงในอาหารเหลวต่อไปโดยคำนวณจากสูตร

$$C = (OD_{450} / 0.04) \times (4x10^6) \text{ gs mL}^{-1}$$

$$= OD_{450} \times 10^8 \text{ gs mL}^{-1}$$

$$V = (3x10^6 / C) \times 1000 \text{ µL}$$

จากนั้นดูดสารละลายสปอร์ในปริมาตรที่คำนวณได้ลงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ในค่าความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปทำการบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และทำการตรวจสอบอัตราการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีททุกๆ 3 ชั่วโมงด้วยวิธีการวัดน้ำหนักเซลล์แห้ง ทำได้โดยกรองเซลล์แอคติโนมัยซีท 5 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักแห้งแล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองที่มีเซลล์แอคติโนมัยซีทไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักรวม และหาน้ำหนักเซลล์แห้งต่อไปจาก

น้ำหนักเซลล์แห้ง = (น้ำหนักกระดาษกรอง+น้ำหนักเซลล์) – น้ำหนักกระดาษกรอง

จากนั้นคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทที่สามารถเจริญได้ดีที่สุดมาทดลองในขั้นตอนต่อไป

3.6.7 การศึกษาความสามารถในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกัน (Singh *et al.*, 2009)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 3.6.6 มาทำการทดลอง โดยนำเชื้อแอคติโนมัยซีท 1 ลูปลงในอาหารเหลว Yeast extract-malt extract (YEME) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แยกส่วนใส (Supernatant) ทิ้งและเติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 10 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ 450 นาโนเมตร

คำนวณค่าความเข้มข้นของสปอร์เพื่อทราบปริมาณของสปอร์เริ่มต้นที่เท่ากันคือ $3x10^6$ Pre-germinated spores (gs) ในการ inoculate ลงในอาหารเหลวต่อไปโดยคำนวณจากสูตร

$$C = (OD_{450} / 0.04) \times (4\times10^{6}) \text{ gs mL}^{-1}$$

$$= OD_{450} \times 10^{8} \text{ gs mL}^{-1}$$

$$V = (3\times10^{6} / C) \times 1000 \text{ µL}$$

จากนั้นดูดสารละลายสปอร์ในปริมาตรที่คำนวณได้ลงในอาหาร YEME ที่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์ในค่าความเข้มข้นร้อยละ 0, 7, 8, 9, 10 และ 15 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปทำการบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และทำการตรวจสอบอัตราการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีททุกๆ 3 ชั่วโมงด้วยวิธีการวัดน้ำหนักเซลล์แห้ง ทำได้โดยกรองเซลล์แอคติโนมัยซีท 5 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักแห้งแล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองที่มีเซลล์แอคติโนมัยซีทไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักรวม และหาน้ำหนักเซลล์แห้งต่อไปจาก

น้ำหนักเซลล์แห้ง = (น้ำหนักกระดาษกรอง+น้ำหนักเซลล์) – น้ำหนักกระดาษกรอง

3.6.8 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (Singh *et al.*, 2009), (Remya *et al.*, 2013)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 3.6.6 มาทำการทดลอง โดยนำเชื้อแอคติโนมัยซีท 1 ลูปลงในอาหารเหลว Yeast extract-malt extract (YEME) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แยกส่วนใส (Supernatant) ทิ้งและเติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 10 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ 450 นาโนเมตร

คำนวณค่าความเข้มข้นของสปอร์เพื่อทราบปริมาณของสปอร์เริ่มต้นที่เท่ากันคือ 3×10^{6} Pre-germinated spores (gs) ในการ inoculate ลงในอาหารเหลวต่อไปโดยคำนวณจากสูตร

$$C = (OD_{450} / 0.04) \times (4\times10^{6}) \text{ gs mL}^{-1}$$

$$= OD_{450} \times 10^{8} \text{ gs mL}^{-1}$$

$$V = (3\times10^{6} / C) \times 1000 \text{ µL}$$

จากนั้นดูดสารละลายสปอร์ในปริมาตรที่คำนวณได้ลงในอาหาร YEME นำไปทำการบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 25, 30, 37 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และทำการตรวจสอบอัตราการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีททุกๆ 3 ชั่วโมง ด้วยวิธีการวัดน้ำหนักเซลล์แห้ง ทำได้โดยกรองเซลล์แอคติโนมัยซีท 5 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ผ่านการอบ

และชั่งน้ำหนักแห้งแล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองที่มีเซลล์แอคติโนมัยซีทไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักรวม และหาน้ำหนักเซลล์แห้งต่อไปจาก

น้ำหนักเซลล์แห้ง = (น้ำหนักกระดาษกรอง+น้ำหนักเซลล์) – น้ำหนักกระดาษกรอง

3.6.9 การศึกษาความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) ที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (Singh *et al.*, 2009) และ (Zenova *et al.*, 2010)

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 3.6.6 มาทำการทดลอง โดยนำเชื้อแอคติโนมัยซีท 1 ลูปลงในอาหารเหลว Yeast extract-malt extract (YEME) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แยกส่วนใส (Supernatant) ทิ้งและเติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 10 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ 450 นาโนเมตร

คำนวณค่าความเข้มข้นของสปอร์เพื่อทราบปริมาณของสปอร์เริ่มต้นที่เท่ากันคือ $3x10^6$ Pre-germinated spores (gs) ในการ inoculate ลงในอาหารเหลวต่อไปโดยคำนวณจากสูตร

$$C = (OD_{450} / 0.04) \times (4x10^6)\ gs\ mL^{-1}$$

$$= OD_{450} \times 10^8\ gs\ mL^{-1}$$

$$V = (3x10^6 / C) \times 1000\ \mu L$$

จากนั้นดูดสารละลายสปอร์ในปริมาตรที่คำนวณได้ลงในอาหาร YEME ที่มีค่าพีเอช 5.5, 6.5, 7.5, 8.5 และ 9.5 นำไปทำการบ่มเขย่าที่ความเร็วรอบ 230 rpm อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และทำการตรวจสอบอัตราการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีททุกๆ 3 ชั่วโมงด้วยวิธีการวัดน้ำหนักเซลล์แห้ง ทำได้โดยกรองเซลล์แอคติโนมัยซีท 5 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักแห้งแล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองที่มีเซลล์แอคติโนมัยซีทไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักรวม และหาน้ำหนักเซลล์แห้งต่อไปจาก

น้ำหนักเซลล์แห้ง = (น้ำหนักกระดาษกรอง+น้ำหนักเซลล์) – น้ำหนักกระดาษกรอง

3.6.10 การศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น (Srivibool *et al.*, 2006)

ทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบทั้ง 6 ชนิดได้แก่ *Pseudomonas aeruginosa Candida albicans, Pseudomonas aeruginosa, Bacillus cereus, Micrococcus luteus* และ

Escherichia coli (ภาคผนวก ช) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1-2 วัน และนำเชื้อแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลทจากขั้นตอนที่ 3.6.4 มาทำการศึกษาด้วยวิธี Preliminary Screen โดยเตรียมเชื้อแอคติโนมัยซีทเพื่อทดสอบการสร้างสารปฏิชีวนะโดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อแตะเชื้อแอคติโนมัยซีทที่บริสุทธิ์ ลากเป็นเส้นตรงบนอาหาร Glucose yeast extract agar (GYE) (ภาคผนวก ก) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หรือจนกว่าเชื้อจะเจริญ ในการทดสอบผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทำโดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อแตะเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบ ลากให้ตั้งฉากกับเชื้อแอคติโนมัยซีทบนอาหาร GYE จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน ทำการสังเกตระยะห่างระหว่างแนวการเจริญของแอคติโนมัยซีทกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบ จากนั้นบันทึกผลการทดลองโดยวัดระยะห่างที่เกิดขึ้น

3.6.11 การหาสมบัติทางกายภาพบางประการของตัวอย่างดิน (Klanbut, 2013)

3.6.11.1 การหาน้ำหนักดิน

นำภาชนะที่มีสารแขวนลอยของดินไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนน้ำระเหยหมดและน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักของภาชนะ คำนวณหาน้ำหนักของดินที่ใช้ในการแยกเชื้อจากผลต่างของน้ำหนักภาชนะก่อนอบและหลังอบ

วิธีการคำนวณน้ำหนักดิน

จากสูตร น้ำหนักดิน = A – B

โดยที่ A = น้ำหนักภาชนะ+ดิน (หลังอบ) (กรัม)

B = น้ำหนักภาชนะก่อนอบ (กรัม)

3.6.11.2 การหาปริมาณความชื้น

ชั่งตัวอย่างดิน 1-2 กรัม ใส่ในภาชนะที่ทราบน้ำหนัก นำภาชนะไปอบในตู้อบ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นในดินตัวอย่าง จากน้ำหนักดินที่หายไป

วิธีการคำนวณหาปริมาณความชื้นในดิน (%)

$$\text{ปริมาณความชื้นในดิน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักของดินหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)}} \times 100\%$$

3.6.11.3 การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอช)

ชั่งตัวอย่างดิน 2 กรัมลงในภาชนะ ค่อยๆเติมน้ำกลั่นลงไปทีละน้อย โดยคนตัวอย่างไปด้วยในขณะเดียวกัน จนสังเกตเห็นแผ่นฟิล์มบางๆบนผิว (ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที - 1 ชั่วโมง) จึงทำการวัดค่าพีเอช ทำซ้ำ 3 ครั้ง รายงานผลในรูปของค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การเก็บตัวอย่างและการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีท

ทำการเก็บตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ครั้งที่ 1 วันที่ 29 สิงหาคม 2558 ครั้งที่ 2 วันที่ 15 ตุลาคม 2558 และเก็บตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ครั้งที่ 1 วันที่ 22 ธันวาคม 2558 ครั้งที่ 2 วันที่ 9 มกราคม 2559 ทำการเก็บตัวอย่างดินครั้งละ 10 ตำแหน่ง พร้อมบันทึกค่าพีเอช ณ.ตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่าง จากนั้นนำมาทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทจนได้เชื้อบริสุทธิ์จำนวน 44 ไอโซเลท ดังวิธีการทดลองขั้นที่ 3.6.2 แสดงในตารางที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4

รูปที่ 4.1 นาเกลือบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ในวันที่ 29 สิงหาคม 2558

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ครั้งที่ 1 จำนวน 8 ไอโซเลท

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าพีเอช	หมายเลขไอโซเลท
1	7.86	K6786-3, K4786-3
2	7.71	K5771-1
3	7.52	K6752-1
4	7.04	K6704-2
5	7.74	K3774-2, K7774-4
8	7.27	K1727-1

รูปที่ 4.2 นาเกลือบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ในวันที่ 15 ตุลาคม 2558

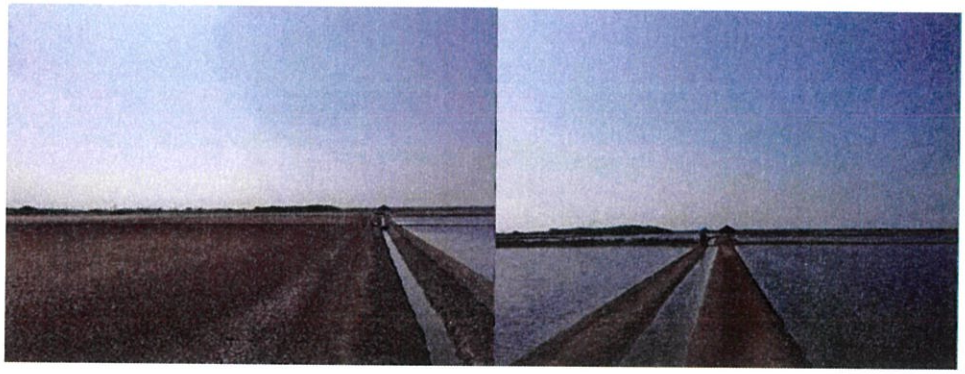
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ครั้งที่ 2 จำนวน 11 ไอโซเลท

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าพีเอช	หมายเลขไอโซเลท
2	7.61	K5761-2, K4761-7
3	7.21	K7721-5, K1721-8
4	7.00	K2700-4
5	7.61	K1761-6, K8761-11
7	7.21	K1721-2 ,K7721-3
9	7.55	K8755-10
10	7.30	K6730-4

รูปที่ 4.3 นาเกลือบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในวันที่ 22 ธันวาคม 2558

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือ ตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ครั้งที่ 1 จำนวน 9 ไอโซเลท

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าพีเอช	หมายเลขไอโซเลท
4	7.82	B8782-5, B1782-5, B1782-3
8	7.86	B7786-2, B2786-3
9	7.86	B7786-1, B4786-6
10	7.80	B8780-4, B4780-4



รูปที่ 4.4 นาเกลือบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในวันที่ 9 มกราคม 2559

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลเชื้อแอคติโนมัยซีทที่คัดแยกจากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือ ตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ครั้งที่ 2 จำนวน 16 ไอโซเลท

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าพีเอช	หมายเลขไอโซเลท
1	8.01	B4801-1, B4801-2, B8801-6
3	8.10	B8810-1
4	8.00	B8800-3
5	8.08	B8808-8, B3808-1, B1808-7, B8808-2
7	8.00	B4800-5, B8800-12
8	7.96	B1796-4
9	8.05	B2805-2, B8805-9, B2805-1
10	7.64	B8764-7

จากตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 นำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 30 สิงหาคม 2558 และวันที่ 7 กันยายน 2558 ตัวอย่างดินจากการเก็บครั้งที่ 2 นำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 16 ตุลาคม 2558 และวันที่ 23 ตุลาคม 2558 ตัวอย่างดินบริเวณนาเกลือตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 นำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทวันที่ 23 ธันวาคม 2558 และวันที่ 25 ธันวาคม 2558 ตัวอย่างดินจากการเก็บในครั้งที่ 2 นำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 9 มกราคม 2559 และ 14 มกราคม 2559 โดยทำการหาค่าน้ำหนักตัวอย่างดิน, ค่าปริมาณความชื้น และค่าพีเอช ของตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดสอบ ดังวิธีการทดลองในขั้นที่ 3.6.11 ผลการทดลองดังแสดงในภาคผนวก ฌ

4.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีท

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่พบจากนาเกลือตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 44 ไอโซเลท เมื่อสังเกตลักษณะเด่นของเชื้อแอคติโนมัยซีทเบื้องต้นจากลักษณะโคโลนี เส้นใยอากาศ (Aerial mycelium) เส้นใยใต้อาหาร (Substrate mycerium) รงควัตถุ และลักษณะของสปอร์ สามารถจัดกลุ่มเชื้อแอคติโนมัยซีทที่พบได้ 8 กลุ่ม ตามสีมาตรฐาน The NBS/IBCC Color system (ภาคผนวก ข) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สร้างเส้นใยอากาศสี Pink ได้แก่

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1727-1 สร้างเส้นใยอากาศสี Pinkish Gray เส้นใยใต้อาหารสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporerous) มีลักษณะเป็น Retinaculiaperti หรือสายสปอร์คล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด ดังรูปที่ 4.5

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1727-1 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1727-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1727-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-2 สร้างเส้นใยอากาศสี Pinkish Gray เส้นใยอาหารสี Pale Greenish Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporerous) มีลักษณะเป็น Spira หรือสายสปอร์เกลียววงเปิด เกลียวยาว ยืด ไม่ติดกันแน่น ดังรูปที่ 4.6

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 สร้างเส้นใยอากาศสี Pinkish Gray เส้นใยอาหารสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.7

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านใต้ของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1796-4 สร้างเส้นใยอากาศสี Pinkish Gray เส้นใยอาหารสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporous) มีลักษณะแบบ Rectiflexbiles หรือสายสปอร์ตรง หรือโค้งงอ ดังรูปที่ 4.8

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1796-4 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1796-4

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1796-4

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-5 สร้างเส้นใยอากาศสี Pinkish Gray เส้นใยอาหารสี Strong Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.9

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-5 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-5

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-5

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1761-6 สร้างเส้นใยอากาศสี Pinkish Gray เส้นใยอาหารสี Pale Greenish Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.10

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1761-6 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1761-6

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1761-6

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1808-7 สร้างเส้นใยอากาศสี Pinkish White เส้นใยอาหารสี Yellowish White ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Norcadia brevicatena* หรือมีจำนวนสปอร์ 2-10 สปอร์ อาจมีการแตกแขนงหรือมีการแตกหักของเส้นใย ดังรูปที่ 4.11

(ก) (ข) (ค)

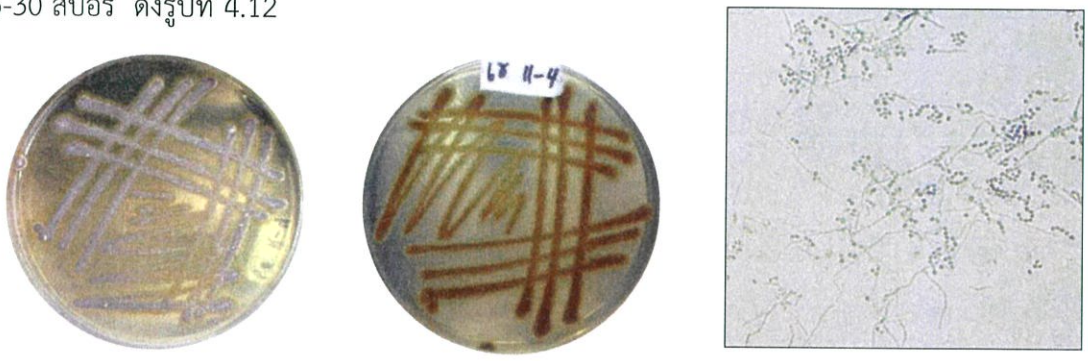
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1808-7 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1808-7

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1808-7

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-8 สร้างเส้นใยอากาศสี Grayish Pink เส้นใยอาหารสี สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำได้สี Strong Yellowish Brown สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.12



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-8 บนอาหาร Starch casein agar

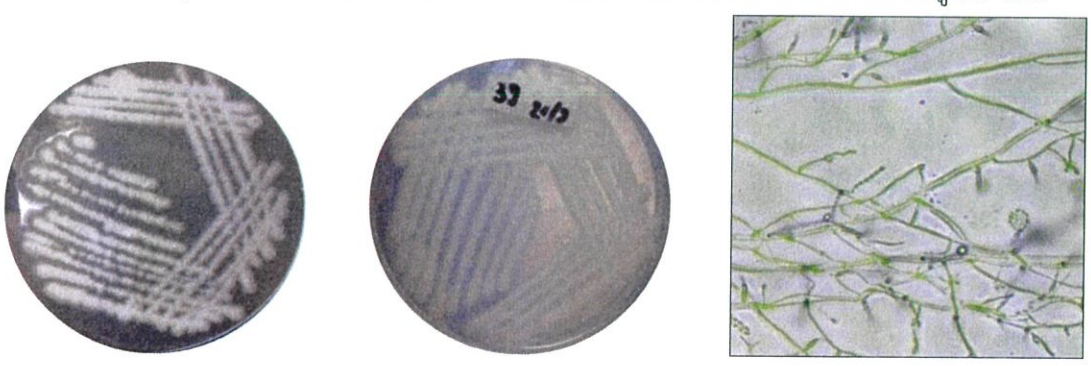
(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-8

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K1721-8

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Yellow

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 เส้นใยอากาศสี Yellowish White เส้นใยอาหารสี Billiant Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.13



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-2 สร้างเส้นใยอากาศสี Yellowish White เส้นใยอาหารสี Light Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporous) มีลักษณะแบบ Rectiflexbiles หรือสายสปอร์ตรง ดังรูปที่ 4.14

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2786-3 สร้างเส้นใยอากาศสี Yellowish White เส้นใยอาหารสี Pale Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporous) มีลักษณะแบบ Rectiflexbiles หรือสายสปอร์ตรง ดังรูปที่ 4.15

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2786-3 บนอาหาร Starch Casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2786-3

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2786-3

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K2700-4 สร้างเส้นใยอากาศสี Yellowish White เส้นใยอาหารสี Bluish White ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.16

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K2700-4 บนอาหาร Starch casein agar

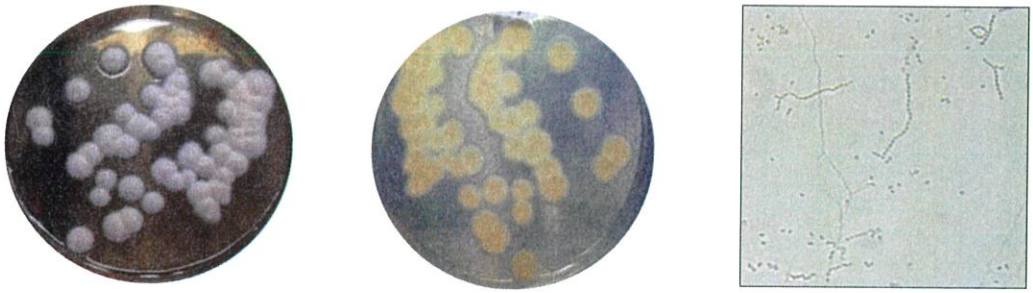
(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K2700-4

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K2700-4

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Green

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B3808-1สร้างเส้นใยอากาศสี Greenish White เส้นใยอาหารสี Pale Orange Yellow ไม่สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.17



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B3808-1บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B3808-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B3808-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2 สร้างเส้นใยอากาศสี Greenish White เส้นใยอาหารสี Dark Grayish Brown สร้างรงควัตถุที่ละลายน้ำได้สี Dark Olive Brown สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.18

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Blue

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 สร้างเส้นใยอากาศสี Bluish White เส้นใยอาหารสี Greenish White ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporous) มีลักษณะแบบ Retinaculiaperti หรือสายสปอร์คล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด ดังรูปที่ 4.19

(ก) (ข) (ค)

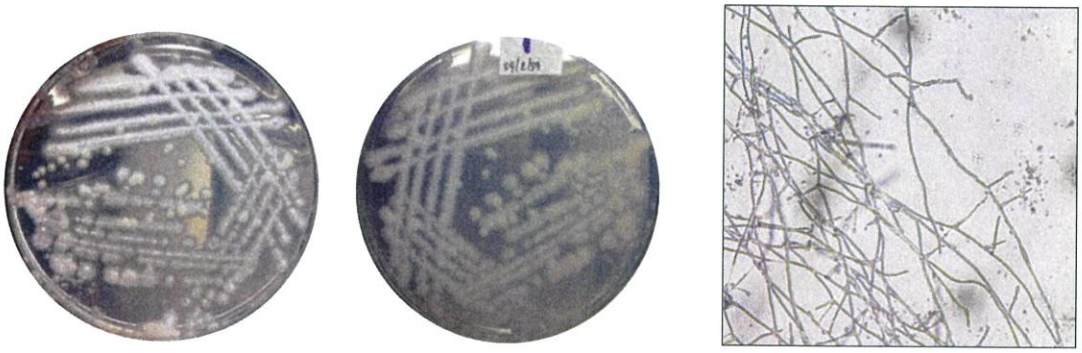
รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-2 สร้างเส้นใยอากาศสี Bruish White เส้นใยอาหารสี Pale Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporous) มีลักษณะแบบ Rectiflexbiles หรือสายสปอร์ตรง หรือโค้งงอ ดังรูปที่ 4.20



(ก) (ข) (ค)

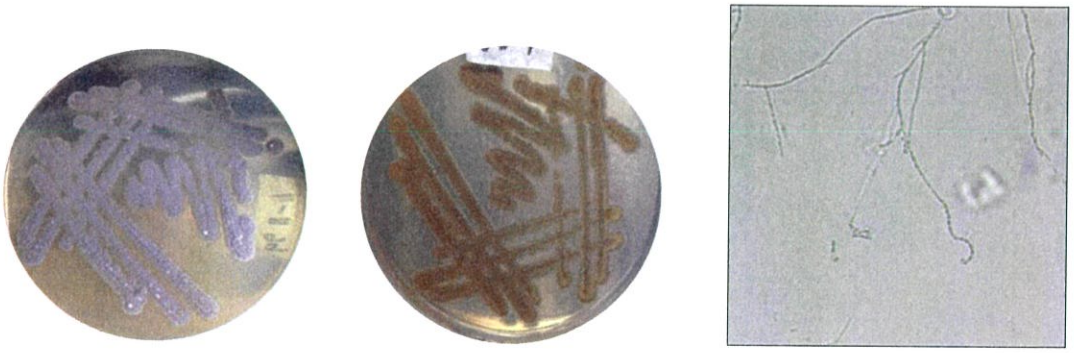
รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K4786-3 สร้างเส้นใยอากาศสี Light Bluish Gray เส้นใยอาหารสี Brownish Pink ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายยาว (Polysporous) มีลักษณะแบบ Retinaculiaperti หรือสายสปอร์คล้ายขอ (Hook) เป็นวงเปิด ดังรูปที่ 4.21



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K4786-3 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K4786-3

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4780-4 สร้างเส้นใยอากาศสี Light Bluish Gray เส้นใยอาหารสี Grayish Greenish Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.22

(ก) (ข) (ค)

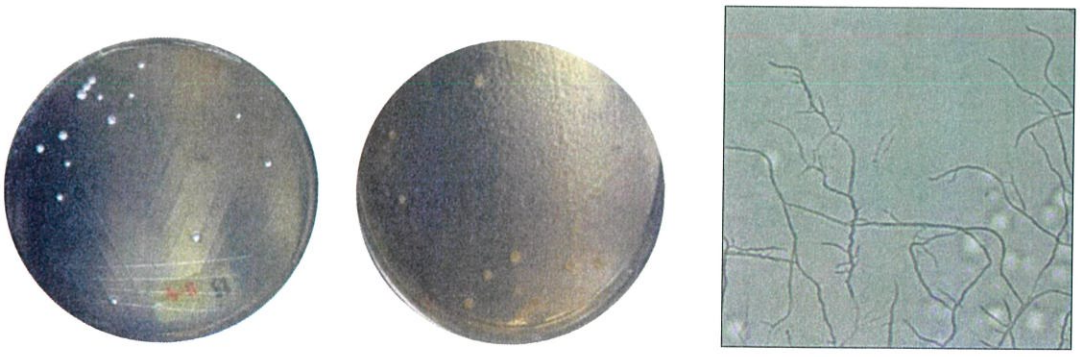
รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4780-4 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4780-4

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4780-4

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4800-5 สร้างเส้นใยอากาศสี Bluish White เส้นใยอาหารสี Pale Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์ภายในถุงหุ้มสปอร์ (Sporangia) มีลักษณะแบบ Polysporous ของ *Planopolyspora* หรือสายสปอร์รูปทรงคล้ายท่อ ดังรูปที่ 4.23



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4800-5 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4800-5

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4800-5

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4786-6 สร้างเส้นใยอากาศสี Bluish White เส้นใยอาหารสี Pale Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.24

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4786-6 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4786-6

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4786-6

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K4761-7 สร้างเส้นใยอากาศสี Bluish White เส้นใยอาหารสี Pale Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะบิดตัวเป็นเกลียว ของ *Macrobiospora* ดังรูปที่ 4.25

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K4761-7 บนอาหาร Starch casein agar

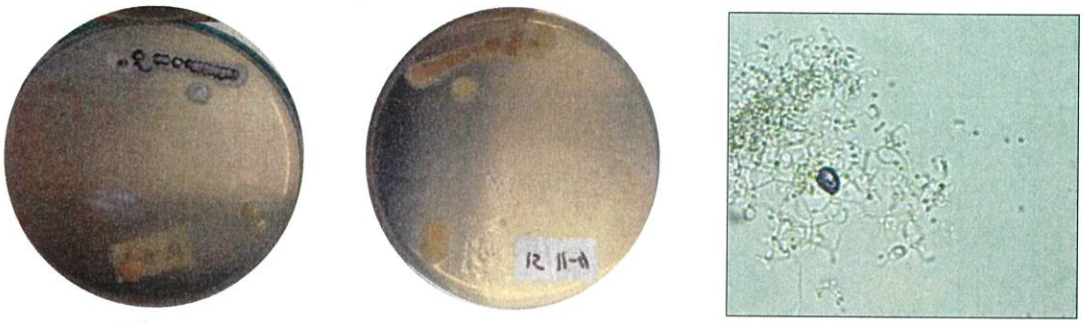
(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K4761-7

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K4761-7

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

กลุ่มที่ 5 สร้างเส้นใยอากาศสี Purphlish Blue

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5771-1 สร้างเส้นใยอากาศสี Dark Purpish Blue เส้นใยอาหารสี Pale Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์ภายในถุงหุ้มสปอร์ (Sporangia) มีลักษณะแบบ Polysporous ของ *Streptosporangium* หรือสายสปอร์เป็นทรงกลม ดังรูปที่ 4.26



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5771-1 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5771-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5771-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 สร้างเส้นใยอากาศสี Very Pale Purplish Blue เส้นใยอาหารสี Yellowish White ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.27

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

กลุ่มที่ 6 สร้างเส้นใยอากาศสี Violet

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6752-1 สร้างเส้นใยอากาศสี Pale Violet เส้นใยอาหารสี Moderate Yellowish Brown ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.28

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6752-1 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6752-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6752-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6704-2 สร้างเส้นใยอากาศสี Pale Violet เส้นใยอาหารสี Dark Brown ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์ภายในถุงหุ้มสปอร์ (Sporangia) มีลักษณะแบบ Polysporous ของ *Planopolyspora* หรือสายสปอร์รูปทรงคล้ายท่อ ดังรูปที่ 4.29

(ก) (ข) (ค)

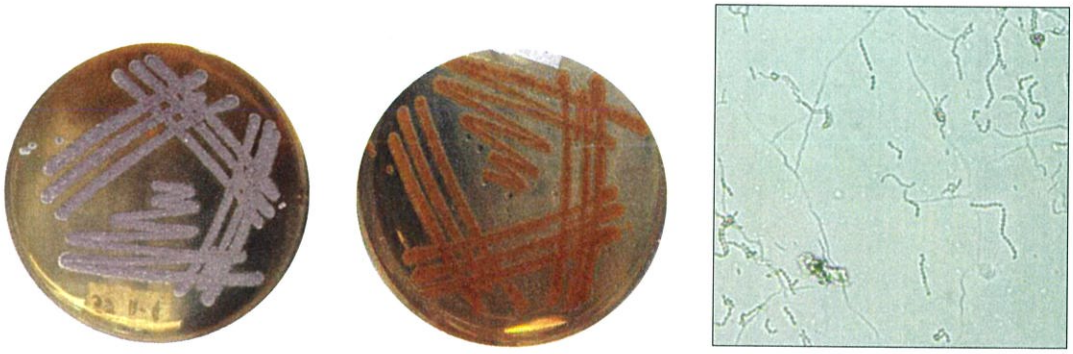
รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6704-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6704-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6704-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 สร้างเส้นใยอากาศสี Pale Violet เส้นใยอาหารสี Yellowish White ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ดังรูปที่ 4.30



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6730-4 สร้างเส้นใยอากาศสี Very Pale Violet เส้นใยอาหารสี Dark Yellowish Brown ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.31

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.31 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6730-4 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6730-4

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6730-4

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

กลุ่มที่ 7 สร้างเส้นใยอากาศสี Purple

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 สร้างเส้นใยอากาศสี Light Purplish Gray เส้นใยอาหารสี Light Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.32

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-2 สร้างเส้นใยอากาศสี Very Pale Purple เส้นใยอาหารสี Moderate Yellowish Brown ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.33

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-2ZX

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-3 สร้างเส้นใยอากาศสี Very Pale Purple เส้นใยอาหารสี Moderate Olive Brown ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.34

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-3 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-3

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-3

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7774-4 สร้างเส้นใยอากาศสี Pale Purple เส้นใยอาหารสี Light Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.35

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.35 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7774-4 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7774-4

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7774-4

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-5 สร้างเส้นใยอากาศสี Pale Purple เส้นใยอาหารสี Light Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.36

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.36 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-5 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-5

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K7721-5

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

กลุ่มที่ 8 สร้างเส้นใยอากาศสี Neutral

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี Pale Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สปอร์แบบ Allantoid เรียงต่อกันเป็นเส้นตรงสายยาว ดังรูปที่ 4.37

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.37 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี Pale greenish Yellow ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.38

(ก) (ข) (ค)

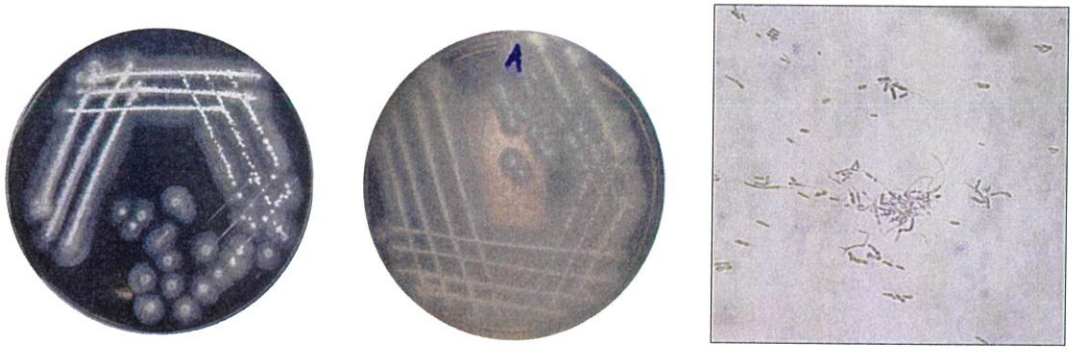
รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-3 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี Greenish White ไม่สร้างรงวัตถุ สปอร์แบบ Allantoid เรียงต่อกันเป็นเส้นตรงสายยาว ดังรูปที่ 4.39



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.39 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-3

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-3

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8780-4 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี White ไม่สร้างรงวัตถุใส สร้างสปอร์ภายในถุงหุ้มสปอร์ (Sporarigia) มีลักษณะแบบ Polysporous ของ *Planopolyspora* หรือสายสปอร์รูปทรงคล้ายท่อ ดังรูปที่ 4.40

(ก) (ข) (ค)

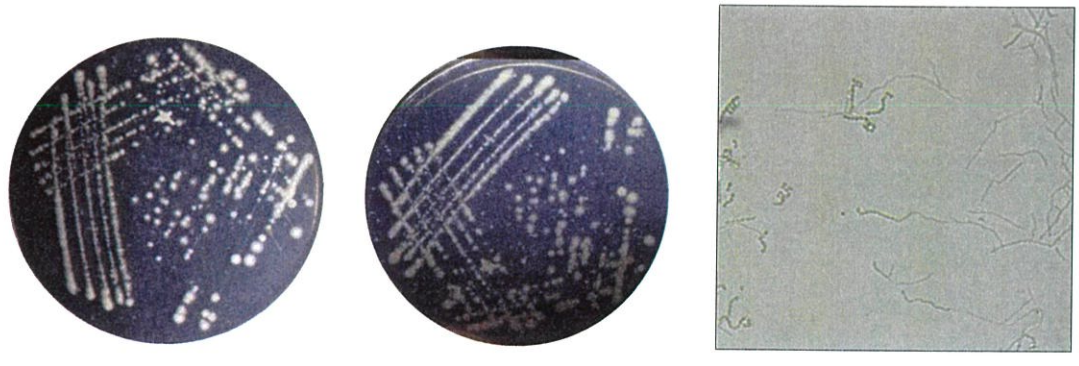
รูปที่ 4.40 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8780-4 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8780-4

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8780-4

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8782-5 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี White ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.41



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8782-5 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8782-5

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8782-5

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8801-6 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี White ไม่สร้างรงควัตถุ สปอร์แบบ Allantoid เรียงต่อกันเป็นเส้นตรงสายยาว ดังรูปที่ 4.42

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8801-6 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8801-6

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8801-6

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8764-7 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี Brilliant Yellow ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.43

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.43 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8764-7 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8764-7

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8764-7

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-8 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี Strong Greenish Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.44

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.44 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-8 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-8

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-8

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8805-9 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี Billiant Yellow ไม่สร้างรงควัตถุ สร้างสปอร์ภายในถุงหุ้มสปอร์ (Sporarigia) มีลักษณะแบบ Polysporous ของ *Planopolyspora* หรือสายสปอร์รูปทรงคล้ายท่อ ดังรูปที่ 4.45

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.45 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8805-9 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8805-9

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8805-9

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8755-10 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี Pale Greenish Yellow ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.46

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.46 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8755-10 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8755-10

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8755-10

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8761-11 สร้างเส้นใยอากาศสี Light Gray เส้นใยอาหารสี Pale Yellow Green ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์แบบสายสั้น (Chain) มีลักษณะแบบ Oligosporous ของ *Catellatospora* หรือสายสปอร์ตรงจนถึงโค้งงอ มีจำนวนสปอร์ 5-30 สปอร์ ดังรูปที่ 4.47

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.47 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8761-11 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8761-11

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8761-11

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-12 สร้างเส้นใยอากาศสี White เส้นใยอาหารสี White ไม่สร้างรงวัตถุ สร้างสปอร์ภายในถุงหุ้มสปอร์ (Sporarigia) มีลักษณะแบบ Polysporous ของ *Planopolyspora* หรือสายสปอร์รูปทรงคล้ายท่อ ดังรูปที่ 4.48

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.48 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-12 บนอาหาร Starch casein agar

(ก) แสดงลักษณะโคโลนีด้านบนของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-12

(ข) แสดงลักษณะโคโลนีด้านล่างของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-12

(ค) แสดงลักษณะเส้นใยและสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กำลังขยาย 1000 เท่า)

4.3 การศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีท

หลังจากศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาแล้ว ทำการคัดเลือกแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทที่ B7786-1, B2805-1, K8810-1, B8808-2, B8800-3, B8810-1, B4801-1, K6786-3, B1782-3 และ K5761-2 มาศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการ โดยทำการศึกษาการตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลายโปรตีน (Peptonization) ในน้ำนม (Skim milk), การย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction), การย่อยสลายไนเตรท (Nitrate reduction) และการย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis) ดังวิธีการทดลองในขั้นตอนที่ 3.6.5 ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.5 (ภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลการศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท

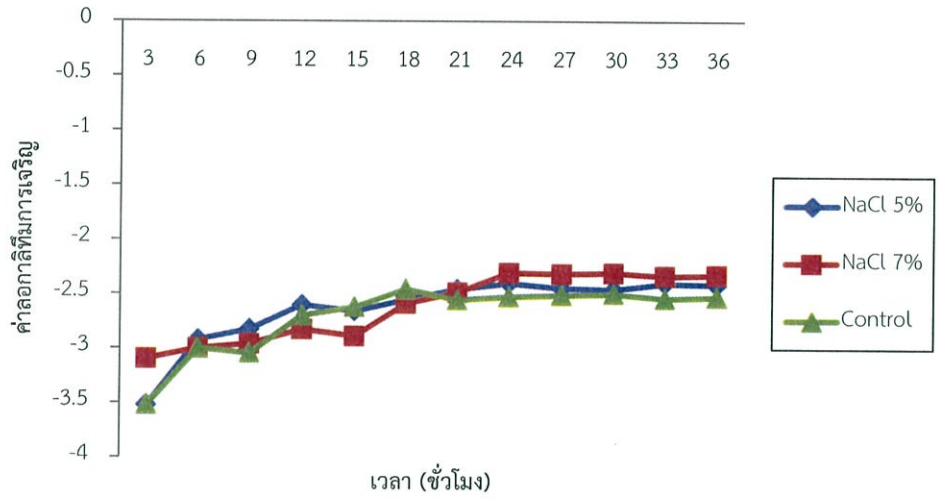
กลุ่ม	หมายเลขไอโซเลท	Skim milk		Gelatin liquefaction (การย่อยสลายเจลาติน)	Nitrate reduction (ปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท)	Starch hydrolysis (การย่อยสลายแป้ง)
		Coagulation (การตกตะกอน)	Peptonization (การย่อยสลายโปรตีน)			
Pink	B1782-3	+	w	+	+	w
Yellow	B2805-1	+	-	-	-	-
Green	K3774-2	+	-	+	-	-
Blue	B4801-1	+	-	+	-	-
Purplish blue	K5761-2	+	w	-	-	w
Violet	K6786-3	-	+	+	+	+
Purple	B7786-1	+	+	+	+	+
Neutral	B8810-1	+	-	+	+	-
	B8808-2	+	w	-	+	+
	B8800-3	-	+	+	+	-

หมายเหตุ : + = positive reaction , - = negative reaction , w = weakly positive reaction

4.4 การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ที่ดีที่สุด

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลท ที่คัดเลือกจากการเทียบสีโคโลนีเชื้อแอคติโนมัยซีทกับสีมาตรฐาน The NBS/IBCC Color system (ภาคผนวก ข) มาทำการทดสอบการเจริญของแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-malt extract (YEME) ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 7 โดยวัดการเจริญด้วยค่าน้ำหนักเซลล์แห้ง (ภาคผนวก ง) วิเคราะห์อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) จากนั้นทำการคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถต้านทานต่อความเข้มข้นเกลือได้ดีที่สุดจำนวน 2 ไอโซเลท ดังแสดงในขั้นตอนที่ 3.6.6

ไอโซเลทที่ B7786-1

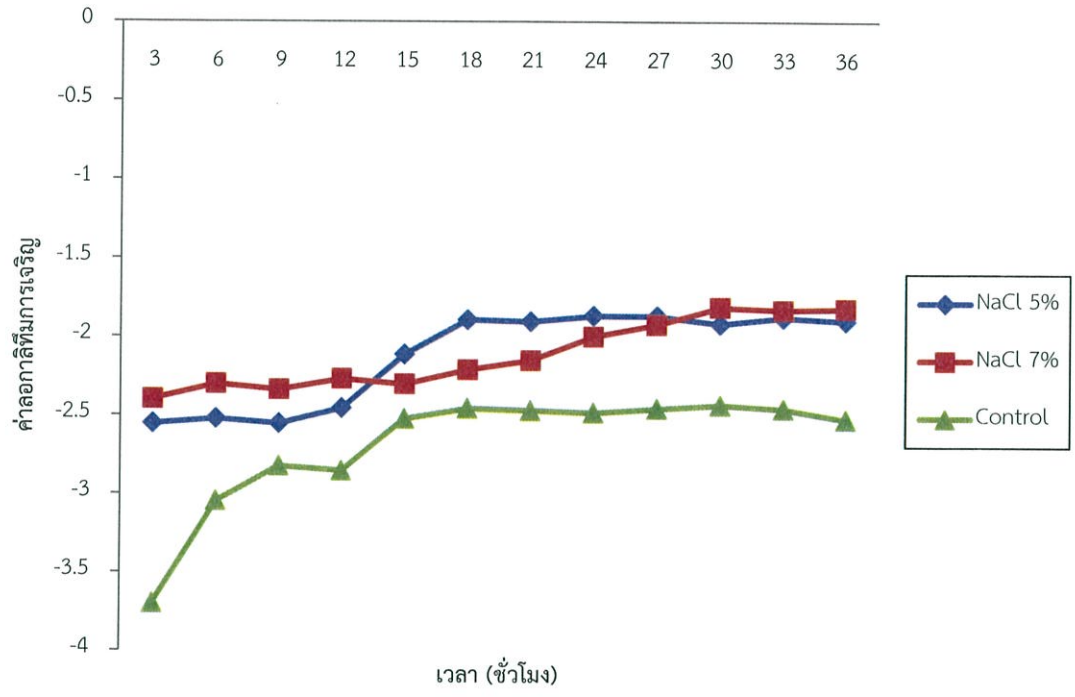


รูปที่ 4.49 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.6 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	3-24	0.12	5.62
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	15-24	0.15	4.63
Control	12-18	0.09	7.43

ไอโซเลทที่ B2805-1

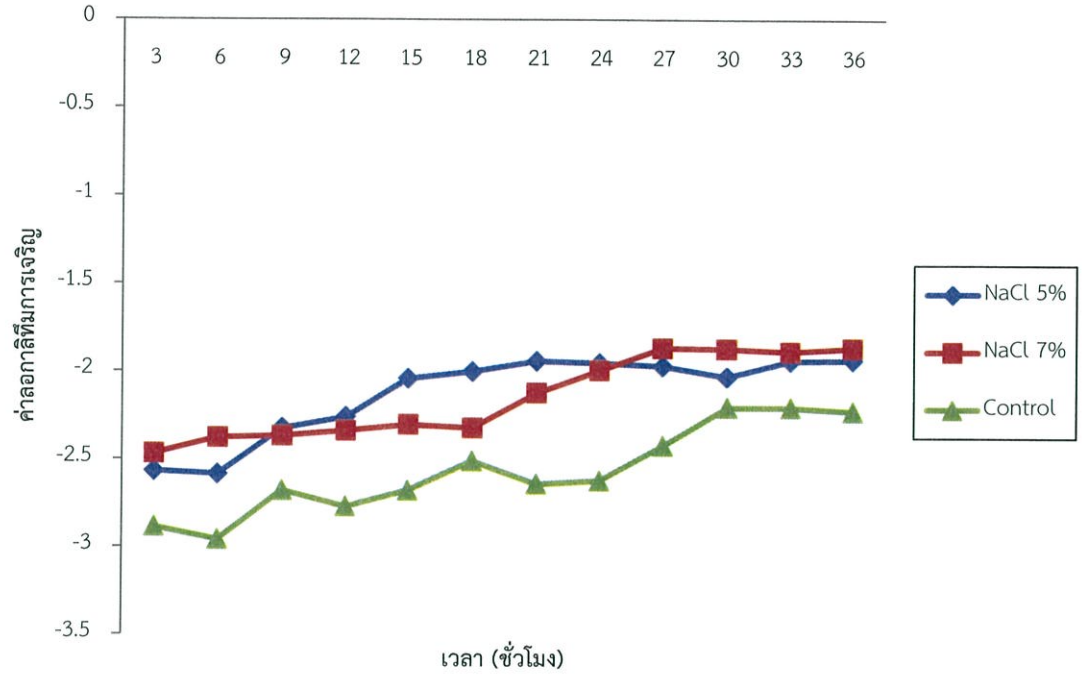


รูปที่ 4.50 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	6-27	0.07	9.63
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	21-30	0.09	9.19
Control	12-30	0.05	12.84

ไอโซเลทที่ K8810-1

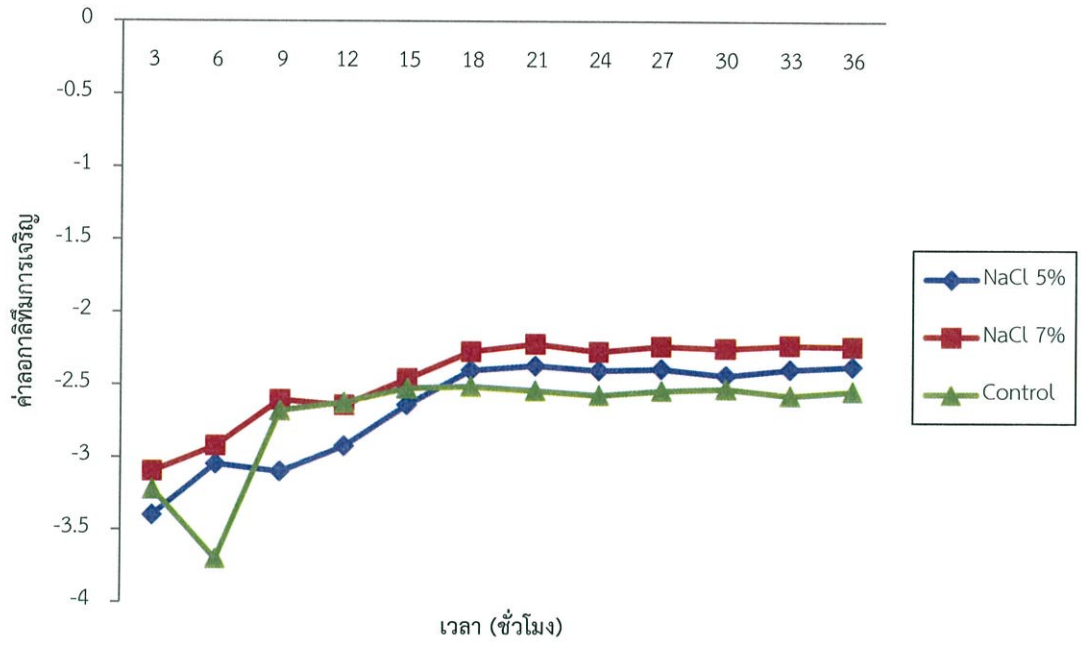


รูปที่ 4.51 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.8 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	6-21	0.10	6.99
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	18-27	0.12	5.95
Control	6-30	0.07	9.53

ไอโซเลทที่ B8808-2

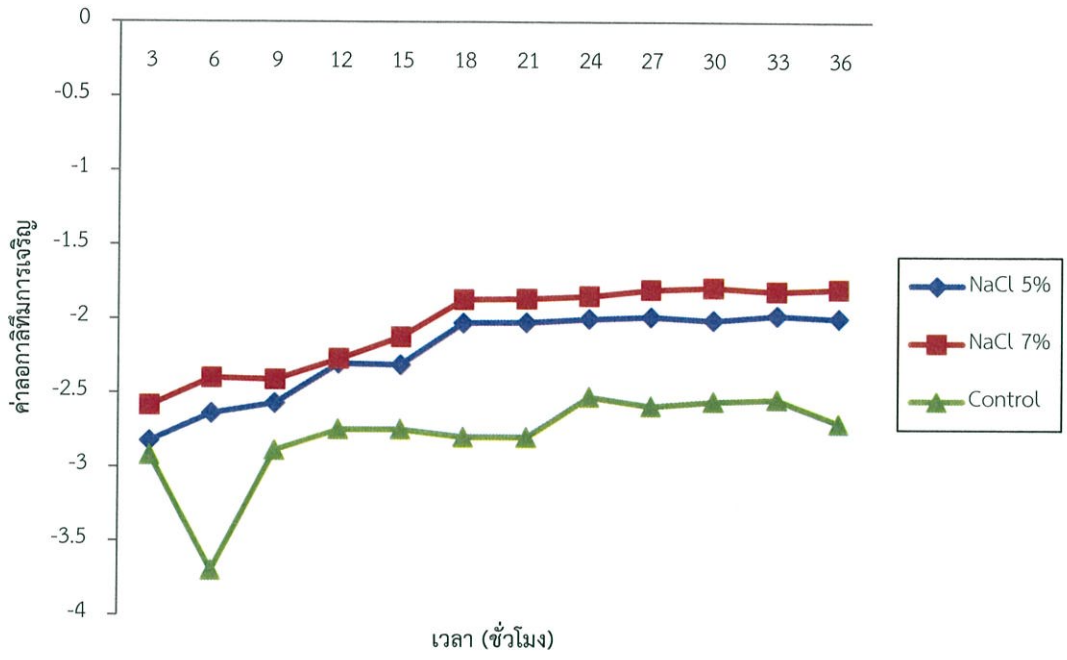


รูปที่ 4.52 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.9 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	9-26	0.06	11.13
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	6-21	0.11	6.39
Control	9-30	0.02	40.77

ไอโซเลทที่ B8800-3

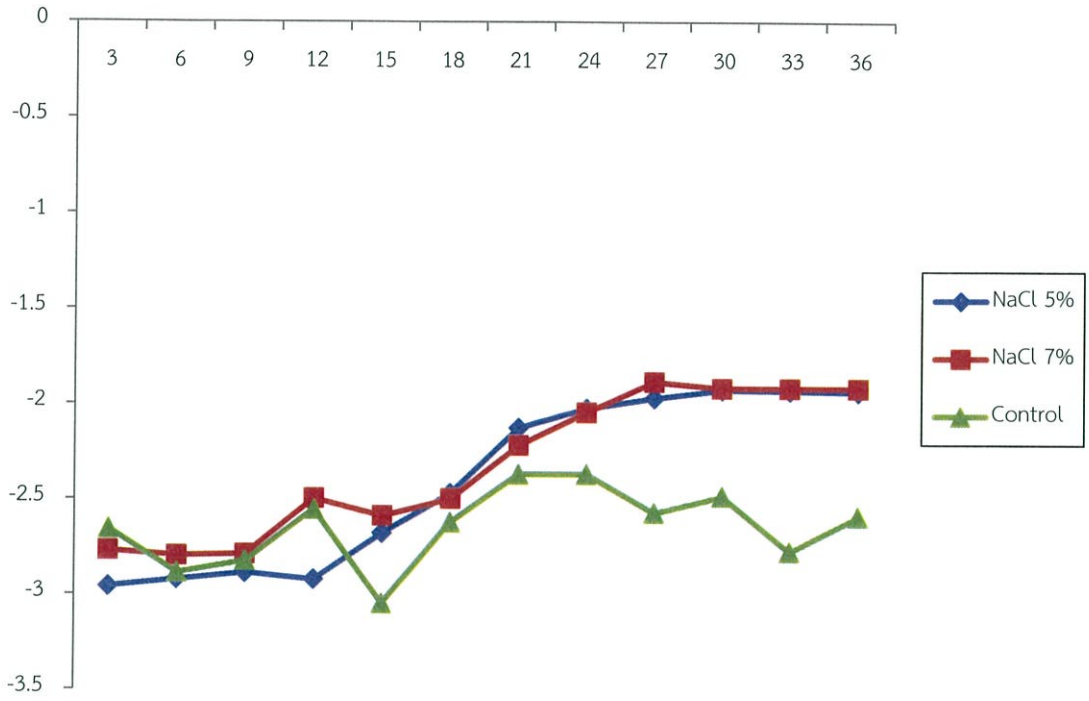


รูปที่ 4.53 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.10 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	15-33	0.04	15.97
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	9-30	0.07	10.13
Control	9-33	0.03	20.75

ไอโซเลทที่ B8810-1

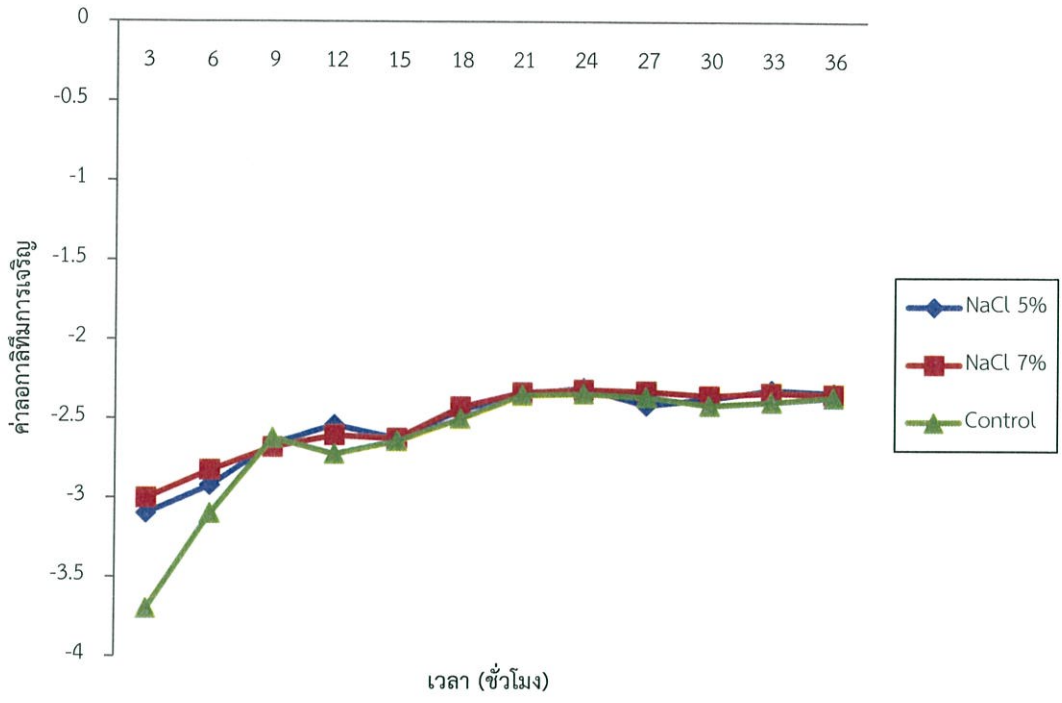


รูปที่ 4.54 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.11 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	12-30	0.13	5.44
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	15-27	0.14	5.12
Control	9-24	0.07	9.87

ไอโซเลทที่ B4801-1

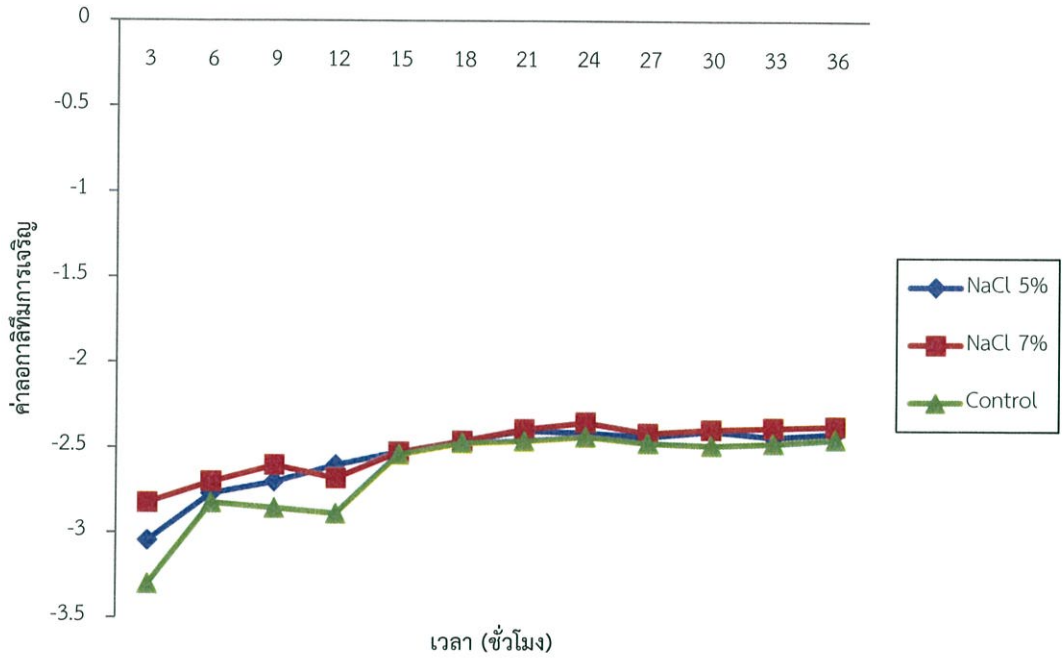


รูปที่ 4.55 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้น ร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.12 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	6-24	0.08	8.75
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	15-24	0.08	8.74
Control	18-24	0.06	11.46

ไอโซเลทที่ K6786-3

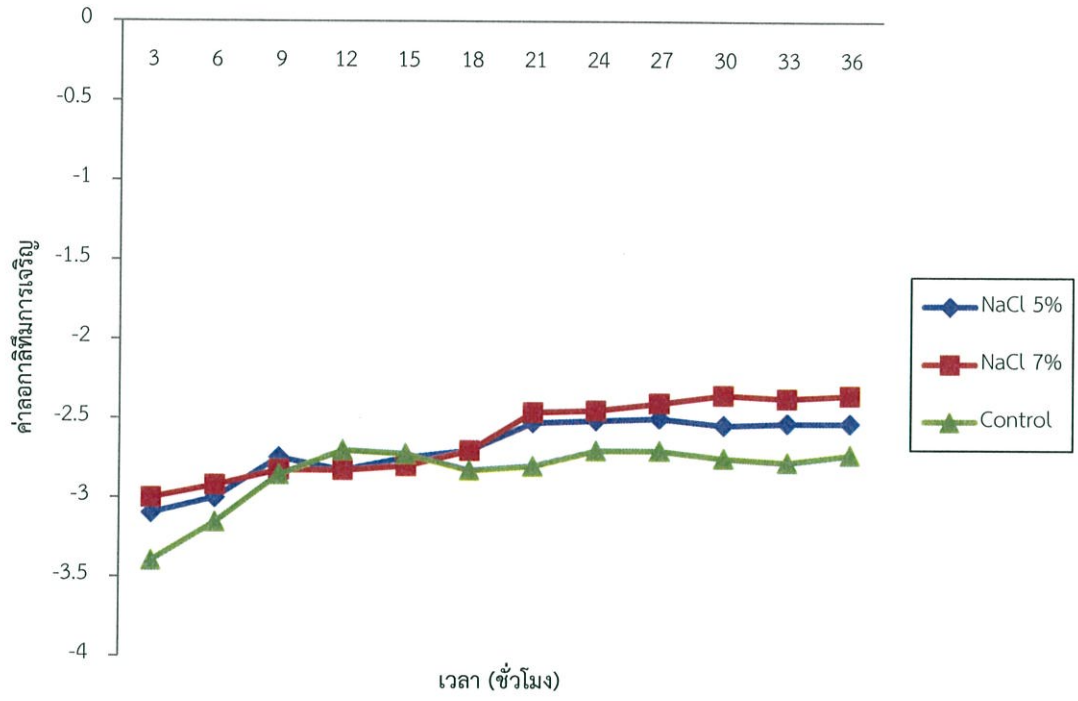


รูปที่ 4.56 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.13 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	6-21	0.06	12.16
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	12-24	0.06	10.92
Control	15-24	0.03	25.58

ไอโซเลทที่ B1782-3

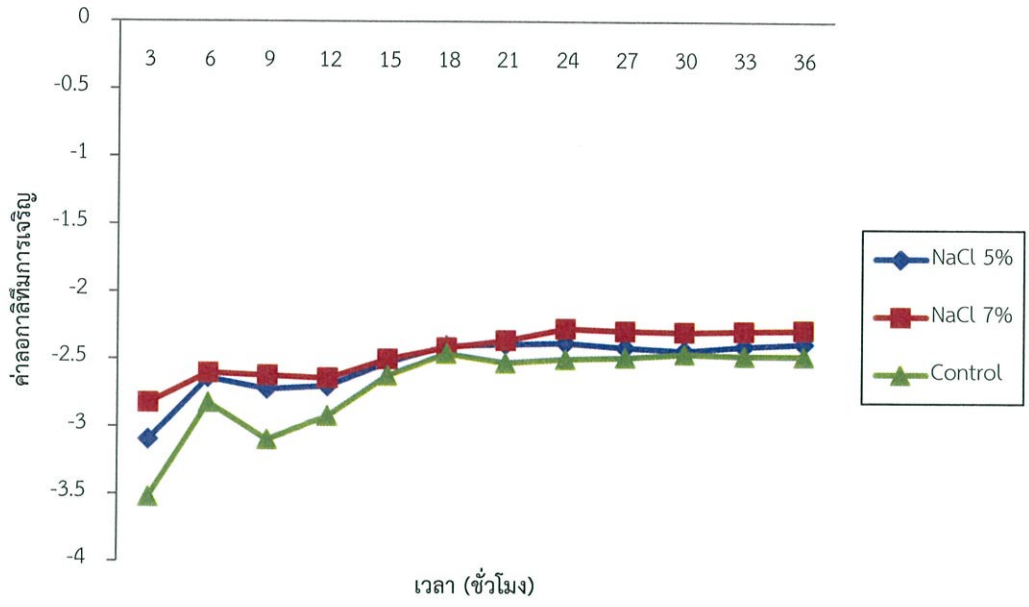


รูปที่ 4.57 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

ตารางที่ 4.14 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	6-27	0.06	12.51
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	15-30	0.07	10.06
Control	18-27	0.03	21.66

ไอโซเลทที่ K5761-1

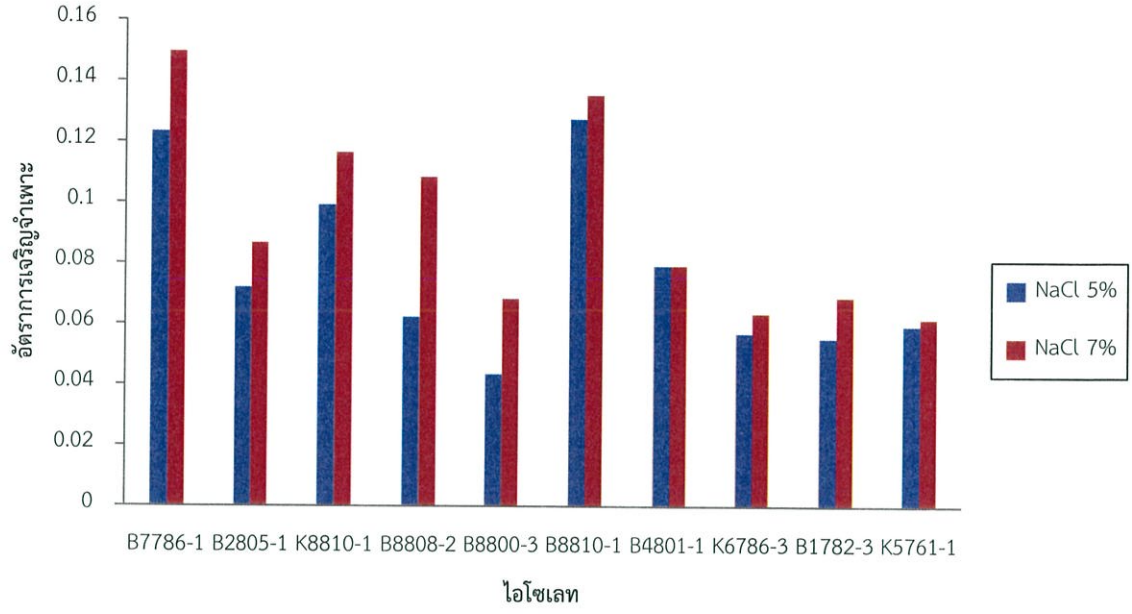


รูปที่ 4.58 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 7 และอาหาร International Streptomyces Project medium no.2 ที่ปราศจากเกลือ

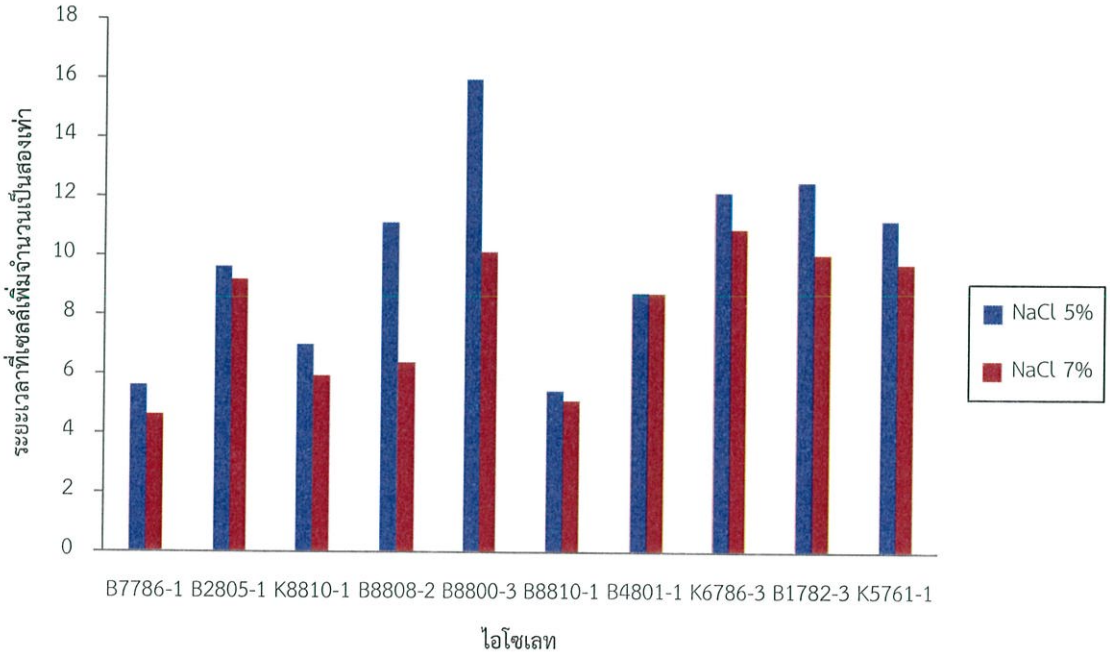
ตารางที่ 4.15 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-1

	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5	24-30	0.06	11.22
ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7	24-30	0.06	9.75
Control	12-30	0.07	11.65

จากการเพาะเลี้ยงแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท ในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 พบว่าแอคติโนมัยซีททั้ง 10 ไอโซเลท สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7 มากกว่าอาหารที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และเมื่อวิเคราะห์การเจริญด้วยอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) (รูปที่ 4.59) พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 มีอัตราการเจริญจำเพาะสูงที่สุด รองลงมาคือไอโซเลทที่ B8810-1 และระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) (รูปที่ 4.60) พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 มีระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่าน้อยที่สุด รองลงมาคือไอโซเลทที่ B8810-1 ดังนั้นจึงนำแอคติโนมัยซีททั้ง 2 ไอโซเลทนี้ ไปทำการศึกษาต่อไป



รูปที่ 4.59 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate: μ) ของแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลท ที่ทำการเลี้ยงด้วยอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ในค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7

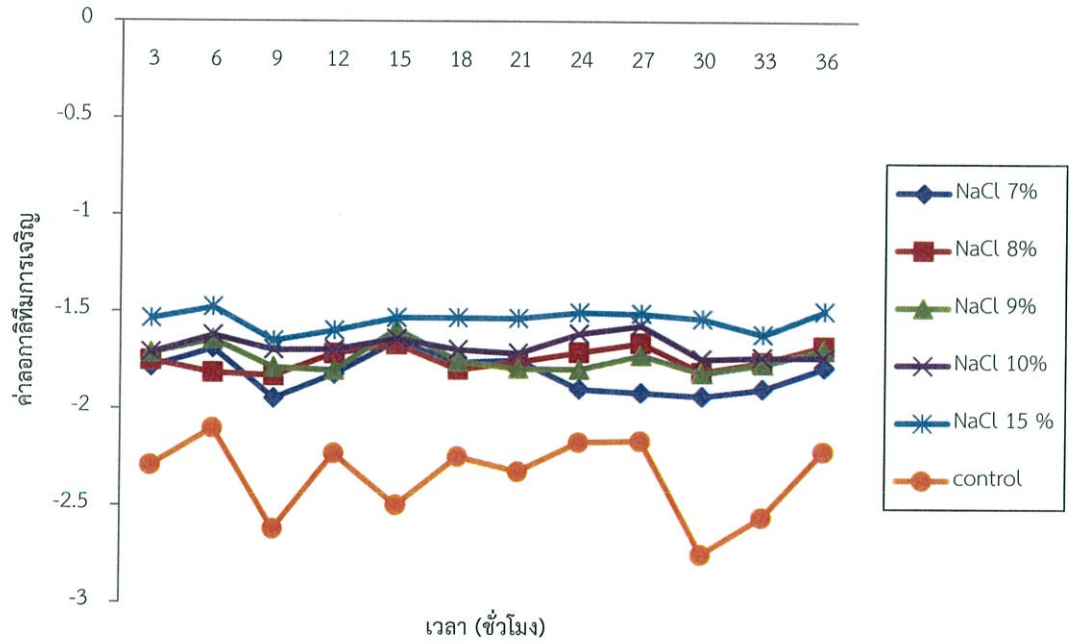


รูปที่ 4.60 แสดงระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า (t_d) ของแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลท ที่ทำการเลี้ยงด้วยอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ในค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7

4.5 การศึกษาความสามารถในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกัน

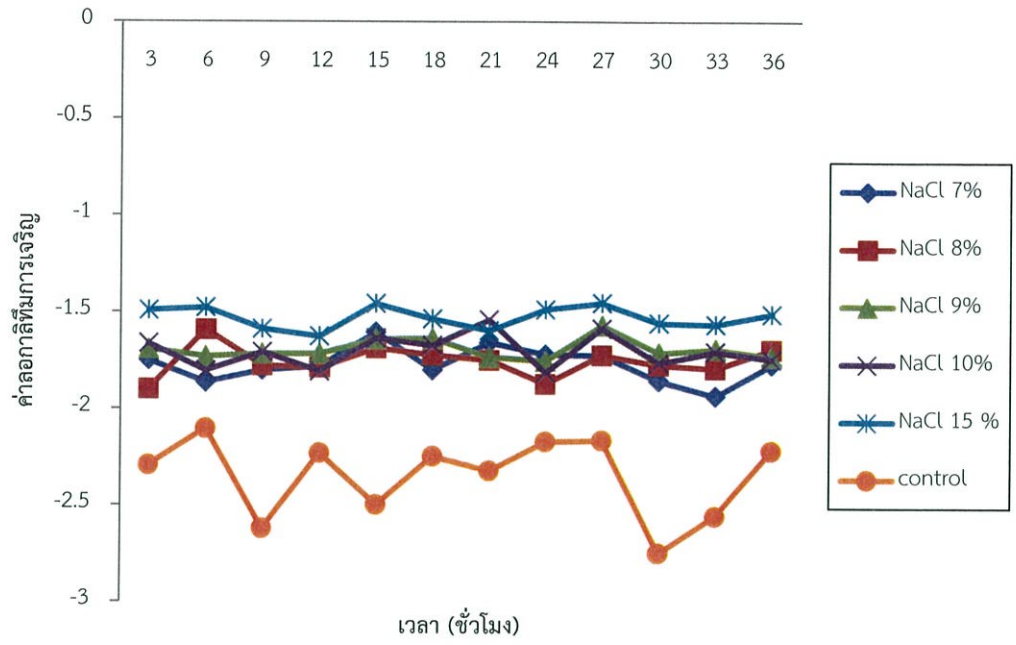
เมื่อคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่สามารถเจริญได้ดีที่สุดในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ที่ดีที่สุด 2 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-1 นำมาศึกษาการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 7, 8, 9, 10, 15 และอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือเป็นตัวควบคุม (Control) โดยวัดการเจริญด้วยค่าน้ำหนักเซลล์แห้ง (ภาคผนวก จ) วิเคราะห์อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) และค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ดังขั้นตอนที่ 3.6.7

ไอโซเลทที่ B8810-1



รูปที่ 4.61 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 7, 8, 9, 10, 15 และอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

ไอโซเลทที่ B7786-1



รูปที่ 4.62 แสดงค่าลอกาลิทึมการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 7, 8, 9, 10, 15 และอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

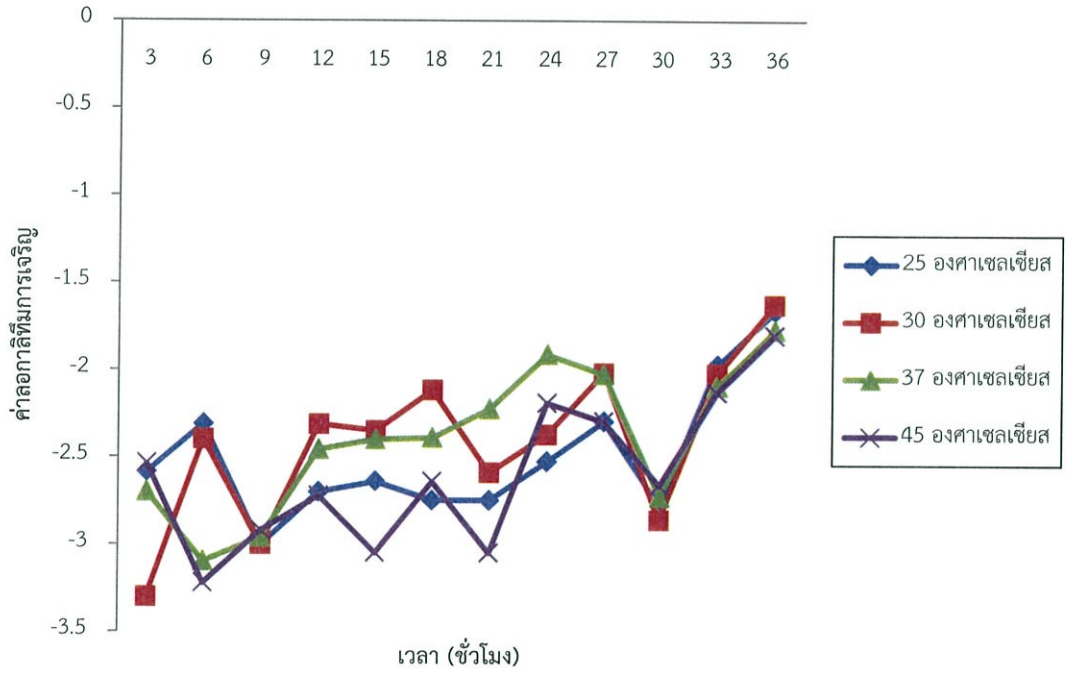
ตารางที่ 4.16 แสดงอัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่มีความเข้มข้นเกลือแตกต่างกัน

ไอโซเลท	ความเข้มข้นเกลือ	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
B8810-1	ร้อยละ 7	9-27	0.06	11.81
	ร้อยละ 8	9-15	0.07	9.35
	ร้อยละ 9	9-15	0.14	5.04
	ร้อยละ 10	21-27	0.14	4.82
	ร้อยละ 15	9-24	0.15	4.55
B7786-1	ร้อยละ 7	3-15	0.03	25.11
	ร้อยละ 8	9-15	0.04	19.80
	ร้อยละ 9	21-27	0.06	11.00
	ร้อยละ 10	12-21	0.07	10.12
	ร้อยละ 15	12-15	0.13	5.35

4.6 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract

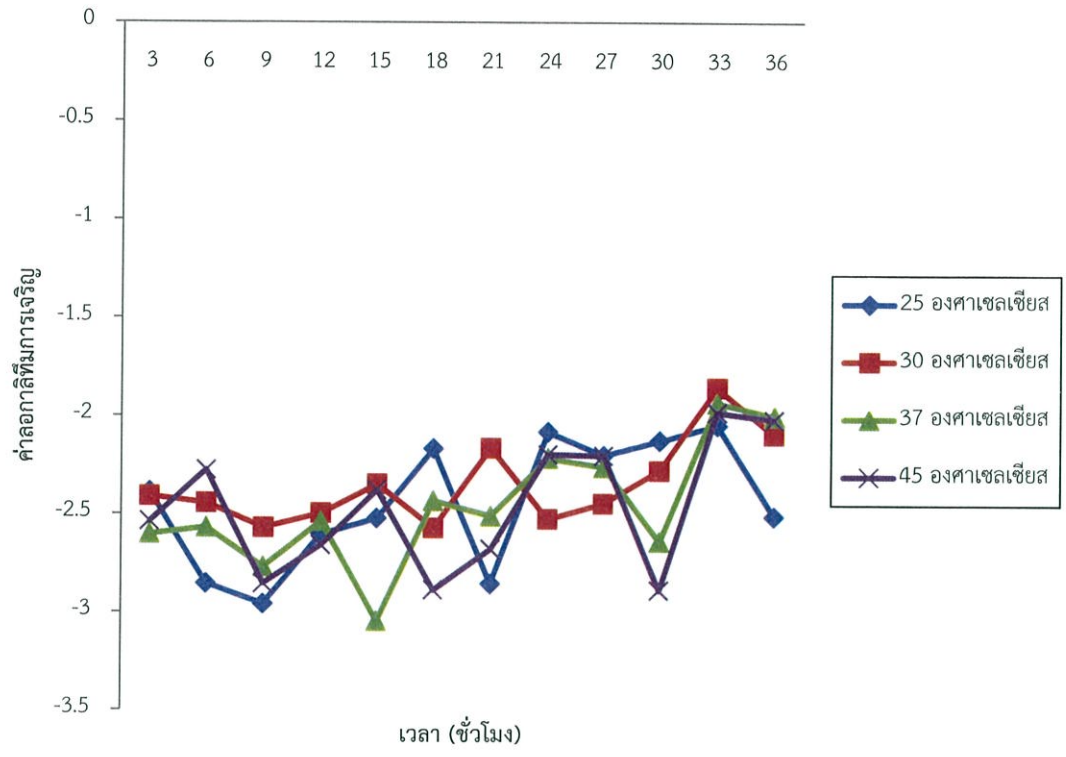
นำเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-1 มาทดสอบการเจริญในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) และนำไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิต่างกันได้แก่ 25 องศาเซลเซียส, 30 องศาเซลเซียส, 37 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นวัดอัตราการเจริญด้วยค่าน้ำหนักเซลล์แห้ง (ภาคผนวก ช) วิเคราะห์อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ดังขั้นตอนที่ 3.6.8

ไอโซเลทที่ B8810-1



รูปที่ 4.63 แสดงค่าลอกาลิทึมอัตราการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่อุณหภูมิ 25, 30, 37, 45 องศาเซลเซียส

ไอโซเลทที่ B7786-1



รูปที่ 4.64 แสดงค่าลอกาลิทึมอัตราการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่อุณหภูมิ 25, 30, 37, 45 องศาเซลเซียส

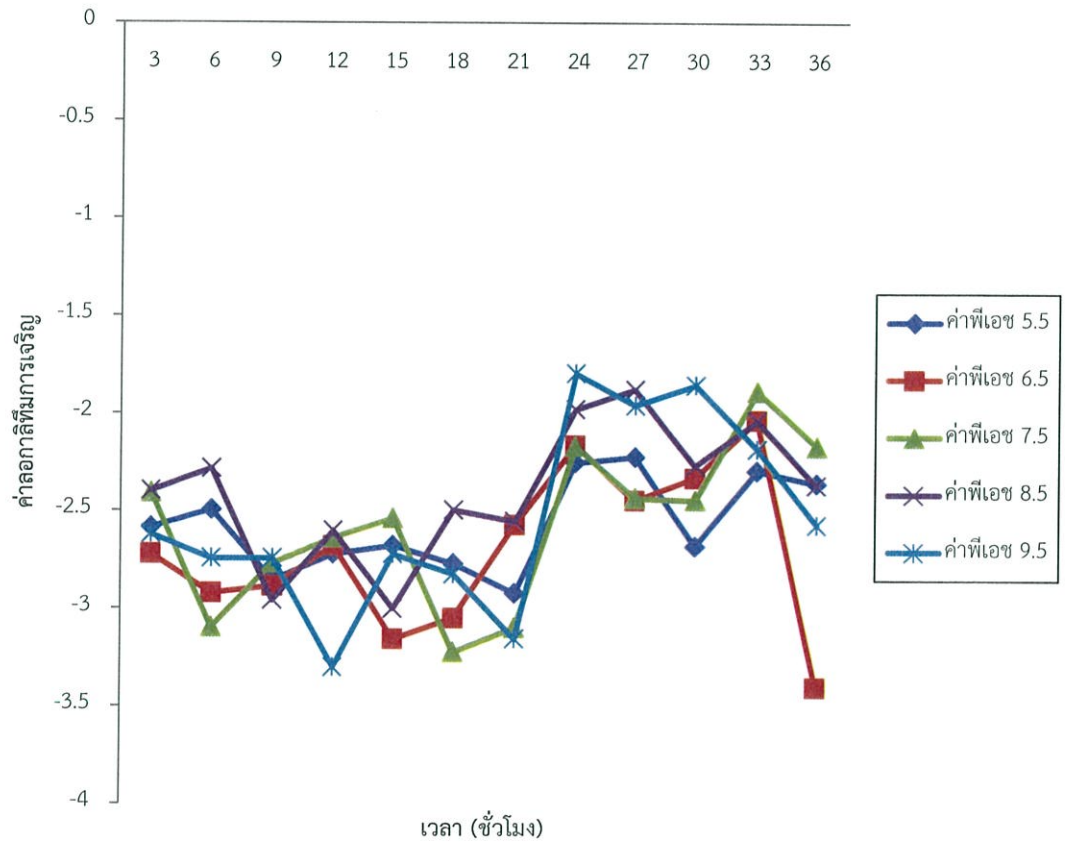
ตารางที่ 4.17 อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

ไอโซเลท	อุณหภูมิ	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
B8810-1	25 องศาเซลเซียส	9-27	0.09	7.66
	30 องศาเซลเซียส	21-27	0.22	3.16
	37 องศาเซลเซียส	21-24	0.37	1.89
	45 องศาเซลเซียส	9-24	0.11	7.00
B7786-1	25 องศาเซลเซียส	9-33	0.09	7.91
	30 องศาเซลเซียส	24-33	0.17	4.05
	37 องศาเซลเซียส	15-33	0.14	4.86
	45 องศาเซลเซียส	18-33	0.14	4.97

4.7 การศึกษาความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) ที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract

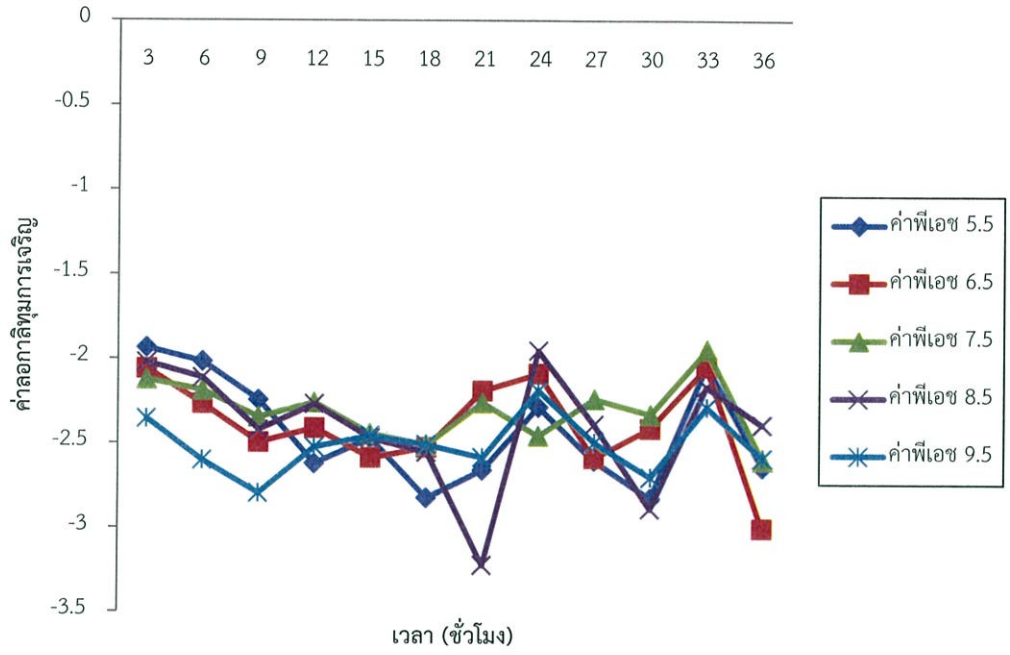
นำแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-1 นำมาทดสอบการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ที่มีค่าพีเอส 5.5, 6.5, 7.5 และ 8.5 โดยวัดการเจริญด้วยค่าน้ำหนักเซลล์แห้ง (ภาคผนวก ฉ) วิเคราะห์อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ดังขั้นตอนที่ 3.6.9

ไอโซเลทที่ B8810-1



รูปที่ 4.65 แสดงค่าลอกาลิทึมอัตราการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าความพีเอช 5.5, 6.5, 7.5 และ 8.5

ไอโซเลทที่ B7786-1



รูปที่ 4.66 แสดงค่าลอกาลิทึมอัตราการเจริญของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าความพีเอช 5.5, 6.5, 7.5 และ 8.5

ตารางที่ 4.18 อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) ค่าระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และไอโซเลทที่ B7786-1จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) แตกต่างกัน

ไอโซเลท	ค่าพีเอช	Rate of date	Specific growth rate	Doubling time
B8810-1	5.5	15-27	0.09	7.92
	6.5	27-33	0.16	4.38
	7.5	18-33	0.21	3.38
	8.5	21-27	0.25	2.72
	9.5	12-24	0.29	2.40
B7786-1	5.5	18-33	0.12	5.73
	6.5	27-33	0.21	3.35
	7.5	18-24	0.23	3.00
	8.5	30-33	0.30	2.35
	9.5	9-24	0.09	7.41

4.8 การศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น

นำแอคติโนมัยซีททั้ง 10 ไอโซเลทที่ทำการคัดเลือกไว้มาศึกษาความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นด้วยวิธี Preliminary screen ดังขั้นตอนที่ 3.6.10 โดยเชื้อที่นำมาใช้ในการทดสอบ ได้แก่ เชื้อยีสต์ *Candida albicans*, แบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างแท่ง ได้แก่ *Bacillus cereus*, แบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม ได้แก่ *Micrococcus luteus*, แบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างท่อน ได้แก่ *Escherichia coli*, แบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างแท่ง ได้แก่ *Pseudomonas aeruginosa* และแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม ได้แก่ *Staphylococcus aureus* (ภาคผนวก ซ)

ผลการศึกษาความสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแอคติโนมัยซีทโดยยับยั้งเชื้อ *Candida albicans, Bacillus cereus, Micrococcus luteus, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* และ *Staphylococcus aureus* ตามลำดับ

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.67 แสดงผลการศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไอโซเลทที่ B7786-1 (ก), ไอโซเลทที่ K6786-3 (ข) และ ไอโซเลทที่ B8810-1 (ค)

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.68 แสดงผลการศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไอโซเลทที่ B1782-3 (ก), ไอโซเลทที่ K5761-2 (ข) และ ไอโซเลทที่ B8808-2 (ค)

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.69 แสดงผลการศึกษาเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไอโซเลทที่ K3774-2 (ก), ไอโซเลทที่ B2805-1 (ข) และ ไอโซเลทที่ B8800-3 (ค)

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นของแอคติโนมัยซีท

ไอโซเลท	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)					
	Candida albican	*Bacillus cereus*	*Micrococcus luteus*	*Escherichia coli*	*Pseudomonas aeruginosa*	*Staphylococcus aureus*
B1782-3	-	-	-	-	-	-
B2805-1	-	+	-	-	-	-
K3774-2	-	-	-	-	-	-
K5761-2	-	+	-	-	-	-
K6786-3	-	-	-	-	-	-
B7786-1	-	+	2.1	0.9	-	+
B8810-1	-	+	0.1	-	4.8	-
B8808-2	2.5	-	-	0.4	-	-
B8800-3	-	5.0	0.5	-	1.0	-

หมายเหตุ :, - = negative reaction

จากการศึกษาและทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทได้จำนวน 44 ไอโซเลท และทำการจัดกลุ่มของแอคติโนมัยซีท โดยเทียบสีของ aerial mycelium กับสีมาตรฐาน The NBS/IBCC Color system สามารถแบ่งออกเป็น 8 กลุ่ม จากนั้นเลือกแอคติโนมัยซีทจำนวน 10 ไอโซเลท จากแต่ละกลุ่มมาทำการศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการ โดยทำการศึกษาการตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลายโปรตีน (Peptonization) ในน้ำนม (Skim milk), การย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction), การย่อยสลายไนเตรท (Nitrate reduction) และการย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis) พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 กลุ่ม Pink สามารถสามารถตกตะกอนในน้ำนม, ย่อยสลายเจลาติน และเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทได้ อีกทั้งยังย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม และย่อยสลายแป้งได้เล็กน้อย ไอโซเลทที่ B2805-1 กลุ่ม Yellow สามารถตกตะกอนในน้ำนมได้ ไอโซเลทที่ K3774-2 และ B4801-1 กลุ่ม Green และ Blue สามารถตกตะกอนในน้ำนมและย่อยสลายเจลาตินได้ ไอโซเลทที่ K5761-2 กลุ่ม Purplish blue สามารถตกตะกอนในน้ำนมได้ ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม และย่อยสลายแป้งได้เล็กน้อย ไอโซเลทที่ K6786-3 กลุ่ม Violet สามารถย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท และย่อยสลายแป้งได้ ไอโซเลทที่ B7786-1 กลุ่ม Purple สามารถตกตะกอนในน้ำนม ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท และย่อยสลายแป้งได้ และแอคติโนมัยซีทในกลุ่ม Neutral ได้แก่ ไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถตกตะกอนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท และย่อยสลายแป้งได้ ไอโซเลทที่ B8808-2 สามารถตกตะกอนในน้ำนม เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท ย่อยสลายแป้งได้ และยังย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมได้เล็กน้อย ไอโซเลทที่ B8800-3 สามารถย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน และเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทได้ จากการศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการของแอคติโนมัยซีท สามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมต่างๆเช่น แอคติโนมัยซีทที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายแป้ง สามารถนำไปศึกษาการสร้างเอนไซม์ Amylase ซึ่งมีประโยชน์ต่อการลดความหนืดของแป้งในอุตสาหกรรมทอผ้า และเพิ่มการผลิตสารให้ความหวานในอุตสาหกรรมเบียร์หรือเครื่องดื่ม (กิ่งจันทน์, 2555) แอคติโนมัยซีทที่สามารถย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมได้ สามารถนำไปศึกษาเอนไซม์ Alkaline protease ซึ่งมีประโยชน์ในการนำมาใช้เป็นสารทำความสะอาด (ซาพูเราะห์, 2548) แอคติโนมัยซีทที่สามารถตกตะกอนโปรตีนในน้ำนมได้ สามารถนำไปศึกษาเอนไซม์ rennin และสามารถนำไปใช้ในการผลิตเนยแข็ง (ภูริชญ์ และ จิรณัฐ, 2551)

จากนั้นนำแอคติโนมัยซีททั้ง 10 ไอโซเลท มาศึกษาในอาหารเหลว Yeast extract-malt extract (YEME) ที่มีการเติมเกลือความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 7 โดยวัดการเจริญด้วยค่าลอกาลิทึม วิเคราะห์อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) และระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) เพื่อคัดเลือกแอคติโนมัยซีท 2 ไอโซเลท ที่สามารถเจริญได้ในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ดีที่สุด พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 มีอัตราการเจริญจำเพาะสูงที่สุด รองลงมาคือ ไอโซเลทที่ B8810-1 และระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 มีระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่าน้อยที่สุด รองลงมาคือไอโซเลทที่ B8810-1 ดังนั้นจึงเลือกแอคติโนมัยซีททั้ง 2 ไอโซเลท มาทำการศึกษาการเจริญของแอคติโนมัยซีทในแต่ละสภาวะต่อไป

การศึกษาการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract ในแต่ละสภาวะ ได้แก่ ค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7, 8, 9, 10, 15 ความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) ที่ 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5 และอุณหภูมิ 25, 30, 37, 45 องศาเซลเซียส โดยวัดการเจริญด้วยค่าลอกาลิทึมการเจริญ วิเคราะห์อัตราการเจริญจำเพาะ (Specific growth rate) และระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (Doubling time) พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 และ B7786-1 สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7-15 และสามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 เชื้อแอคติโนมัยซีท ไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แต่ไอโซเลทที่ B7786-1 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส การเจริญในอาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่พีเอช 9.5 และไอโซเลทที่ B7786-1 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอช 8.5 จากการศึกษาของ Shu-Kun Tang ได้ทำการศึกษาแอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือประเทศจีน พบว่าแอคติโนมัยซีทสามารถเจริญได้ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 20-25 เจริญได้ดีที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความสอดคล้องกับแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 ที่สามารถเจริญได้ดีที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากการศึกษาจะพบว่า แอคติโนมัยซีททั้ง 2 ไอโซเลท สามารถเจริญได้ดีที่ค่าพีเอช และค่าความเข้มข้นเกลือสูงถึงร้อยละ 15 ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือสร้างประโยชน์ทางอุตสาหกรรมการแพทย์ และทางสิ่งแวดล้อมได้ เช่น การสร้างเอนไซม์ Xylanase ที่มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหาร และการกำจัดของเสีย (Sipriyadi *et al.*, 2016), เอนไซม์ Cutinase สามารถย่อยสลายพลาสติกชีวภาพ (ลักษมี, 2556), เอนไซม์ Chitinase ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้

เป็นสารควบคุมทางชีวภาพ ย่อยสลายของเสียจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเสียในอุตสาหกรรมได้อีกด้วย (กิ่งจันทน์, 2555)

การศึกษาความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของแอคติโนมัยซีทด้วยวิธี Preliminary screen พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 และ K5761-2 สามารถยับยั้ง *Bacillus cereus* ได้ ไอโซเลทที่ B7786-1 สามารถยับยั้ง *Bacillus cereus, Micrococcus luteus, Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถยับยั้ง *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ไอโซเลทที่ B8808-2 สามารถยับยั้ง *Candida albicans และ Escherichia coli* ไอโซเลทที่ B8800-3 สามารถยับยั้ง *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ได้ และแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2, K6786-3 และ B1782-3 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดได้เลย จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่า แอคติโนมัยซีทที่นำมาศึกษาสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Srivibool และ Sukchotiratana ซึ่งพบว่าแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากชายฝั่งทะเลทางตะวันออกของไทยคือ เกาะช้าง เกาะหวาย เกาะเหลายา จังหวัดตราด และเกาะไผ่ จังหวัดชลบุรี สามารถสร้างสารยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากความแตกต่างในองค์ประกอบของผนังเซลล์ของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม และกลไกการออกฤทธิ์ของสารเมทาบอไลท์ที่แอคติโนมัยซีทสร้างขึ้น โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์ผนังเซลล์ ซึ่งมีผลต่อการสร้าง Peptidoglycan ของแบคทีเรีย และการเจริญของแอคติโนมัยซีทยังมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการเจริญได้แก่ เวลาในการเจริญ, สารเคมี และสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเจริญ (ลลิดา, 2554) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแอคติโนมัยซีทที่นำมาศึกษามีการสร้างสารเมทาบอไลท์ ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย ซึ่งสามารถนำไปศึกษาต่อด้วยวิธีการสกัดหยาบ และศึกษาเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส เนื้องอก หรือเซลล์มะเร็งได้ (ศรีสกุล, 2553) เช่น การสร้างสาร Neomarinase ที่สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง, เอนไซม์ Lajollamycin ซึ่งสามารถยับยั้งกิจกรรมการดื้อยาของแบคทีเรีย *Streptococcus pneumonia, Staphylococcus aureus* และ *Entercoccus faecium* รวมทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งชนิด Murine faecium (ศิริรัตน์, 2552), เอนไซม์ L-asparaginase ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการรักษามะเร็งเม็ดเลือดขาวได้อีกด้วย (ปวีณา, 2555)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทจากดินบริเวณนาเกลือตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทได้จำนวน 44 ไอโซเลท จากนั้นทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแต่ละตัว และทำการจัดกลุ่มแอคติโนมัยซีท โดยสามารถจำแนกออกเป็น กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Pink ได้แก่ ไอโซเลทที่ K1727-1, K1721-2, B1782-3, B1796-4, B1782-5, K1761-6, B1808-7 และ K1721-8 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Yellow ได้แก่ B2805-1, B2805-2, B2786-3 และ K2700-4 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Green ได้แก่ ไอโซเลทที่ B3808-1 และ K3774-2 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Blue ได้แก่ ไอโซเลทที่ B4801-1, B4801-2, K4786-3, B4780-4, B4800-5, B4786-6 และ K4761-7 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Purphlish Blue ได้แก่ ไอโซเลทที่ K5771-1และ K5761-2 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Violet ได้แก่ ไอโซเลทที่ K6752-1, K6704-2, K6786-3 และ K6730-4 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Purple ได้แก่ ไอโซเลทที่ B7786-1, B7786-2, K7721-3, K7774-4 และ K7721-5 กลุ่มที่สร้างเส้นใยอากาศสี Neutral ได้แก่ ไอโซเลทที่ B8810-1, B8808-2, B8808-3, B8780-4, B8782-5, B8801-6, B8764-7, B8808-8, B8805-9, K8755-10, K8761-11 และ B8800-12 จากนั้นทำการเลือกแอคติโนมัยซีทจากแต่ละกลุ่มจำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทที่ B7786-1, B2805-1, K8810-1, B8808-2, B8800-3, B8810-1, B4801-1, K6786-3, B1782-3 และ K5761-2 มาศึกษาลักษณะทางชีวเคมีบางประการ โดยศึกษาการตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลายโปรตีน (Peptonization) ในน้ำนม (Skim milk), การย่อยสลายเจลาติน (Gelatin liquefaction), การเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท (Nitrate reduction) และการย่อยสลายแป้ง (Starch hydrolysis)

ผลการศึกษาพบว่าแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 สามารถสามารถตกตะกอนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน และเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทได้ อีกทั้งยังย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม และย่อยสลายแป้งได้เล็กน้อย ไอโซเลทที่ B2805-1 สามารถตกตะกอนในน้ำนมได้ ไอโซเลทที่ K3774-2 และ B4801-1 สามารถตกตะกอนในน้ำนมและย่อยสลายเจลาตินได้ ไอโซเลทที่ K5761-2 สามารถตกตะกอนในน้ำนมได้ ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม และย่อยสลายแป้งได้เล็กน้อย ไอโซเลทที่ K6786-3 สามารถย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท และเกิดการ

ย่อยสลายแป้ง ไอโซเลทที่ B7786-1 สามารถตกตะกอนในน้ำนม ย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท และย่อยสลายแป้งได้ ไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถตกตะกอนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท และย่อยสลายแป้งได้ ไอโซเลทที่ B8808-2 สามารถตกตะกอนในน้ำนม เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท ย่อยสลายแป้งได้ และยังย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมได้เล็กน้อย ไอโซเลทที่ B8800-3 สามารถย่อยสลายโปรตีนในน้ำนม ย่อยสลายเจลาติน และเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทได้

นอกจากนั้นยังทำการศึกษาความสามารถในการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทในอาหารที่มีสภาวะต่างกันได้แก่ ค่าความเข้มข้นเกลือ, อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรดด่าง (ค่าพีเอช) โดยนำแอคติโนมัยซีททั้ง 10 ไอโซเลท มาทำการศึกษาที่ค่าความเข้มเกลือเกลือร้อยละ 7 และร้อยละ 5 พบว่าไอโซเลทที่ B7786-1 และ B8810-1 มีอัตราการเจริญจำเพาะ (μ) สูงสุด และมีระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า (t_d) น้อยที่สุด ดังนั้นจึงนำแอคติโนมัยซีททั้ง 2 ไอโซเลท มาศึกษาค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7, 8, 9, 10 และ 15 พบว่า แอคติโนมัยซีททั้ง 2 ไอโซเลท สามารถเจริญได้ที่ค่าความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7-15 และเจริญได้ดีที่สุดที่ค่าวามเข้มข้นเกลือร้อยละ 15 เมื่อทำการศึกษาอุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญได้ที่ 25, 30, 37 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่า แอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 เจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และไอโซเลทที่ B7786-1 เจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และยังศึกษาค่าพีเอชที่เชื้อสามารถเจริญได้ที่ค่าพีเอช 5.5, 6.5, 7.5, 8.5 และ 9.5 พบว่า เชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 เจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอช 9.5 และไอโซเลทที่ B7786-1 เจริญได้ดีที่สุดที่ค่าพีเอช 8.5

นอกจากนี้ยังทำการศึกษาความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น ด้วยวิธี Preliminary screen พบว่า มีเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 1 ไอโซเลท สามารถยับยั้งเชื้อ *Candida albican* คือ ไอโซเลทที่ B8808-2 แอคติโนมัยซีทจำนวน 5 ไอโซเลท สามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* ได้แก่ ไอโซเลทที่ B2805-1, K5761-2, B7786-1, B8810-1 และ B8800-3 แอคติโนมัยซีทจำนวน 3 ไอโซเลท สามารถยับยั้ง *Micrococcus luteus* ได้แก่ ไอโซเลทที่ B8800-3, B8810-1 และ B7786-1 แอคติโนมัยซีทจำนวน 2 ไอโซเลท สามารถยับยั้ง *Escherichia coli* ได้แก่ ไอโซเลทที่ B8808-2 และ B7786-1 แอคติโนมัยซีทจำนวน 2 ไอโซเลท สามารถยับยั้ง *Pseudomonas aeruginosa* ได้แก่ B8810-1, B8800-3 และแอคติโนมัยซีทจำนวน 1 ไอโซเลท สามารถยับยั้ง *Streptococcus aureus* ได้คือ ไอโซเลทที่ B7786-1

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าดินนาเกลือบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นแหล่งที่มีสภาวะรุนแรง สามารถค้นพบแอคติโนมัยซีทที่มีความหลากหลาย จึงควรมีการศึกษาดินนาเกลือในพื้นที่ต่างๆ เช่น นาเกลือจังหวัดเพชรบุรี ชลบุรี จันทบุรี หรือศึกษาในแหล่งที่มีสภาวะรุนแรงอื่นๆ ได้แก่ บ่อน้ำพุร้อน หรือดินภูเขาไฟ ซึ่งอาจเป็นแหล่งที่สามารถพบแอคติโนมัยซีทที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

5.2.2 จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือไอโซเลทที่ B7786-1 และ B8810-1 สามารถเจริญได้ดีที่ค่าความเข้มข้นเกลือสูงถึงร้อยละ 15 และค่าพีเอช 8.5 และ 9.5 จึงเหมาะแก่การนำมาศึกษาการสร้างเอนไซม์หรือสารชนิดใหม่ๆ ที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หรือสร้างประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ และทางสิ่งแวดล้อมได้

5.2.3 เนื่องจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมทุกประเภท จำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงในกระบวนการผลิต และแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงถึง 37 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่จุลินทรีย์ส่วนมากสามารถเจริญได้คือ 30 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปศึกษาเอนไซม์หรือสารต่างๆ ที่เชื้อสามารถผลิตขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาทางอุตสาหกรรมต่อไป อีกทั้งสารหรือเอนไซม์ที่ผลิตได้ยังเสียสภาพที่อุณหภูมิสูงกว่า 37 องศาเซลเซียสอีกด้วย

5.2.4 ปัจจุบันปัญหาการดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียเป็นปัญหาที่ใหญ่ และซับซ้อนขึ้นไปทุกขณะ ทั้งยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก เช่น การดื้อยาในกลุ่ม Imipenem ของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* (วีรวรรณ, 2549) จากการศึกษาความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นในครั้งนี้ พบว่าแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 สามารถยับยั้ง เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาต่อด้วยวิธีการสกัดหยาบและนำไปพัฒนาเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านการแพทย์ต่อไป นอกจากนี้ยังพบแอคติโนมัยซีทจำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลทที่ B2805-1, B5761-2, B7786-1, B8808-2 และ B8800-3 มีการสร้างสารเมทาบอไลท์ที่มีฤทธิ์ในการยั้บยั้งเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งสามารถนำไปศึกษาต่อด้วยวิธีการสกัดหยาบ และศึกษาเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส เนื้องอก หรือเซลล์มะเร็งต่อไป (ศรีสกุล, 2553) และคาดว่าดินในบริเวณที่มีสภาวะรุนแรง อาจเป็นแหล่งที่ทำให้พบแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะใหม่ๆได้

5.2.5 แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์เซลล์เดี่ยว เมื่อเกิดการเจริญ มวลเซลล์ของแบคทีเรียจะมีปริมาณน้อย การผลิตสารหรือเอนไซม์จึงมีปริมาณน้อยลงไปตามจำนวนเซลล์ที่ผลิตขึ้น หากแต่การเจริญของแอคติโนมัยซีท สามารถเกิดการแตกแขนงขึ้นได้เรื่อยๆ เซลล์ของแอคติโนมัยซีทจึงมีปริมาณมาก การสร้างสารหรือเอนไซม์ต่างๆ จึงมีปริมาณมากขึ้นตามจำนวนเซลล์ที่ผลิตได้ ดังนั้นแอคติโนมัยซีทจึงเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ทางการแพทย์ และสิ่งแวดล้อมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กิ่งจันทน์ มะลิซ้อน. 2555. ความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรียในดิน. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

จามจุรี เกตุบัวขาว, ณิชาภา ชมพู และสุพัตรา ชาวสวน. 2555. การคัดแยกแอคติโนมัยซีทจากมูลสัตว์เพื่อใช้ในการย่อยสลายวัสดุทางการเกษตร. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

จิราพร วรเสน. 2545. ไวรัส แบคทีเรียและพาราสิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ซาพูเราะห์ สาเมาะ. 2548. Enzyme protease จาก bacillus subtilis ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสารทำความสะอาด. คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ดวงพร คันธโชติ. 2537. อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2547. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ: ภาควีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

นวลรัตน์ หนูขาว. 2554. การแยกและคัดเลือกแอคติโนมัยซีทที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย Ralstonia solanacearum ที่ก่อให้เกิดโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นิภาวัลย์ ศรนรินทร์, ศศิวิภา ศิริสัมพันธ์ และอารยา บุญชัยอนันนต์. 2556. “ การคัดแยกและคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยสีทที่สามารถย่อยสลายพลาสติกชนิดโพลีคาโพรแลคโตน.” ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิติพงษ์ ศิริวงษ์ และเอกชัย ชูเกียรติโรจน์. 2552. การดื้อยาปฏิชีวนะของ *Staphylococcus aureus* และ แนวทางการควบคุม. เชียงราย: สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

ปวีณา สุขสอาด, กรรณิการ์ ดวงมาลย์, ชัยวัฒน์ กิตติกูล,กันทิมาณี ประเดิมวงศ์ และวสุ ปฐมอารีย์. 2555. แอคติโนมัยซีทจากดินนาเกลือและการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ. โครงการคลังความรู้ดิจิทัล.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พินิจ กล่ำคลองตัน. 2553. “การแพร่กระจายเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ในสถานพยาบาล: กรณีศึกษาโรงพยาบาลนภาลัย จังหวัดสมุทรสงคราม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เพ็ญใจ จิตรนำทรัพย์. 2552. คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดเฉียบพลันในโรงพยาบาลศิริราช. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภานุพงศ์ มหาพรหม. 2552. เภสัชวิทยา. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.animal.mju.ac.th/E_book/t_panupong/เภสัชวิทยา.pdf (วันที่สืบค้น) 29 มกราคม 2559.

ภูริชญ์ บรรจบ และจิรณัฐ ยูซูฟี. 2551. การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์ที่ทำให้น้ำนมแข็งตัว. ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภัทรชัย กีรติสิน. 2551. ตำราวิทยาแบคทีเรียทางการแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.

ยุวดี มหาศักดิ์ศิริ. 2546. " การแยกแอคติโนมัยซีทที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะจากดินรังปลวกในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชนี ไสยประจง, สุรพงษ์ พินิจกลาง, กนก รัตนะกนกชัย. 2550. การทำให้บริสุทธิ์และศึกษาคุณลักษณะของเซรีนโปรติเนสจากเชื้อ alkaliphilic *Bacillus* sp. RS1. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

รัตนา สุดตา และรุ่งอรุณ งามพงศ์พรรณ. 2556. " การคัดกรองเชื้อแอคติโนมัยสีทที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวที่แยกจากเนื้อเยื่อและจากพื้นผิวต้นข้าว." ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รัตนาภรณ์ ศรีวิบูลย์. 2548. แอคติโนมัยซีท. ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

รัศยา วงศ์รัตนรัตน์, วิโรบล สุริยาบุตร และสุภัค ลิปิสุวรรณพงศ์. 2556. การคัดแยกและคัดเลือกแบคทีเรียกลุ่ม actinomycetes ที่มีความสามารถในการย่อยสลายโพลีเอสเทอร์. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ลลิดา วชังเงิน. 2554. "การคัดกรองและการพิสูจน์เอกลักษณ์แอคติโนมัยสัทหายากที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วนิชา เดชะบุญ. 2553. "พลวัตนาเกลือ ตำบลบ้านบ่อ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการภาครัฐและภาคเอกชน มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศรีสกุล ชนะพันธ์. 2553. การแยกและคัดกรองเชื้อเอ็นโดไฟติคแอคติโนมัยซีสที่สามารถสร้างสารต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบและการประยุกต์ใช้. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศิริรัตน์ ทองอุ่น. 2552. การคัดกรองสารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งจากแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากทะเล. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศิริลักษณ์ นามวงษ์. 2553. ศักยภาพของแบคทีเรียทนเค็มและแบคทีเรียชอบเค็มปานกลาง ทางเทคโนโลยีชีวภาพ. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สายพิณ ไชยนันทน์. 2547. จุลินทรีย์ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควุลชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

Abebe Bizuye, Feleke Moges, Berhanu Andcalem. 2013. Isolation and Screening of antibiotic producing actinomycetes from soils in Gondar Town, North West Ethiopia. Asian Pac J Trop Dis. 3(5): 375-381

Amit Pandey, Imran Ali, Kailash Singh Butola, Tanushri Chatterji, Vidyottma Singh. 2011. Isolation and Characterization of actinomycetes from soil and evaluation of antibacterial activities of actinomycetes against pathogens. IJABPT. 2(4): 384-392.

Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Atika Meklat, Nasserdine Sabaou, Abdelghani Zitouni, Florence Mathieu, Ahmed Lebrihi. 2011. Isolation, Taxonomy and Antagonistic Properties of Halophilic Actinomycetes in Saharan Soils of Algeria. Applied Environmentol Microbiology. 77(18): 6710–6714.

Backe, C. 1983. Glucose-Transforming Enzyme.Microbial Enzyme and Biotechnology. p. 93-129.

Caroline, C. 1997. Rock phosphate solublilizing Streptosporangium isolate from casts of tropical earthworms. Soil Biology & Biochemistry. 29:381-385.

Czoch, W. and Mordarski, M. 1988. Actinomycetes enzyme In: M. Goodfellow, S.T. Williams & M. Mordarski (eds.) Actinomycetes in Biotechnology. Academic Press, London, p. 220-283.

Diet Z, A., and J. Mathews. 1971. Classification of Streptomyces spore surfaces into five groups. Appl. Microbiol. 21: 527-533.

G. M. Zenova, N. A. Manucharova, D. G. Zvyagintsev. 2010. Extremophilic and Extremotolerant Actinomycetes in Different Soil Types. Eurasian Soil Science. 44(4): 417–436.

Hotam Singh Chaudhary, Bhavana Soni, Anju Rawat Shrivastava, Saurabh Shrivastava. 2013. Diversity and Versatility of Actinomycetes and its Role in Antibiotic Production. Journal of Applied Pharmaceutical Science. 3 (8 Suppl 1): S83-S94.

Javad Hamedi, Fatemeh Mohammadipanah, Antonio Ventosa. 2013. Systematic and biotechnological aspects of halophilic and halotolerant actinomycetes. Extremophiles. 17(2013): 1–13.

John Selesteen Charles Adlin Jenifer, Maria Thason Birdilla Selva Donio, Vijayaragavan Thanga Viji, Subramanian Velmurugan, Mariavincent Michael Babu, Sathiyadhss Albin dhas and Thavasimuthu Citarasu. 2013. Halo-Alkaliphilic actinomycetes from solar salt works in India: diversity and antimicrobial activity. Blue Biotechnology. 2(1): 138-151.

Kelley, S.L., Aitchison, E.W., Deshpande, M., Schnoor, J.L. and Alvarez, P.J.J 2001. Biodegradation of 1,4-dioxane in planted and unplanned soil: effect of bioaugmentation with Amycolata sp. CB1190. Journal of the International Water Association. 35(2001): 3791-3800.

Khanungkan Klanbut. 2013. The role of phospholipids in the growth and development of Streptomyces. Ph.D in Microbiology (SIPBS). University of Strathclyde,Glasgow, UK., 50-51.

Lechevalier, M.P. and Lechevalier, H. 1970. 'Chemical composition as Acriterion in the Classification of aerobic actinomycetes.' Int J Syst Bacteriol. 20(1970) ; 435-443.

Lei Cai, Ulrike Damm, Riccardo Baroncelli, Yasuyuki Kobo, Richard O'Connell, Bevan Weir, Kae Yoshino and Paul F. Cannon. 2009. Colletotrichum: species ecology and interactions. IMA Fungus. 1(2):161-165.

Marcela Franco-Correa, Angelica Quintana, Christian Duque, Christian Suarez, Maria x. Rodriguez, Jose-Miguel Barea. 2010. Evaluation of actinomycete strains for key traits related with plant growth promotion and mycorrhiza helping activities. Applied soil Ecology. 45(3): 209-217.

Mohan Remya, Ramasamy Vijaykumar. 2008. Isolation and characterization of marine antagonistic actinomycetes from west coast of india. Medicine and Biology. 15(1): 13-19.

M. Arifuzzaman, M. R. Khatun and H. Rahman. 2010. Isolation and screening of actinimycetes from Sundarbans soil for antibacterial activity. Afr. J. Biotechnol. 9(29): 4616.

Pannachud Sintusaard. 2009. Salt Culture: Method of Production Conservation Preservation and Development of Salt Farms in the Coastal Regions in Central Thailand. The Social Science. 4(6): 583-586.

Penka Moncheva, Sava Tishkov , Nadezhda Dimitrova , Valentina Chipeva , Stefka Antonova-Nikolova and Nevena Bogatzevska. 2003. Characteristics of soil actinomycetes from Antarctica. Journal of Culture Collections. 3(1): 3-14.

Rattanaporn Srivibool and Morakot Sukchotiratana. 2006. Bioperspective of actinomycetes isolates from coastal soils: A new source of antimicrobial producers. Songklanakarin J. Sci. Technol. 28(3): 493-499.

Shu-Kun Tang, Yun Wang, Hans-Peter Klenk, Rong Shi,Kai Lou, Yun-Jiao Zhang, Chao Chen, Ji-Sheng Ruan and Wen-Jun Li. 2011. Actinopolysporaalba sp. Nov. and

Actinopolysporaerythraea sp. Nov., isolated from a salt field, and reclassification of Actinopolysporairaqiensis Ruan et al. 1994 as a heterotypic synonym of Saccharomonosporahalophila. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 61(2011) : 1693-1698.

Sipriyadi, Yulin Lestari, Aris Tri Wahyudi Anja Meryandini. 2016. Exploration of Potential Actinomycetes from CIFOR Forest Origin as Antimicrobial, Antifungus, and Producing Extracellular Xylanase. Biosaintifika 8(1) : 94-102.

Stamford, T. L. M., Stamford, N. P., Coelho, L. C. B. B. and Araujo, J. M. 2002. Production and characterization of a thermostable α-amylase from Nocardiopsis sp. Endophyte of Yam bean. Bioresource Technology. 76(2002): 137-141.

S. Joshna Rani. 2010. Microbial type culture collection & gene bank (MTCC) report on identification of bacteria/actinomycetes. Institute of Pharmaceutical Technology Sri Padmavathi Mahila University Tirupati.

Thangapandian V, Philip Ruban AC, Prabhu D, Lingakumar K. 2011. Isolation and characterization of antibiotics producing actinomycetes from soil samples of Senbagadaruvi in Western Ghats. Bioresearch Bulletin. 1(4): 258-263.

Witt, U., Einig, T., Yamamoto, M., Kleeberg, I., Dekwer, W.D. and Muller R.J. 2001. Biodegradation of aliphatic-aromatic copolyester: evaluation of the final biodegradabillty and ecotoxicological impact of degradation intermediates. Chemosphere. 44(2001):289-299.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด เตรียมโดยใช้น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร อาหารจะถูกนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันไอน้ำร้อน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1. Starch-Casein agar (Küster & Williams, 1964)

Soluble starch	10	กรัม
KNO_3	2	กรัม
NaCl	2	กรัม
Casein	0.3	กรัม
$MgSO_4.7\ H_2\ O$	0.05	กรัม
$CaCO_3$	0.02	กรัม
$FeSO_4\ .7H_2\ O$	0.01	กรัม
Agar	15	กรัม
pH 7.0-7.2		

2. Yeast extract-Malt extract (YEME broth) (Klanbut, 2013)

Yeast extract	3.0	กรัม
Malt extract	10.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Glucose	3.0	กรัม
pH 7.3		

3. Bouillon gelatin broth (Arai, 1975)

Peptone	10.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม
Malt extract	5.0	กรัม
Gelatin	150.0	กรัม
pH 7.0-7.2		

4. Peptonization and Coagulation test medium (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. A-516, Swastik Disha Business Park, Via Vanhani Ind. Est., LBS Marg, Mumbai-400086, India)

Skim milk powder	28.0	กรัม
Casein enzymeic hydrolysate	5.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Glucose	1.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
pH 7.0-7.2		

5. Peptone KNO3 broth (Arai, 1975)

Peptone	10.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม
KNO3	1.0	กรัม
pH 7.0-7.2		

6. International Streptomyces Project medium no.2 หรือ Yeast extract-malt extract agar (Atlas, 1993)

Yeast extract	4.0	กรัม
Malt extract	10.0	กรัม
Glucose	4.0	กรัม
Agar	15	กรัม
pH 7.3		

7. Skim milk 10% (วิพัฒน์และเอกภพ, 2549)

Skim milk powder	10	กรัม

8. Glucose yeast extract agar (GYE; Gordon and Mihm, 1962)

Glucose	10	กรัม
Yeast extract	10	กรัม
Agar	15	กรัม
pH 7.2		

9. ISP medium no.4 (Inorganic salts-starch agar: HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. A-516, Swastik Disha Business Park, Via Vanhani Ind. Est., LBS Marg, Mumbai-400086, India)

Soluble starch	10.0	กรัม
K2HPO4	1.0	กรัม
MgSO4 • 7H2O	1.0	กรัม
NaCl	1.0	กรัม
(NH4)2SO4	2.0	กรัม
CaCO3	2.0	กรัม
Trace salts solution	1.0	มิลลิลิตร
Agar	20.0	กรัม
pH 7.0-7.4		
Trace salts solution		
FeSO4 • 7 H2O	0.1	กรัม
MnCl2 • 4 H2O	0.1	กรัม
ZnSO4 • 7 H2O	0.1	กรัม
Distilled water100ml		

10. Nutrient agar

Beef extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
Agar	15	กรัม
pH 7.0		

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1(ข) กระดาษสีมาตรฐาน (The NBS/IBCC Color System)

Abbreviation, number, color	Munsell (chart span) centroid	Mundie RGB	Mundie Swatch	convert from Munsell	Foster Swatch	notes
Pink						
v.Pk 1 Vivid Pink	(9RP-1R,1-4R) 1R8/13 OUT	#FF7E93		#FFB5BA		1R8/6.65
s.Pk 2 Strong Pink	(9RP-1R,1-4R) 1.2R6.9/8.2	#FD7B7C		#EA9399		
deep Pk 3 Deep Pink	(9RP-1R,1-6R) 2.1R6/11.1	#F3545E		#E4717A		
l.Pk 4 Light Pink	(9RP-1R,1-6R) 2.6R8.5/4	#FFBCAD		#F9CCCA		
m.Pk 5 Moderate Pink	(9RP-1R,1-6R) 2.8R7.2/5.3	#EE9086		#DEA5A4		
d.Pk 6 Dark Pink	(9RP-1R,1-6R) 2.7R5.9/6.1	#C76864		#C08081		
p.Pk 7 Pale Pink	(9RP-1R,1-6R) 2.0R8.7/2.1	#FFCBBB		#EAD8D7		
gy.Pk 8 Grayish Pink	(9RP-1R,1R-6R) 2.6R7.2/2.3	#CF9B8F		#C4AEAD		
pkWhite 9 Pinkish White	(1-9R,9R-1YR,1-7YR) 5.8R9/0.8	#F9DBC8		#EAE3E1		
pkGy 10 Pinkish Gray	(1-9R,9R-1YR,1-7YR) 9.8R7.4/1	#C8A696		#C1B6B3		

Red						
v.R 11 Vivid Red	(1-9R) 5R3.9/15.4 OUT	#C10020		#BE0032		5R3.9/15.3215
s.R 12 Strong Red	(1-7R) 4R4.4/12.1	#BF2233		#BC3F4A		
deep R 13 Deep Red	(1-9R) 5.1R2.8/10.1	#7B001C		#841B2D		
v.deep R 14 Very Deep Red	(1-9R) 6.5R1.7/8.4	#4F0014		#5C0923		
m.R 15 Moderate Red	(1-7R) 3.8R4.4/9.1	#AB343A		#AB4E52		
d.R 16 Dark Red	(1-9R) 4.0R2.8/6.8	#681C23		#722F37		
v.d.R 17 Very Dark Red	(1-6R) 2R1.2/4.8	#320A18		#3F1728		
l.gy.R 18 Light Grayish Red	(1-8R) 5.3R5.9/3.5	#B17267		#AD8884		
gy.R 19 Grayish Red	(1-8R) 4R4.4/4.8	#8C4743		#905D5D		
d.gy.R 20 Dark Grayish Red	(1-6R) 2.9R2.7/2.1	#482A2A		#543D3F		
Blackish R 21 Blackish Red	(1-6R) 3.9R0.8/1.7 OUT	#1F0E11		#2E1D21		3.9R1/1.7

rGy 22 Reddish Gray	(1-9R,9R-1YR,1-2YR) 7R5.4/1.3	#8B6C62		#8F817F		
d.rGy 23 Dark Reddish Gray	(1-9R,9R-1YR) 6R3.4/1	#523C36		#5C504F		
rBlack 24 Reddish Black	(1-9R,9R-1YR) 2R0.9/0.9 OUT	#1E1112		#282022		2R1/0.9
Yellowish Pink						
v.yPk 25 Vivid Yellowish Pink	(4-9R,9R-1YR,1-2YR) 8R8/13 OUT	#FF845C		#FFB7A5		8R8/6.21
s.yPk 26 Strong Yellowish Pink	(4-9R,9R-1YR,1-2YR) 8.4R7/9.5	#FF7A5C		#F99379		
deep yPk 27 Deep Yellowish Pink	(4-7R) 5.5R5.8/12.1	#F64A46		#E66761		
l.yPk 28 Light Yellowish Pink	(6-9R,9R-1YR,1-7YR) 1.9YR8.2/4.6	#FFB28B		#F4C2C2		
m.yPk 29 Moderate Yellowish Pink	(6-9R,9R-1YR,1-7YR) 0.7YR7.2/4.9	#EE9374		#D9A6A9		

d.yPk 30 Dark Yellowish Pink	(6-8R) 7R6/6.1	#CC6C5C		#C48379		
p.yPk 31 Pale Yellowish Pink	(6-9R,9R-1YR,1-8YR) 4.2YR8.6/2.2	#FFC8A8		#ECD5C5		
gy.yPk 32 Grayish Yellowish Pink	(6-9R,9R-1YR,1-5YR) 1.3YR7.2/2.4	#D39B85		#C7ADA3		
Brownish Pink						
brPk 33 Brownish Pink	(5-8YR) 7YR7.1/2.3	#CD9A7B		#C2AC99		
Reddish Orange						
v.rO 34 Vivid Reddish Orange	(7-9R,9R-1YR,1-2YR) 9.8R5.4/14.5	#F13A13		#E25822		
s.rO 35 Strong Reddish Orange	(7-9R,9R-1YR,1-2YR) 9.3R5.4/12.2	#FFB961 see #70		#D9603B		
deep rO 36 Deep Reddish Orange	(7-9R,9R-1YR,1-2YR) 9.2R3.9/12.1	#A91D11		#AA381E		

m.rO 37 Moderate Reddish Orange	(7-9R,9R-1YR,1-2YR) 9.3R5.5/9.2	#D35339		#CB6D51		
d.rO 38 Dark Reddish Orange	(7-9R,9R-1YR,1-2YR) 9.3R4/9.1	#9B2F1F		#9E4732		
gy.rO 39 Grayish Reddish Orange	(8-9R,9R-1YR,1-3YR) 0.4YR5.4/6.2	#B85D43		#B4745E		
Reddish Brown						
s.rBr 40 Strong Reddish Brown	(9R-1YR,1-2YR) 0.3YR3.1/9.9	#7F180D		#882D17		
deep rBr 41 Deep Reddish Brown	(6-9R,9R-1YR,1-2YR) 1.6YR1.5/8.3	#490005		#56070C		
l.rBr 42 Light Reddish Brown	(8-9R,9R-1YR,1-3YR) 0.5YR5.5/4.1	#AA6651		#A87C6D		
m.rBr 43 Moderate Reddish Brown	(6-9R,9R-1YR,1-3YR) 9R3.4/5.2	#712F26		#79443B		
d.rBr 44 Dark Reddish Brown	(6-9R,9R-1YR,1-3YR) 9.6R1.3/3.6	#321011		#3E1D1E		

l.gy.rBr 45 Light Grayish Reddish Brown	(1-5YR) 2.9YR5.4/2.3	#966A57		#977F73		
gy.rBr 46 Grayish Reddish Brown	(6-9R,9R-1YR,1-3YR) 9R3.4/2.4	#5E3830		#674C47		
d.gy.rBr 47 Dark Grayish Reddish Brown	(6-9R,9R-1YR,1-3YR) 9R2/2	#371F1C		#43302E		
Orange						
v.O 48 Vivid Orange	(2-7YR) 4.1YR6.5/15 OUT	#FF6800		#F38400		4.1YR6.5/13.9295
brill.O 49 Brilliant Orange	(2-7YR) 4YR9/12 OUT	#FFB841		#FD943F		guess 4YR7/12; 4YR9/2.9 #FFDEC9 as indicated here is very light
s.O 50 Strong Orange	(2-7YR) 4.3YR6.5/12.2	#FF6F1A		#ED872D		
deep O 51 Deep Orange	(2-7YR) 4.1YR5.1/11.3	#C34D0A		#BE6516		
l.O 52 Light Orange	(2-7YR) 4.8YR7.8/7.2	#FFA161		#FAB57F		
m.O 53 Moderate Orange	(2-7YR) 4.6YR6.5/8.2	#E8793E		#D99058		

Brownish Orange						
brO 54 Brownish Orange	(2-7YR) 4.1YR5/8	#B15124		#AE6938		
Brown						
s.Br 55 Strong Brown	(2-8YR) 4.6YR3.5/7.6	#753313		#80461B		
deep Br 56 Deep Brown	(2-8YR) 5.6YR2.4/5.2	#4D220E		#593319		
l.Br 57 Light Brown	(3-8YR) 5.4YR5.4/4.8	#A86540		#A67B5B		
m.Br 58 Moderate Brown	(3-8YR) 5.6YR3.5/3.9	#673923		#6F4E37		
d.Br 59 Dark Brown	(3-8YR) 5.3YR1.6/3.4	#35170C		#422518		
l.gy.Br 60 Light Grayish Brown	(5-8YR) 6.4YR5.4/2.2	#946B54		#958070		
gy.Br 61 Grayish Brown	(3-8YR) 5.5YR3.5/1.8	#5A3D30		#635147		
d.gy.Br 62 Dark Grayish Brown	(3-8YR) 5.5YR2/1.5	#32221A		#3E322C		
l.brGy 63 Light Brownish Gray	(2-8YR,8YR-1Y,1-4Y) 7YR5.4/1.2	#8B6D5C		#8E8279		

brGy 64 Brownish Gray	(1-8YR,8YR-1Y,1-4Y) 5.65R3.4/0.9	#503D33		#5B504F		
brBlack 65 Brownish Black	(1-8YR,8YR-1Y,1-4Y) 7.8YR0.6/0.9 OUT	#140F0B		#28201C		7.8YR1/0.9
Orange Yellow						
v.OY 66 Vivid Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 8.6YR7.3/15.2 OUT	#FF8E00		#F6A600		8.6YR7.3/12.7364
brill.OY 67 Brilliant Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 0.1Y8.1/10.5 OUT	#FFB02E		#FFC14F		0.1Y8.1/10.08
s.OY 68 Strong Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 9.1YR7.1/11.6	#FF8E0D		#EAA221		
deep OY 69 Deep Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 8.6YR6/12.1 OUT	#D76E00		#C98500		8.6YR6/11.0455
l.OY 70 Light Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 9.4YR8.3/6.8	#FFB961 see #35		#FBC97F		
m.OY 71 Moderate Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 8.7YR7.2/8.3	#F7943C		#E3A857		

d.OY 72 Dark Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 9.3YR6/7.9	#C37629		#BE8A3D		
p.OY 73 Pale Orange Yellow	(7-8YR,8YR-1Y) 9.2YR8.7/4.4	#FFCA86		#FAD6A5		
Yellowish Brown						
s.yBr 74 Strong Yellowish Brown	(7-8YR,8YR-1Y) 8.8YR4.6/8.5	#95500C		#996515		
deep yBr 75 Deep Yellowish Brown	(8YR-1Y) 8.8YR3.1/5	#593315		#654522		
l.yBr 76 Light Yellowish Brown	(7-8YR,8YR-1Y) 8.7YR6.5/5	#BB8B54		#C19A6B		
m.yBr 77 Moderate Yellowish Brown	(8YR-1Y) 9.5YR4.4/3.9	#7D512D		#826644		
d.yBr 78 Dark Yellowish Brown	(8YR-1Y) 9.4YR2.3/3.3	#3F2512		#4B3621		
l.gy.yBr 79 Light Grayish Yellowish Brown	(8YR-1Y) 9.7YR6.4/2.5	#B48764		#AE9B82		

gy.yBr 80 Grayish Yellowish Brown	(8YR-1Y) 9.5YR4.6/2.1	#785840		#7E6D5A		
d.gy.yBr 81 Dark Grayish Yellowish Brown	(8YR-1Y) 8.8YR2.5/1.6	#3D2B1F		#483C32		
Yellow						
v.Y 82 Vivid Yellow	(1-7Y) 3.3Y8/14.3 OUT	#FFB300		#F3C300		3.3Y8/11.9424
brill.Y 83 Brilliant Yellow	(1-7Y) 4.4Y8.7/8.9	#FFCF40		#FADA5E		
s.Y 84 Strong Yellow	(1-7Y) 3.7Y7.2/9.3	#E59E1F		#D4AF37		
deep Y 85 Deep Yellow	(1-7Y) 3.7Y5.9/9.1	#B57900		#AF8D13		
l.Y 86 Light Yellow	(1-7Y) 4.3Y8.8/6.8	#FFD35F		#F8DE7E		
m.Y 87 Moderate Yellow	(1-7Y) 3.8Y7.1/6.5	#D79D41		#C9AE5D		
d.Y 88 Dark Yellow	(1-7Y) 3.9Y6/6.4	#B07D2B		#AB9144		
p.Y 89 Pale Yellow	(1-7Y) 4.7Y9/3.8	#FFDB8B		#F3E5AB		

gy.Y 90 Grayish Yellow	(1-9Y) 4.4Y7.2/3.8	#CEA262		#C2B280		
d.gy.Y 91 Dark Grayish Yellow	(1-7Y) 3.8Y5.9/4	#A47C45		#A18F60		
yWhite 92 Yellowish White	(7-8YR,8YR-1Y,1-9Y,9Y-2GY,2-4GY) 4.5Y9.2/1.2	#FFE2B7		#F0EAD6		
yGy 93 Yellowish Gray	(7-8YR,8YR-1Y,1-9Y,9Y-2GY,2-4GY) 3.8Y7.4/1.4	#CAA885		#BFB8A5		
Olive Brown						
l.OlBr 94 Light Olive Brown	(1-4Y) 2.1Y4.9/7.9	#945D0B		#967117		
m.OlBr 95 Moderate Olive Brown	(1-4Y) 2.7Y3.6/5.5	#64400F		#6C541E		
d.OlBr 96 Dark Olive Brown	(1-4Y) 2Y1.9/2.2	#302112		#3B3121		
Greenish Yellow						
v.gY 97 Vivid Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.1Y8.2/12 OUT	#F4C800		#DCD300		9.1Y8.2/11.3795

brill.gY 98 Brilliant Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.8Y8.8/9.5	#FFDC33		#E9E450		
s.gY 99 Strong Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.2Y7.2/9.2	#CCA817		#BEB72E		
d.gY 100 Deep Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.2Y5.9/9.2 OUT	#9F8200		#9B9400		9.2Y5.9/8.7896
l.gY 101 Light Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.8Y8.9/7	#FFDE5A		#EAE679		
m.gY 102 Moderate Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.5Y7.1/6.5	#C4A43D		#B9B459		
d.gY 103 Dark Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.4Y5.9/6.3	#9B8127		#98943E		
p.gY 104 Pale Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9.5Y9/4.2	#FFDF84		#EBE8A4		

gy.gY 105 Grayish Greenish Yellow	(7-9Y,9Y-2GY) 9Y7.2/3.9	#C4A55F		#B9B57D		
Olive						
l.Ol 106 Light Olive	(4-9Y,9Y-2GY) 8.2Y5.1/5.6	#846A20		#867E36		
m.Ol 107 Moderate Olive	(4-9Y,9Y-2GY) 7.6Y3.8/5.4	#5E490F		#665D1E		
d.Ol 108 Dark Olive	(4-9Y,9Y-2GY) 8.9Y2.4/3.1	#362C12		#403D21		
l.gy.Ol 109 Light Grayish Olive	(4-9Y,9Y-2GY) 7.85Y5.5/2.5	#8B734B		#8C8767		
gy.Ol 110 Grayish Olive	(4-9Y,9Y-2GY) 8Y3.6/2	#52442C		#5B5842		
d.gyOl 111 Dark Grayish Olive	(4-9Y,9Y-2GY) 9.7Y2/1.8	#2B2517		#363527		
l.OlGy 112 Light Olive Gray	(4-9Y,9Y-2GY,2-4GY) 6.9Y5.5/1.3	#887359		#8A8776		
OlGy 113 Olive Gray	(4-9Y,9Y-2GY,2-4GY) 8.1Y3.5/0.9	#4D4234		#57554C		
OlBlack 114 Olive Black	(4-9Y,9Y-2GY,2-4GY) 9Y1.1/0.9	#121910		#25241D		

Yellow Green						
v.YG 115 Vivid Yellow Green not vivid yellowish green see #129	(2-8GY) 5.4GY6.8/11.2 OUT	#93AA00		#8DB600		5.4GY6.8/11.1473
brill.YG 116 Brilliant Yellow Green	(2-8GY) 4.9GY8.2/9.1	#CED23A		#BDDA57		
s.YG 117 Strong Yellow Green	(2-8GY) 5.4GY6/8.7	#7F8F18		#7E9F2E		
deep YG 118 Deep Yellow Green	(2-8GY) 7.4GY4.2/7.1	#425E17		#467129		
l.YG 119 Light Yellow Green	(2-8GY) 5GY8.4/5.6	#DCD36A		#C9DC89		
m.YG 120 Moderate Yellow Green	(2-8GY) 4.8GY6/5	#8B8940		#8A9A5B		
p.YG 121 Pale Yellow Green not pale yellowish green	(9Y-2GY,2-8GY) 3.4GY8.7/2.4	#F0D698		#DADFB7		

gy.YG 122 Grayish Yellow Green not grayish yellowish green	(9Y-2GY,2-8GY) 4.4GY6/2.3	#90845B		#8F9779		
Olive Green						
s.OlG 123 Strong Olive Green	(2-8GY) 4GY3/11 OUT	#0A4500		#404F00		4GY3/6.304
deep OlG 124 Deep Olive Green	(2-8GY) 4GY1.5/11 OUT	#142300		#232F00		4GY1.5/3.886
m.OlG 125 Moderate Olive Green	(2-8GY) 5.7GY3.6/4.8	#434B1B		#4A5D23		
d.OlG 126 Dark Olive Green	(2-8GY) 8GY2.2/3.6	#232C16		#2B3D26		
gy.OlG 127 Grayish Olive Green	(2-8GY) 4.6GY3.5/2	#48442D		#515744		
d.gy.OlG 128 Dark Grayish Olive Green	(2-8GY) 5.4GY2/1.8	#27261A		#31362B		

Yellowish Green						
v.yG 129 Vivid Yellowish Green see #115	(8GY-3G) 1.1G5.9/11.2	#379931		#27A64C		
brill.yG 130 Brilliant Yellowish Green	(8GY-3G) 0.3G7.7/8.6	#8CCB5E		#83D37D		
s.yG 131 Strong Yellowish Green	(8GY-3G) 0.4G5.4/8.7	#478430		#44944A		
deep yG 132 Deep Yellowish Green	(8GY-3G) 0.9G3.5/9 OUT	#00541F		#00622D		0.9G3.5/8.0245
v.deep yG 133 Very Deep Yellowish Green	(8GY-3G) 10GY1.5/11 OUT	#002800		#003118		10GY1.5/4.649
v.l.yG 134 Very Light Yellowish Green	(8GY-3G) 0.2G8.6/4.6	#C6DF90		#B6E5AF		

l.yG 135 Light Yellowish Green	(8GY-3G) 0.7G7.4/5.2	#007BA7 see #167 #170		#93C592		conversion better; #9AB973 in color dictionary
m.yG 136 Moderate Yellowish Green	(8GY-3G) 0.5G5.5/4.8	#657F4B		#679267		
d.yG 137 Dark Yellowish Green	(8GY-3G) 0.6G3.5/5	#304B26		#355E3B		
v.d.yG 138 Very Dark Yellowish Green	(8GY-3G) 0.3G1.8/4.3	#132712		#173620		
Green						
v.G 139 Vivid Green	(3-9G) 3.2G4.9/11.1 OUT	#007D34		#008856		3.2G4.9/8.546
brill.G 140 Brilliant Green	(3-9G) 6.2G6.5/8.3	#47A76A		#3EB489		
s.G 141 Strong Green	(3-9G) 5.8G4.4/8.7 OUT	#006B3C		#007959		5.8G4.4/7.0657
deep G 142 Deep Green	(3-9G) 5.1G3/8.1 OUT	#004524		#00543D		5.1G3/5.7915

v.l.G 143 Very Light Green	(3-9G) 6.5G7.8/4.9	#98C793		#8ED1B2		
l.G 144 Light Green	(3-9G) 6G6.4/5.1	#719B6E		#6AAB8E		
m.G 145 Moderate Green	(3-9G) 6.3G4.5/5.1	#386646		#3B7861		
d.G 146 Dark Green	(3-9G) 6.6G2.8/4.6	#203A27		#1B4D3E		
v.d.G 147 Very Dark Green	(3-9G) 8G1.8/3	#16251C		#1C352D		
v.p.G 148 Very Pale Green	(8GY-3G,3-9G) 7.3G8.8/1.9	#D8DEBA		#C7E6D7		
p.G 149 Pale Green	(8GY-3G,3-9G,9G-10BG) 7.6G6.4/1.7	#8D917A		#8DA399		
gy.G 150 Grayish Green	(8GY-3G,3-9G,9G-10BG) 8.8G4.5/1.8	#575E4E		#5E716A		

d.gy.G 151 Dark Grayish Green not dark greenish yellowish green or dark grayish yellowish green	(8GY-3G,3-9G,9G-10BG) 1BG2.9/1.8	#313830		#3A4B47		
blackish G 152 Blackish Green	(8GY-3G,3-9G,9G-10BG) 10G1/1.4	#141613		#1A2421		
gWhite 153 Greenish White	(4GY-8GY,8GY-3G,3G-9G,9G-10BG) 10G9.2/0.8	#F5E6CB		#DFEDE8		better
l.gGy 154 Light Greenish Gray	(4GY-8GY,8GY-3G,3G-9G,9G-10BG) 3G7.5/0.9	#BAAF96		#B2BEB5		
gGy 155 Greenish Gray	(4GY-8GY,8GY-3G,3G-9G,9G-10BG) 7.5G5.5/1	#7A7666		#7D8984		

d.gGy 156 Dark Greenish Gray	(4GY-8GY,8GY-3G,3G-9G,9G-10BG) 1.5BG3.5/0.9	#45433B		#4E5755		
gBlack 157 Greenish Black	(4GY-8GY,8GY-3G,3G-9G,9G-10BG) 8.7G1/0.7	#181513		#1E2321		
Bluish Green						
v.bG 158 Vivid Bluish Green	(9G-10BG) 5BG5/13 OUT	#00836E		#008882		5BG5/6.8
brill.bG 159 Brilliant Bluish Green	(9G-10BG) 2.9BG6/9.6 OUT	#009B76		#00A693		2.9BG6/7.9673
s.bG 160 Strong Bluish Green	(9G-10BG) 4.6BG4.5/8.5 OUT	#006D5B		#007A74		4.6B4.5/6.1853
deep bG 161 Deep Bluish Green	(9G-10BG) 2.8BG2.4/8.3 OUT	#00382B		#00443F		2.8BG2.4/4.478
v.l.bG 162 Very Light Bluish Green	(9G-10BG) 4.4BG8.3/4.6	#A0D6B4		#96DED1		
l.bG 163 Light Bluish Green	(9G-10BG) 4.6BG6.5/4.9	#669E85		#66ADA4		

m.bG 164 Moderate Bluish Green	(9G-10BG) 4.6BG4.5/5	#2F6556		#317873		
d.bG 165 Dark Bluish Green	(9G-10BG) 4.9BG2.7/5 OUT	#013A33		#004B49		4.9BG2.7/4.4886
v.d.bG 166 Very Dark Bluish Green	(9G-10BG) 3.6BG1.2/4 OUT	#001D18		#002A29		3.6BG1.2/3.033
Greenish Blue						
v.gB 167 Vivid Greenish Blue	(10BG-9B) 5B5/13 OUT see #170 #176	#007BA7 see #135 #170		#0085A1		
brill.gB 168 Brilliant Greenish Blue	(10BG-9B) 4.6B5.9/7.7	#2A8D9C		#239EBA		
s.gB 169 Strong Greenish Blue	(10BG-9B) 4.9B4.5/8.4 OUT	#00677E		#007791		4.9B4.5/6.6453
deep gB 170 Deep Greenish Blue	(10BG-9B) 5B5/13 OUT see #167 #176 same as #167; guess 5B2/9	#007BA7 see #135 #167		#2E8495		guess 2.8B5/6
v.l.gB 171 Very Light Greenish Blue	(10BG-9B) 4B8/4	#A3C6C0		#9CD1DC		

l.gB 172 Light Greenish Blue	(10BG-9B) 4.5B6.5/5.4	#649A9E		#66AABC		
m.gB 173 Moderate Greenish Blue	(10BG-9B) 4.7B4.5/5.2	#30626B		#367588		
d.gB 174 Dark Greenish Blue	(10BG-9B) 3.7B2.7/5 OUT	#003841		#004958		3.7B2.7/4.4696
v.d.gB 175 Very Dark Greenish Blue	(10BG-9B) 5B1.5/3.6 OUT	#022027		#002E3B		5B1.5/3.453
Blue						
v.B 176 Vivid Blue, ultramarine	(9B-5PB,5-7PB) 5B5/14 OUT see #167 #170	#007CAD		#00A1C2		guess 5B6/8.291 0,161,194
brill.B 177 Brilliant Blue, celestial blue	(9B-5PB,5-7PB) 1.6PB5.9/9.4	#4285B4		#4997D0		
s.B 178 Strong Blue, bright blue	(9B-5PB,5-7PB) 2.9PB4.1/10.4 OUT	#00538A		#0067A5		2.9PB4.1/9.935

deep B 179 Deep Blue, royal blue	(9B-5PB,5-7PB) 2.8PB2.5/7.9 OUT	#002F55		#00416A		2.8PB2.5/6.817
v.l.B 180 Very Light Blue, baby blue	(9B-5PB,5-7PB) 2.7PB7.9/6	#A6BDD7		#A1CAF1		
l.B 181 Light Blue, sky blue	(9B-5PB,5-7PB) 1.6PB6.4/6.9	#6C92AF		#70A3CC		
m.B 182 Moderate Blue, cerulean blue	(9B-5PB,5-7PB) 3PB4.3/6.8	#395778		#436B95		
d.B 183 Dark Blue, navy blue	(9B-5PB,5-7PB) 2.2PB1.7/5.5 OUT	#002137		#00304E		2.2PB1.7/5.353
v.p.B 184 Very Pale Blue, cloud blue	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 1.5PB8.3/3.3	#C1CACA		#BCD4E6		
p.B 185 Pale Blue, alice blue	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 0.6PB6.5/2.6	#919192		#91A3B0		
gy.B 186 Grayish Blue, slate blue	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 0.2PB4.2/3	#4A545C		#536878		

d.gy.B 187 Dark Grayish Blue	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 9.2B2.7/2	#2C3337		#36454F		
blackish B 188 Blackish Blue	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 9.8B1.3/1.5	#161A1E		#202830		
bWhite 189 Bluish White	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 9.2B9.1/1.2	#F9DFCF		#E9E9ED		conversion better; #CFDFF9 transposed but too dark
l.bGy 190 Light Bluish Gray	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 8.2B7.5/1	#BEADA1		#B4BCC0		
bGy 191 Bluish Gray	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 8.9B5.5/0.9	#7D746D		#81878B		
d.bGy 192 Dark Bluish Gray	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 0.3PB3.6/1.1	#464544		#51585E		
bBlack 193 Bluish Black	(10BG-9B,9B-5PB,5-9PB) 9.6B1.1/0.8	#151719		#202428		

Purplish Blue						
v.pB 194 Vivid Purplish Blue not very purplish blue	(7-9PB) 7.8PB2/12.5	#20155E		#30267A		
brill.pB 195 Brilliant Purplish Blue	(7-9PB) 7.3PB5.1/9	#62639B		#6C79B8		
s.pB 196 Strong Purplish Blue	(7-9PB) 8PB4/10.9	#474389		#545AA7		
deep pB 197 Deep Purplish Blue	(7-9PB) 7.8PB1.5/8	#1A153F		#272458		
v.l.pB 198 Very Light Purplish Blue	(7-9PB) 7.4PB7.6/5.2	#BAACC7		#B3BCE2		
l.pB 199 Light Purplish Blue	(7-9PB) 7.3PB6/6.5	#837DA2		#8791BF		
m.pB 200 Moderate Purplish Blue	(7-9PB) 7.9PB3.5/6.5	#423C63		#4E5180		

d.pB 201 Dark Purplish Blue	(7-9PB) 8PB1.3/4.3	#1A162A		#252440		
v.p.pB 202 Very Pale Purplish Blue	(5-9PB) 7PB8/3.7	#CBBAC5		#C0C8E1		
p.pB 203 Pale Purplish Blue	(5-9PB) 7PB6/3.9	#8A7F8E		#8C92AC		
gy.pB 204 Grayish Purplish Blue	(5-9PB) 6.9PB3.4/3.8	#413D51		#4C516D		
Violet						
v.V 205 Vivid Violet	(9PB-3P) 2P5/14	#884BAE		#9065CA		
brill.V 206 Brilliant Violet	(9PB-3P) 9.9PB5.1/9.4	#755D9A		#7E73B8		
s.V 207 Strong Violet	(9PB-3P) 0.2P3.7/10.1	#53377A		#604E97		
deep V 208 Deep Violet	(9PB-3P) 1.1P1.2/8.6	#240935		#32174D		
v.l.V 209 Very Light Violet	(9PB-3P) 2P8.5/7 OUT	#EEBEF1		#DCD0FF		2P8.5/5.9
l.V 210 Light Violet	(9PB-3P) 0.5P5.6/7.1	#876C99		#8C82B6		

m.V 211 Moderate Violet	(9PB-3P) 1.4P3.6/7	#543964		#604E81		
d.V 212 Dark Violet	(9PB-3P) 1.4P1.3/4.9	#22132B		#2F2140		
v.p.V 213 Very Pale Violet	(9PB-3P) 9.7PB7.9/3.7	#D8B1BF		#C4C3DD		
p.V 214 Pale Violet	(9PB-3P) 1.3P6/4	#957B8D		#9690AB		
gy.V 215 Grayish Violet	(9PB-3P) 1.2P3.3/3.9	#46394B		#554C69		
Purple						
v.P 216 Vivid Purple	(3-9P) 6P4.5/14.0	#943391		#9A4EAE		
brill.P 217 Brilliant Purple	(3-9P) 6P7/11	#DD80CC		#D399E6		
s.P 218 Strong Purple	(3-9P) 6.5P4.3/9.2	#803E75		#875692		
deep P 219 Deep Purple	(3-9P) 6.3P2.7/9.1	#531A50		#602F6B		
v.deep P 220 Very Deep Purple	(3-9P) 5P1.5/8	#320B35		#401A4C		
v.l.P 221 Very Light Purple	(3-9P) 6.5P7.8/5.1	#E3A9BE		#D5BADB		

l.P 222 Light Purple	(3-9P) 6.2P6.5/6.5	#BA7FA2		#B695C0		
m.P 223 Moderate Purple	(3-9P) 6.6P4.5/7.1	#7F4870		#86608E		
d.P 224 Dark Purple	(3-9P) 6.3P2.8/4.9	#472A3F		#563C5C		
v.d.P 225 Very Dark Purple	(3-9P) 6.9P1/4.5	#230D21		#301934		
v.p.P 226 Very Pale Purple	(9PB-3P,3-9P) 5.5P8.2/3.2	#E6BBC1		#D6CADD		
p.P 227 Pale Purple	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP,9RP-1R) 7.9P6.4/3.1	#AE848B		#AA98A9		
gy.P 228 Grayish Purple	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP,9RP-1R) 8.1P4.5/2.7	#72525C		#796878		
d.gy.P 229 Dark Grayish Purple	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP,9RP-1R) 0.5RP2.8/2	#452D35		#50404D		
blackish P 230 Blackish Purple	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP,9RP-1R) 0.8RP0.9/1.6 OUT	#1D1018		#291E29		0.8RP1/1.6

pWhite 231 Purplish White	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP) 2.5RP9/0.8	#FADBC8		#E8E3E5		better
l.pGy 232 Light Purplish Gray	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP) 0.3RP7.5/1.1	#C8A99E		#BFB9BD		
pGy 233 Purplish Gray	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP,9RP-1R) 1RP5.5/0.9	#88706B		#8B8589		
d.pGy 234 Dark Purplish Gray	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP,9RP-1R) 1RP3.6/1	#564042		#5D555B		
pBlack 235 Purplish Black	(9PB-3P,3-9P,9P-3RP,3-9RP,9RP-1R) 9.54P0.9/0.6 OUT	#1B1116		#242124		9.54P1/0.6
Reddish Purple						
v.rP 236 Vivid Reddish Purple	(9P-3RP) 1RP3/14 OUT	#7E0059		#870074		1RP3/13.823
s.rP 237 Strong Reddish Purple	(9P-3RP) 1.3RP4.4/10.2	#9A366B		#9E4F88		

deep rP 238 Deep Reddish Purple	(9P-3RP) 1RP2.8/9.5	#641349		#702963		
v.deep rP 239 Very Deep Reddish Purple	(9P-3RP) 0.9RP1.9/8.9	#470736		#54194E		
l.rP 240 Light Reddish Purple	(9P-3RP) 0.7RP6/6.9	#BB6C8A		#B784A7		
m.rP 241 Moderate Reddish Purple	(9P-3RP) 0.8RP4.5/7	#8C4566		#915C83		
d.rP 242 Dark Reddish Purple	(9P-3RP) 1.3RP2.8/4.8	#4F273A		#5D3954		
v.d.rP 243 Very Dark Reddish Purple	(9P-3RP) 1.5RP1/4.8	#270A1F		#341731		
p.rP 244 Pale Reddish Purple	(9P-3RP) 1.3RP6/4.2	#AC7580		#AA8A9E		
gy.rP 245 Grayish Reddish Purple	(9P-3RP) 1RP4.5/4.2	#7D4D5D		#836479		

Purplish Pink						
brill.pPk 246 Brilliant Purplish Pink	(9P-3RP,3-9RP) 6RP8.5/11 OUT	#FF97BB		#FFC8D6		6RP8.5/5.3
s.pPk 247 Strong Purplish Pink	(9P-3RP,3-9RP) 5.6RP6.8/9	#F6768E		#E68FAC		
deep pPk 248 Deep Purplish Pink	(9P-3RP,3-9RP) 4.4RP6/12.2	#EB5284		#DE6FA1		
l.pPk 249 Light Purplish Pink	(9P-3RP,3-9RP) 4.6RP8/5.5	#FFA8AF		#EFBBCC		
m.pPk 250 Moderate Purplish Pink	(9P-3RP,3-9RP) 4.6RP6.8/6.7	#E28090		#D597AE		
d.pPk 251 Dark Purplish Pink	(3-9RP) 6.4RP5.9/7	#C76574		#C17E91		
p.pPk 252 Pale Purplish Pink	(9P-3RP,3-9RP) 3.7RP8.4/3.3	#FDBDBA		#E8CCD7		
gy.pPk 253 Grayish Purplish Pink	(9P-3RP,3-9RP) 3.7RP7/3.5	#CC9293		#C3A6B1		
Purplish Red						
v.pR 254 Vivid Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 7.6RP4.9/13.6	#D5265B		#CE4676		

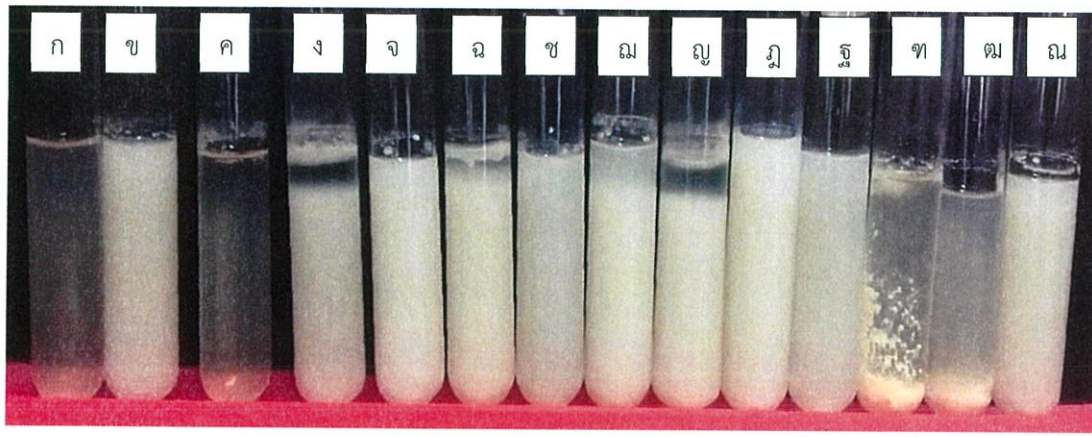
s.pR 255 Strong Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 7.3RP4.4/11.4	#B32851		#B3446C		
deep pR 256 Deep Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 7.3RP2.6/10.1	#6F0035		#78184A		
v.deep pR 257 Very Deep Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 6.8RP1.7/8	#470027		#54133B		
m.pR 258 Moderate Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 7.1RP4.5/9	#A73853		#A8516E		
d.pR 259 Dark Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 7.1RP2.7/6	#5B1E31		#673147		
v.d.pR 260 Very Dark Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 6.6RP0.9/4.8 OUT	#28071A		#38152C		6.6RP1/4.8
l.gy.pR 261 Light Grayish Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 7.8RP5.9/4.2	#B27070		#AF868E		
gy.pR 262 Grayish Purplish Red	(3-9RP,9RP-1R) 7RP4.5/5.1	#8C4852		#915F6D		
Neutral						
White 263 White	(all) 2.5PB9.5/0.2	#FFC9D7		#F2F3F4		better
l.Gy 264 Light Gray	(all) 6.7Y7.4/0.2	#C2A894		#B9B8B5		

med.Gy 265 Medium Gray	(all) 3.3GY5.4/0.1	#817066		#848482		
d.Gy 266 Dark Gray	(all) 2.5PB3.5/0	#49423D		#555555		
Black 267 Black	(all) 2.5PB0.8/0 OUT	#131313		#222222		2.5PB1/0

ภาคผนวก ค

1. การตกตกตะกอน (Coagulation) และการย่อยสลาย (Peptonization) โปรตีนในน้ำนม

1.1 การตกตกตะกอนในน้ำนม



รูปที่ 1(ค) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีท

(ก) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

(ข) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

(ค) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

(ง) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(จ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

(ฉ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(ช) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

(ฌ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

(ญ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

(ฎ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

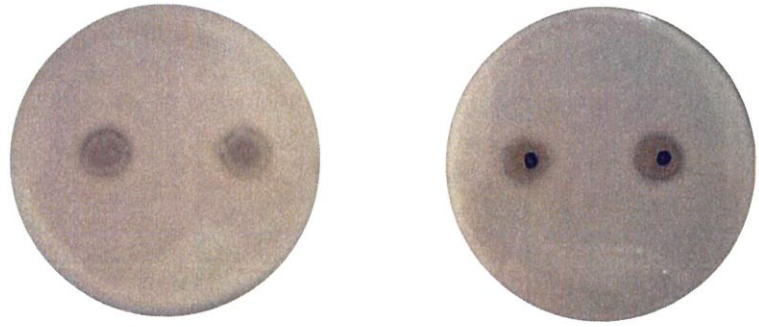
(ฐ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ฑ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

(ฒ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ณ) แสดงการตกตะกอนในน้ำนมของแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

1.2 การย่อยสลาย (Peptonization) โปรตีนในน้ำนม

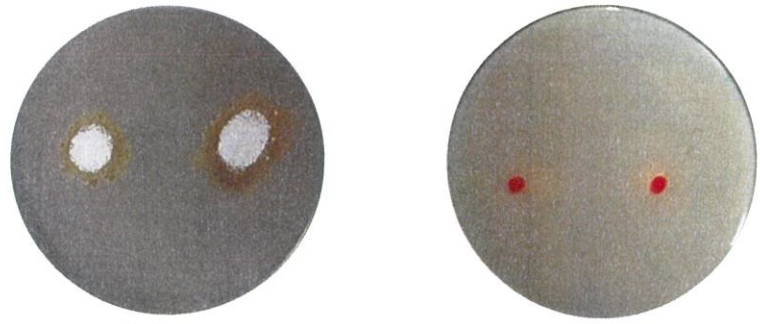


(ก) (ข)

รูปที่ 2(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

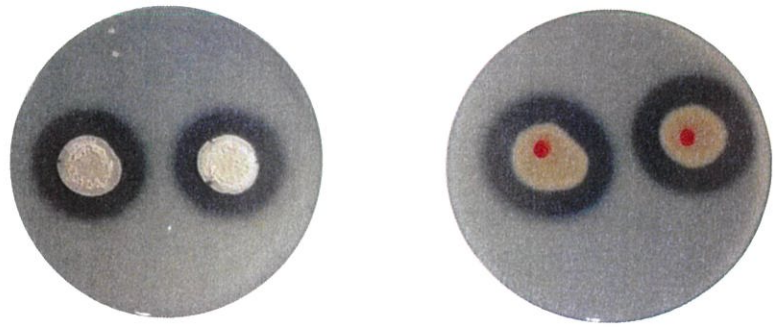


(ก) (ข)

รูปที่ 3(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

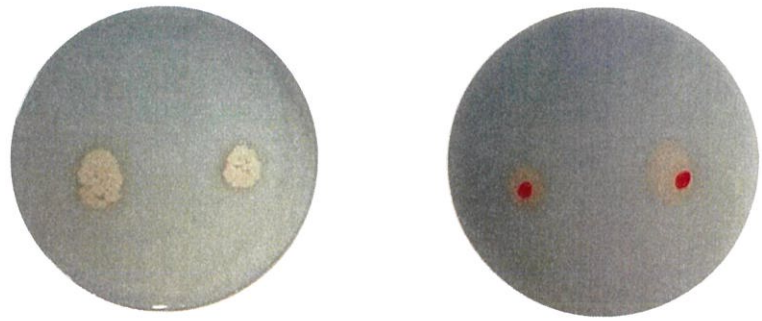


(ก) (ข)

รูปที่ 4(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

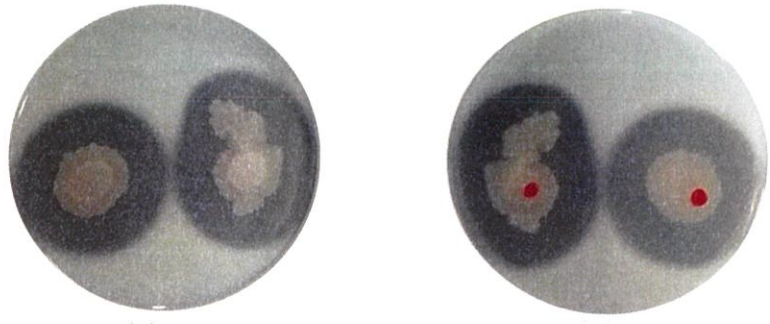


(ก) (ข)

รูปที่ 5(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

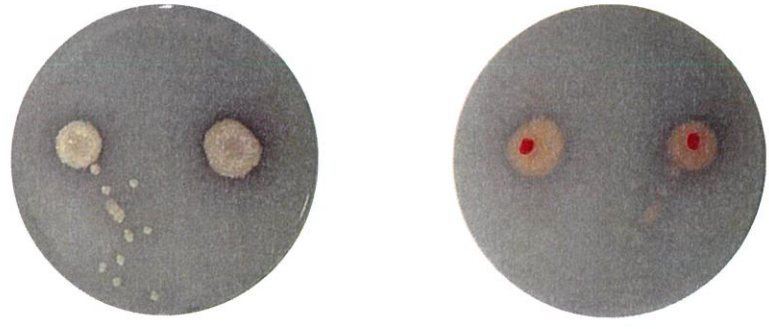


(ก) (ข)

รูปที่ 6(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

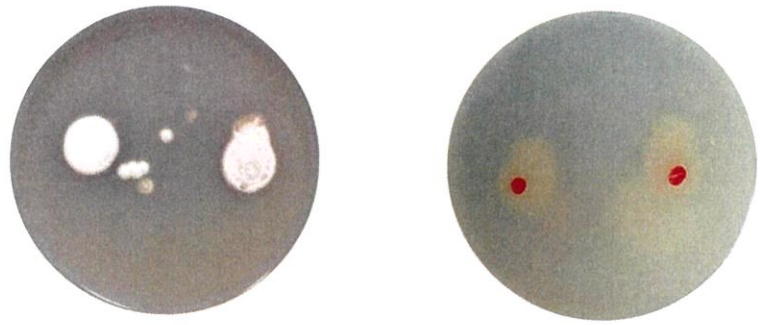


(ก) (ข)

รูปที่ 7(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

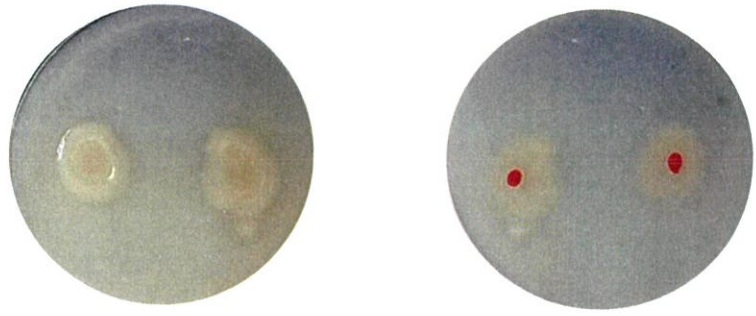


(ก) (ข)

รูปที่ 8(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

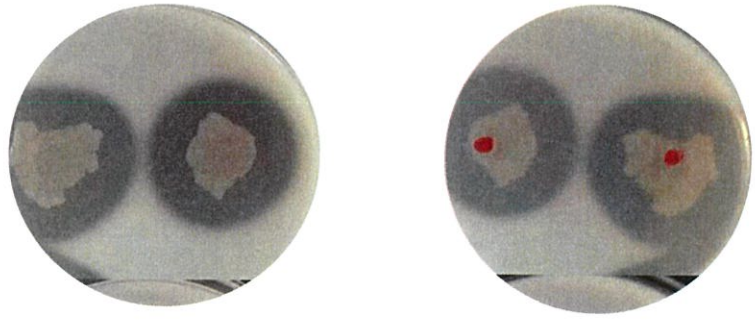


(ก) (ข)

รูปที่ 9(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

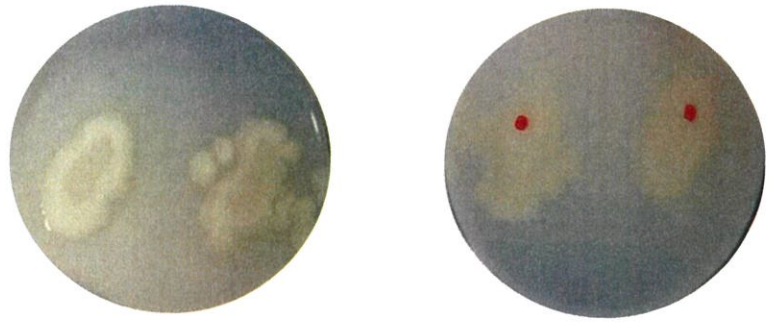


(ก) (ข)

รูปที่ 10(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1



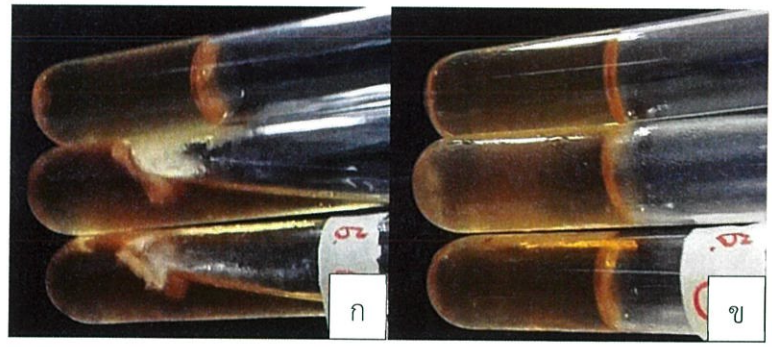
(ก) (ข)

รูปที่ 11(ค) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

(ก) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

(ข) แสดงการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนมด้านล่างอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

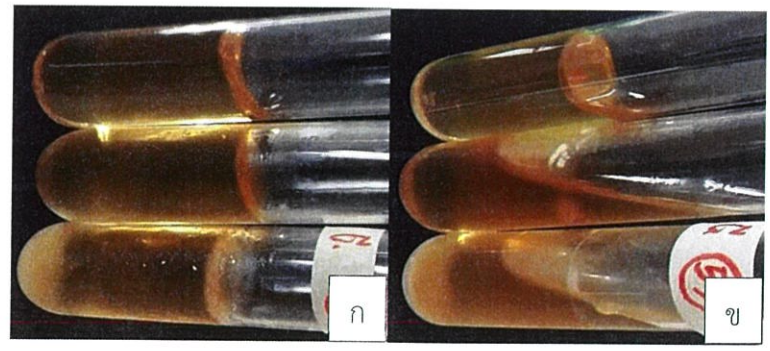
2. การย่อยสลายเจลาติน



รูปที่ 12(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1,K5761-2

(ก) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

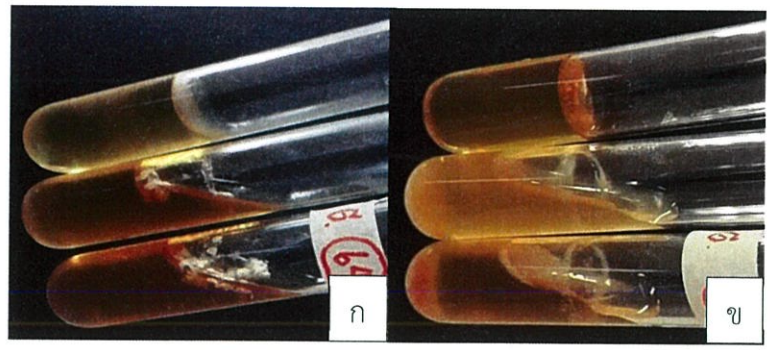
(ข) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2



รูปที่ 13(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2, K6786-3

(ก) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

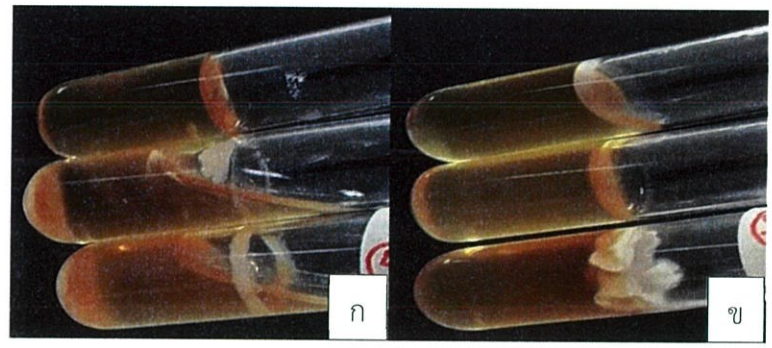
(ข) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3



รูปที่ 14(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3, B8800-3

(ก) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

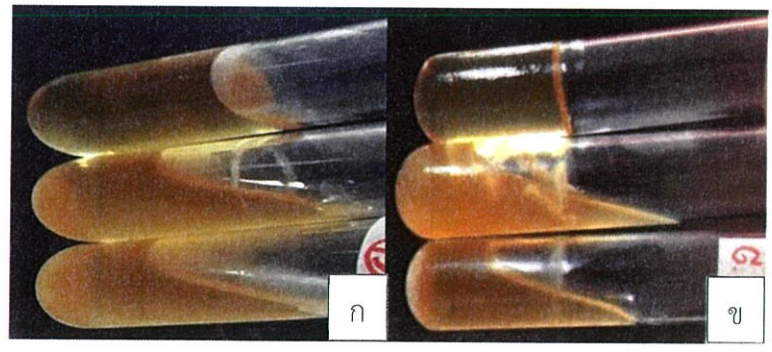
(ข) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3



รูปที่ 15(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2, B2805-1

(ก) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

(ข) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

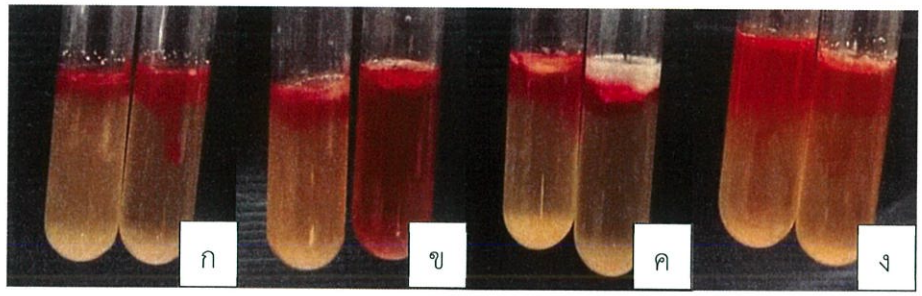


รูปที่ 16(ค) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1, B8810-1

(ก) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

(ข) แสดงการย่อยสลายเจลาตินของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1

3. การเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรท (Nitrate reduction)



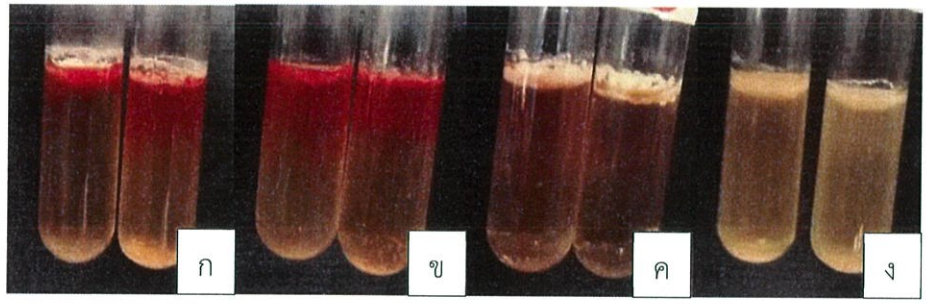
รูปที่ 17(ค) แสดงการการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3, K6786-3, B7786-1 และ B8810-1

(ก) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

(ข) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

(ค) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

(ง) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1



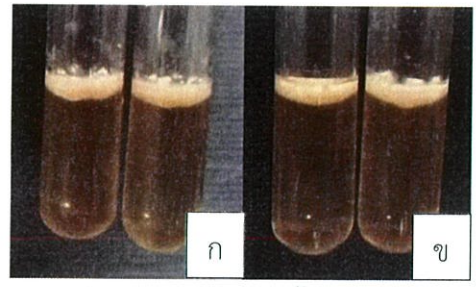
รูปที่ 18(ค) แสดงการการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3, B8808-2, K5761-2 และ K3774-2

(ก) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

(ข) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ค) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

(ง) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

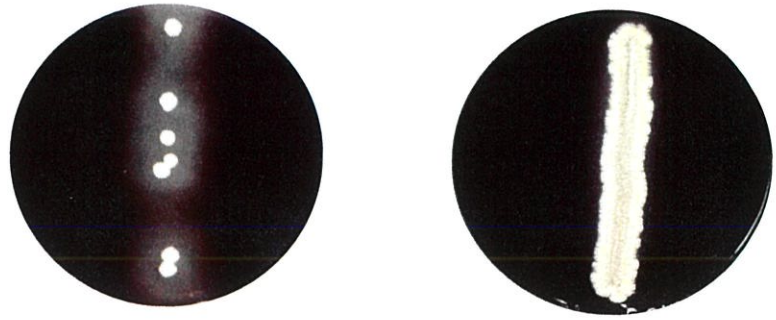


รูปที่ 19(ค) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 และ B4801-1

(ก) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(ข) แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไนเตรทของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

4. คุณสมบัติการย่อยแป้งของแอคติโนมัยซีท

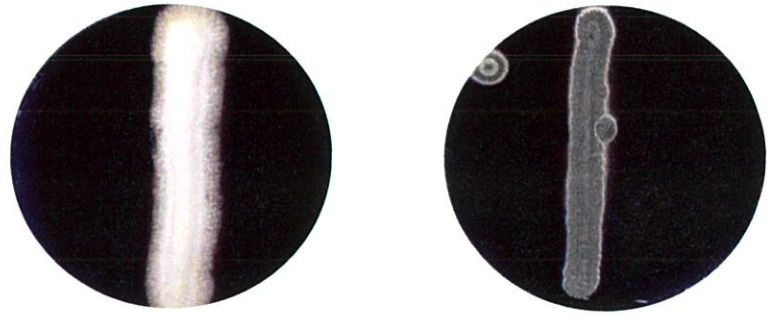


(ก) (ข)

รูปที่ 20(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 และ B1782-3

(ก) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2

(ข) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3

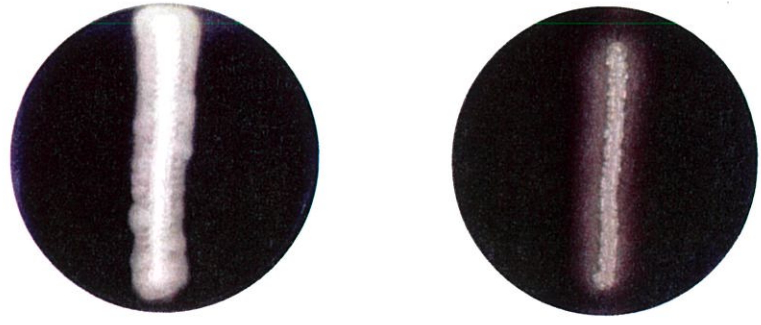


(ก) (ข)

รูปที่ 21(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 และ K5761-2

(ก) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1

(ข) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2

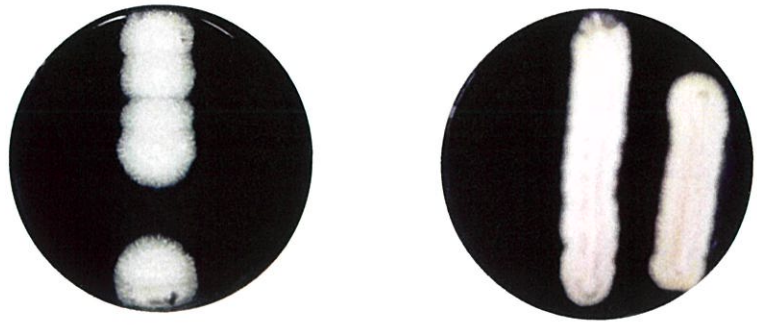


(ก) (ข)

รูปที่ 22(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 และ K6786-3

(ก) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3

(ข) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3

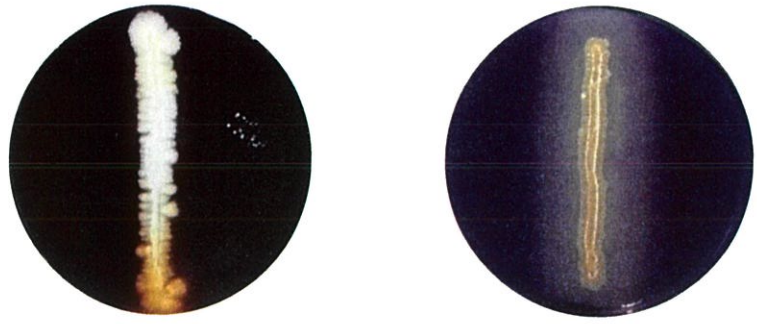


(ก) (ข)

รูปที่ 23(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 และ B8810-1

(ก) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1

(ข) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1



(ก) (ข)

รูปที่ 24(ค) แสดงการย่อยแป้งของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2 และ B7786-1

(ก) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K3774-2

(ข) แสดงการการย่อยแป้งบนอาหารของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1

ภาคผนวก ง

ตารางที่ 1(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0001	0.0005	0.0003
6	0.0009	0.0015	0.0012
9	0.0013	0.0017	0.0015
12	0.0022	0.0028	0.0025
15	0.0019	0.0025	0.0022
18	0.0026	0.0030	0.0028
21	0.0031	0.0039	0.0035
24	0.0037	0.0043	0.0040
27	0.0032	0.0040	0.0036
30	0.0033	0.0037	0.0035
33	0.0038	0.0042	0.0040
36	0.0034	0.0043	0.0039

ตารางที่ 2(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0006	0.0010	0.0008
6	0.0008	0.0012	0.0010
9	0.0009	0.0013	0.0011
12	0.0011	0.0019	0.0015
15	0.0008	0.0018	0.0013
18	0.0023	0.0029	0.0026
21	0.0029	0.0037	0.0033
24	0.0047	0.0053	0.0050
27	0.0046	0.0052	0.0049
30	0.0048	0.0052	0.0050
33	0.0043	0.0051	0.0047
36	0.0045	0.0051	0.0048

ตารางที่ 3(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว International Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0001	0.0005	0.0003
6	0.0009	0.0011	0.0010
9	0.0007	0.0011	0.0009
12	0.0018	0.0022	0.0020
15	0.0021	0.0027	0.0024
18	0.0032	0.0038	0.0035
21	0.0025	0.0031	0.0028
24	0.0027	0.0033	0.0030
27	0.0029	0.0033	0.0031
30	0.0028	0.0036	0.0032
33	0.0026	0.0032	0.0029
36	0.0002	0.0004	0.0003

ตารางที่ 4(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ทีมีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0024	0.0032	0.0028
6	0.0026	0.0034	0.0030
9	0.0025	0.0031	0.0028
12	0.0032	0.0038	0.0035
15	0.0075	0.0079	0.0077
18	0.0126	0.0130	0.0128
21	0.0121	0.0129	0.0125
24	0.0134	0.0138	0.0136
27	0.0133	0.0139	0.0136
30	0.0119	0.0123	0.0121
33	0.0131	0.0135	0.0133
36	0.0124	0.0130	0.0127

ตารางที่ 5(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0036	0.0044	0.0040
6	0.0047	0.0053	0.0050
9	0.0042	0.0050	0.0046
12	0.0052	0.0056	0.0054
15	0.0047	0.0053	0.0050
18	0.0058	0.0066	0.0062
21	0.0069	0.0073	0.0071
24	0.0098	0.0104	0.0101
27	0.0117	0.0123	0.0120
30	0.0153	0.0157	0.0155
33	0.0148	0.0150	0.0149
36	0.0149	0.0155	0.0152

ตารางที่ 6(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B2805-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0001	0.0003	0.0002
6	0.0007	0.0011	0.0009
9	0.0013	0.0017	0.0015
12	0.0012	0.0016	0.0014
15	0.0028	0.0032	0.0030
18	0.0031	0.0039	0.0035
21	0.0029	0.0039	0.0034
24	0.0030	0.0036	0.0033
27	0.0033	0.0037	0.0035
30	0.0034	0.0040	0.0037
33	0.0031	0.0039	0.0035
36	0.0026	0,0034	0.0030

ตารางที่ 7(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ทีมีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0025	0.0029	0.0027
6	0.0023	0.0029	0.0026
9	0.0024	0.0032	0.0028
12	0.0051	0.0059	0.0055
15	0.0088	0.0094	0.0091
18	0.0097	0.0103	0.0100
21	0.0112	0.0118	0.0115
24	0.0107	0.0117	0.0112
27	0.0104	0.0112	0.0108
30	0.0089	0.0099	0.0094
33	0.0113	0.0119	0.0116
36	0.0116	0.0118	0.0117

ตารางที่ 8(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0029	0.0039	0.0034
6	0.0038	0.0046	0.0042
9	0.0041	0.0045	0.0043
12	0.0044	0.0048	0.0046
15	0.0046	0.0054	0.0050
18	0.0045	0.0051	0.0048
21	0.0073	0.0079	0.0076
24	0.0098	0.0106	0.0102
27	0.0134	0.0140	0.0137
30	0.0135	0.0137	0.0136
33	0.0129	0.0133	0.0131
36	0.0135	0.0139	0.0137

ตารางที่ 9(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0012	0.0014	0.0013
6	0.0009	0.0013	0.0011
9	0.0020	0.0022	0.0021
12	0.0016	0.0018	0.0017
15	0.0018	0.0024	0.0021
18	0.0027	0.0035	0.0031
21	0.0019	0.0027	0.0023
24	0.0022	0.0026	0.0024
27	0.0036	0.0040	0.0038
30	0.0061	0.0065	0.0063
33	0.0060	0.0066	0.0063
36	0.0057	0.0063	0.0060

ตารางที่ 10(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0003	0.0005	0.0004
6	0.0007	0.0011	0.0009
9	0.0006	0.0010	0.0008
12	0.0009	0.0015	0.0012
15	0.0019	0.0017	0.0023
18	0.0038	0.0042	0.0040
21	0.0039	0.0047	0.0043
24	0.0037	0.0043	0.0040
27	0.0038	0.0044	0.0041
30	0.0034	0.0040	0.0037
33	0.0036	0.0046	0.0041
36	0.0039	0.0047	0.0043

ตารางที่ 11(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0006	0.0010	0.0008
6	0.0009	0.0015	0.0012
9	0.0021	0.0029	0.0025
12	0.0019	0.0027	0.0023
15	0.0032	0.0038	0.0035
18	0.0051	0.0057	0.0054
21	0.0057	0.0065	0.0061
24	0.0051	0.0057	0.0054
27	0.0057	0.0061	0.0059
30	0.0054	0.0060	0.0057
33	0.0058	0.0062	0.0060
36	0.0056	0.0062	0.0059

ตารางที่ 12(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8808-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0005	0.0007	0.0006
6	0.0001	0.0003	0.0002
9	0.0018	0.0024	0.0021
12	0.0022	0.0026	0.0024
15	0.0028	0.0032	0.0030
18	0.0029	0.0033	0.0031
21	0.0026	0.0032	0.0029
24	0.0023	0.0031	0.0027
27	0.0028	0.0030	0.0029
30	0.0029	0.0031	0.0030
33	0.0024	0.0030	0.0027
36	0.0027	0.0031	0.0029

ตารางที่ 13(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0013	0.0017	0.0015
6	0.0021	0.0025	0.0023
9	0.0024	0.0030	0.0027
12	0.0046	0.0054	0.0050
15	0.0047	0.0051	0.0049
18	0.0089	0.0099	0.0094
21	0.0091	0.0099	0.0095
24	0.0098	0.0104	0.0101
27	0.0099	0.0109	0.0104
30	0.0096	0.0102	0.0099
33	0.0102	0.0112	0.0107
36	0.0098	0.0106	0.0102

ตารางที่ 14(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0023	0.0029	0.0026
6	0.0036	0.0044	0.0040
9	0.0038	0.0040	0.0039
12	0.0049	0.0059	0.0054
15	0.0072	0.0080	0.0076
18	0.0132	0.0140	0.0136
21	0.0134	0.0142	0.0138
24	0.0138	0.0150	0.0144
27	0.0156	0.0162	0.0159
30	0.0161	0.0167	0.0164
33	0.0152	0.0158	0.0155
36	0.0158	0.0164	0.0161

ตารางที่ 15(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8800-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0009	0.0015	0.0012
6	0.0001	0.0003	0.0002
9	0.0008	0.0018	0.0013
12	0.0016	0.0020	0.0018
15	0.0015	0.0021	0.0018
18	0.0012	0.0020	0.0016
21	0.0011	0.0021	0.0016
24	0.0026	0.0034	0.0030
27	0.0023	0.0029	0.0026
30	0.0024	0.0032	0.0028
33	0.0026	0.0032	0.0029
36	0.0017	0.0023	0.0020

ตารางที่ 16(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0008	0.0014	0.0011
6	0.0009	0.0015	0.0012
9	0.0007	0.0019	0.0013
12	0.0009	0.0015	0.0012
15	0.0018	0.0024	0.0021
18	0.0027	0.0041	0.0034
21	0.0072	0.0078	0.0075
24	0.0091	0.0099	0.0095
27	0.0103	0.0113	0.0108
30	0.0117	0.0121	0.0119
33	0.0116	0.0122	0.0119
36	0.0114	0.0120	0.0117

ตารางที่ 17(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0014	0.0020	0.0017
6	0.0013	0.0019	0.0016
9	0.0012	0.0020	0.0016
12	0.0028	0.0036	0.0032
15	0.0022	0.0030	0.0026
18	0.0029	0.0035	0.0032
21	0.0058	0.0064	0.0061
24	0.0089	0.0093	0.0091
27	0.0129	0.0135	0.0132
30	0.0118	0.0126	0.0122
33	0.0117	0.0127	0.0122
36	0.0116	0.0128	0.0122

ตารางที่ 18(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0017	0.0027	0.0022
6	0.0009	0.0017	0.0013
9	0.0011	0.0019	0.0015
12	0.0023	0.0033	0.0028
15	0.0006	0.0012	0.0009
18	0.0022	0.0026	0.0024
21	0.0039	0.0047	0.0043
24	0.0037	0.0049	0.0043
27	0.0024	0.0030	0.0027
30	0.0029	0.0037	0.0033
33	0.0014	0.0020	0.0017
36	0.0021	0.0031	0.0026

ตารางที่ 19(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0004	0.0012	0.0008
6	0.0009	0.0015	0.0012
9	0.0017	0.0027	0.0022
12	0.0027	0.0031	0.0029
15	0.0021	0.0027	0.0024
18	0.0032	0.0040	0.0036
21	0.0043	0.0049	0.0046
24	0.0048	0.0052	0.0050
27	0.0037	0.0041	0.0039
30	0.0039	0.0047	0.0043
33	0.0044	0.0054	0.0049
36	0.0045	0.0049	0.0047

ตารางที่ 20(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0007	0.0013	0.0010
6	0.0011	0.0019	0.0015
9	0.0018	0.0024	0.0021
12	0.0022	0.0028	0.0025
15	0.0021	0.0027	0.0024
18	0.0033	0.0043	0.0038
21	0.0042	0.0052	0.0047
24	0.0047	0.0051	0.0049
27	0.0045	0.0051	0.0048
30	0.0042	0.0048	0.0045
33	0.0041	0.0053	0.0047
36	0.0044	0.0048	0.0046

ตารางที่ 21(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B4801-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0001	0.0003	0.0002
6	0.0006	0.0010	0.0008
9	0.0019	0.0029	0.0024
12	0.0017	0.0021	0.0019
15	0.0021	0.0025	0.0023
18	0.0028	0.0036	0.0032
21	0.0041	0.0049	0.0045
24	0.0042	0.0050	0.0046
27	0.0040	0.0048	0.0044
30	0.0036	0.0042	0.0039
33	0.0037	0.0045	0.0041
36	0.0041	0.0047	0.0044

ตารางที่ 22(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0007	0.0011	0.0009
6	0.0014	0.0020	0.0017
9	0.0018	0.0022	0.0020
12	0.0021	0.0029	0.0025
15	0.0027	0.0033	0.0030
18	0.0032	0.0038	0.0035
21	0.0036	0.0044	0.0040
24	0.0037	0.0041	0.0039
27	0.0034	0.0040	0.0037
30	0.0036	0.0044	0.0040
33	0.0033	0.0041	0.0037
36	0.0034	0.0044	0.0039

ตารางที่ 23(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0013	0.0017	0.0015
6	0.0016	0.0024	0.0020
9	0.0021	0.0029	0.0025
12	0.0017	0.0025	0.0021
15	0.0026	0.0034	0.0030
18	0.0031	0.0039	0.0035
21	0.0038	0.0044	0.0041
24	0.0043	0.0047	0.0045
27	0.0036	0.0042	0.0039
30	0.0038	0.0044	0.0041
33	0.0039	0.0045	0.0042
36	0.0037	0.0049	0.0043

ตารางที่ 24(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K6786-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0003	0.0007	0.0005
6	0.0012	0.0018	0.0015
9	0.0009	0.0019	0.0014
12	0.0011	0.0015	0.0013
15	0.0026	0.0032	0.0029
18	0.0029	0.0039	0.0034
21	0.0031	0.0039	0.0035
24	0.0033	0.0041	0.0037
27	0.0029	0.0039	0.0034
30	0.0028	0.0038	0.0033
33	0.0032	0.0036	0.0034
36	0.0034	0.0038	0.0036

ตารางที่ 25(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0005	0.0011	0.0008
6	0.0007	0.0013	0.0010
9	0.0013	0.0023	0.0018
12	0.0011	0.0019	0.0015
15	0.0015	0.0021	0.0018
18	0.0017	0.0023	0.0020
21	0.0026	0.0034	0.0030
24	0.0028	0.0034	0.0031
27	0.0029	0.0035	0.0032
30	0.0024	0.0034	0.0029
33	0.0026	0.0034	0.0030
36	0.0027	0.0033	0.0030

ตารางที่ 26(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0007	0.0013	0.0010
6	0.0009	0.0015	0.0012
9	0.0012	0.0018	0.0015
12	0.0014	0.0016	0.0015
15	0.0013	0.0019	0.0016
18	0.0017	0.0023	0.0020
21	0.0031	0.0039	0.0035
24	0.0032	0.0040	0.0036
27	0.0036	0.0044	0.0040
30	0.0039	0.0051	0.0045
33	0.0041	0.0045	0.0043
36	0.0042	0.0048	0.0045

ตารางที่ 27(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B1782-3 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0002	0.0006	0.0004
6	0.0004	0.0010	0.0007
9	0.0010	0.0018	0.0014
12	0.0017	0.0023	0.0020
15	0.0016	0.0022	0.0019
18	0.0013	0.0017	0.0015
21	0.0011	0.0021	0.0016
24	0.0017	0.0023	0.0020
27	0.0015	0.0025	0.0020
30	0.0012	0.0024	0.0018
33	0.0014	0.0020	0.0017
36	0.0017	0.0021	0.0019

ตารางที่ 28(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 โดยเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0006	0.0010	0.0008
6	0.0019	0.0027	0.0023
9	0.0016	0.0022	0.0019
12	0.0017	0.0023	0.0020
15	0.0026	0.0034	0.0030
18	0.0037	0.0043	0.0040
21	0.0039	0.0043	0.0041
24	0.0038	0.0046	0.0042
27	0.0036	0.0042	0.0039
30	0.0033	0.0041	0.0037
33	0.0036	0.0044	0.0040
36	0.0037	0.0047	0.0042

ตารางที่ 29(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0012	0.0018	0.0015
6	0.0021	0.0029	0.0025
9	0.0019	0.0029	0.0024
12	0.0022	0.0024	0.0023
15	0.0029	0.0035	0.0032
18	0.0036	0.0042	0.0039
21	0.0041	0.0047	0.0044
24	0.0052	0.0056	0.0054
27	0.0049	0.0055	0.0052
30	0.0048	0.0054	0.0051
33	0.0047	0.0057	0.0052
36	0.0049	0.0057	0.0053

ตารางที่ 30(ง) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ K5761-2 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Streptomyces Project agar, ISP medium no.2 (ISP2) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0002	0.0004	0.0003
6	0.0011	0.0019	0.0015
9	0.0006	0.0010	0.0008
12	0.0007	0.0017	0.0012
15	0.0019	0.0029	0.0024
18	0.0028	0.0042	0.0035
21	0.0024	0.0036	0.0030
24	0.0029	0.0035	0.0032
27	0.0027	0.0039	0.0033
30	0.0028	0.0042	0.0035
33	0.0031	0.0037	0.0034
36	0.0029	0.0039	0.0034

ภาคผนวก จ

ตารางที่ 1(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0049	0.0053	0.0051
6	0.0078	0.0080	0.0079
9	0.0011	0.0037	0.0024
12	0.0061	0.0057	0.0059
15	0.0029	0.0035	0.0032
18	0.0059	0.0055	0.0057
21	0.0046	0.0050	0.0048
24	0.0071	0.0065	0.0068
27	0.0071	0.0067	0.0069
30	0.0020	0.0016	0.0018
33	0.0025	0.0031	0.0028
36	0.0062	0.0060	0.0061

ตารางที่ 2(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0163	0.0165	0.0164
6	0.0202	0.0206	0.0204
9	0.0128	0.0098	0.0113
12	0.0165	0.0137	0.0151
15	0.0220	0.0226	0.0223
18	0.0176	0.0172	0.0174
21	0.0178	0.0180	0.0179
24	0.0129	0.0125	0.0127
27	0.0119	0.0125	0.0122
30	0.0120	0.0114	0.0117
33	0.0129	0.0127	0.0128
36	0.0166	0.0164	0.0165

ตารางที่ 3(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 8

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0175	0.0179	0.0177
6	0.0159	0.0151	0.0153
9	0.0149	0.0147	0.0148
12	0.0192	0.0194	0.0193
15	0.0217	0.0213	0.0215
18	0.0146	0.0174	0.0160
21	0.0189	0.0163	0.0176
24	0.0212	0.0182	0.0197
27	0.0222	0.0218	0.0220
30	0.0141	0.0171	0.0156
33	0.0184	0.0168	0.0176
36	0.0209	0.0217	0.0213

ตารางที่ 4(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 9

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0191	0.0195	0.0193
6	0.0229	0.0225	0.0227
9	0.0149	0.0177	0.0163
12	0.0150	0.0166	0.0158
15	0.0259	0.0257	0.0258
18	0.0162	0.0192	0.0177
21	0.0198	0.0200	0.0199
24	0.0175	0.0147	0.0161
27	0.0193	0.0187	0.0190
30	0.0159	0.0149	0.0154
33	0.0170	0.0174	0.0172
36	0.0206	0.0200	0.0203

ตารางที่ 5(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0196	0.0192	0.0194
6	0.0238	0.0240	0.0239
9	0.0197	0.0205	0.0201
12	0.0200	0.0204	0.0202
15	0.0232	0.0228	0.0230
18	0.0189	0.0215	0.0202
21	0.0182	0.0206	0.0194
24	0.0244	0.0246	0.0245
27	0.0267	0.0273	0.0270
30	0.0187	0.0177	0.0182
33	0.0190	0.0182	0.0186
36	0.0188	0.0184	0.0186

ตารางที่ 6(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0289	0.0293	0.0291
6	0.0331	0.0335	0.0333
9	0.0227	0.0221	0.0224
12	0.0255	0.0251	0.0253
15	0.0295	0.0293	0.0294
18	0.0292	0.0296	0.0294
21	0.0289	0.0297	0.0293
24	0.0318	0.0312	0.0315
27	0.0313	0.0309	0.0311
30	0.0291	0.0295	0.0293
33	0.0246	0.0242	0.0244
36	0.0319	0.0325	0.0322

ตารางที่ 7(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ปราศจากความเข้มข้นเกลือ

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0049	0.0053	0.0051
6	0.0078	0.0080	0.0079
9	0.0013	0.0035	0.0024
12	0.0057	0.0061	0.0059
15	0.0045	0.0019	0.0032
18	0.0054	0.0060	0.0057
21	0.0046	0.0050	0.0048
24	0.0069	0.0067	0.0068
27	0.0066	0.0072	0.0069
30	0.0020	0.0016	0.0018
33	0.0027	0.0029	0.0028
36	0.0058	0.0064	0.0061

ตารางที่ 8(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 7

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0175	0.0181	0.0178
6	0.0136	0.0138	0.0137
9	0.0159	0.0157	0.0158
12	0.0162	0.0167	0.0165
15	0.0248	0.0248	0.0248
18	0.0142	0.0176	0.0159
21	0.0218	0.0222	0.0220
24	0.0195	0.0187	0.0191
27	0.0188	0.0190	0.0189
30	0.0137	0.0143	0.0140
33	0.0120	0.0114	0.0117
36	0.0168	0.0172	0.0170

ตารางที่ 9(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 8

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0124	0.0128	0.0126
6	0.0271	0.0241	0.0256
9	0.0165	0.0169	0.0167
12	0.0160	0.0166	0.0163
15	0.0208	0.0204	0.0206
18	0.0187	0.0193	0.0190
21	0.0181	0.0177	0.0179
24	0.0126	0.0144	0.0135
27	0.0189	0.0191	0.0190
30	0.0167	0.0171	0.0169
33	0.0165	0.0159	0.0162
36	0.0201	0.0205	0.0203

ตารางที่ 10(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 9

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0200	0.0206	0.0203
6	0.0183	0.0189	0.0186
9	0.0188	0.0196	0.0192
12	0.0187	0.0197	0.0192
15	0.0227	0.0231	0.0229
18	0.0229	0.0233	0.0231
21	0.0194	0.0176	0.0185
24	0.0162	0.0192	0.0177
27	0.0267	0.0273	0.0270
30	0.0191	0.0199	0.0195
33	0.0205	0.0203	0.0204
36	0.0190	0.0182	0.0186

ตารางที่ 11(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 10

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0219	0.0215	0.0217
6	0.0143	0.0171	0.0157
9	0.0195	0.0197	0.0196
12	0.0171	0.0141	0.0156
15	0.0234	0.0230	0.0232
18	0.0186	0.0240	0.0213
21	0.0287	0.0291	0.0289
24	0.0169	0.0139	0.0154
27	0.0259	0.0263	0.0261
30	0.0171	0.0175	0.0173
33	0.0196	0.0200	0.0198
36	0.0177	0.0185	0.0181

ตารางที่ 12(จ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีความเข้มข้นเกลือร้อยละ 15

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0319	0.0325	0.0322
6	0.0331	0.0335	0.0333
9	0.0280	0.0236	0.0258
12	0.0223	0.0249	0.0236
15	0.0346	0.0350	0.0348
18	0.0310	0.0272	0.0291
21	0.0262	0.0244	0.0253
24	0.0317	0.0335	0.0326
27	0.0354	0.0350	0.0352
30	0.0269	0.0287	0.0278
33	0.0271	0.0277	0.0274
36	0.0313	0.0307	0.0310

ภาคผนวก ฉ

ภาคผนวก 1(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0025	0.0027	0.0026
6	0.0035	0.0029	0.0032
9	0.0015	0.0013	0.0014
12	0.0017	0.0021	0.0019
15	0.0019	0.0023	0.0021
18	0.0017	0.0017	0.0017
21	0.0015	0.0009	0.0012
24	0.0058	0.0054	0.0056
27	0.0061	0.0059	0.0060
30	0.0015	0.0027	0.0021
33	0.0049	0.0053	0.0051
36	0.0041	0.0047	0.0044

ภาคผนวก 2(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 6.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0018	0.0020	0.0019
6	0.0011	0.0013	0.0012
9	0.0015	0.0011	0.0013
12	0.0019	0.0023	0.0021
15	0.0009	0.0005	0.0007
18	0.0011	0.0008	0.0009
21	0.0029	0.0025	0.0027
24	0.0071	0.0067	0.0069
27	0.0047	0.0025	0.0036
30	0.0032	0.0062	0.0047
33	0.0096	0.0090	0.0093
36	0.0002	0.0002	0.0004

ภาคผนวก 3(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0042	0.0036	0.0039
6	0.0009	0.0007	0.0008
9	0.0018	0.0016	0.0017
12	0.0026	0.0020	0.0023
15	0.0027	0.0031	0.0029
18	0.0007	0.0005	0.0006
21	0.0007	0.0009	0.0008
24	0.0065	0.0071	0.0068
27	0.0044	0.0030	0.0037
30	0.0040	0.0032	0.0036
33	0.0125	0.0135	0.0130
36	0.0069	0.0067	0.0068

ภาคผนวก 4(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 8.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0041	0.0039	0.0040
6	0.0054	0.0050	0.0052
9	0.0013	0.0009	0.0011
12	0.0026	0.0024	0.0025
15	0.0016	0.0004	0.0010
18	0.0029	0.0035	0.0032
21	0.0025	0.0031	0.0028
24	0.0107	0.0103	0.0105
27	0.0132	0.0134	0.0133
30	0.0057	0.0051	0.0054
33	0.0095	0.0089	0.0092
36	0.0042	0.0044	0.0043

ภาคผนวก 5(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 9.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0025	0.0023	0.0024
6	0.0016	0.0020	0.0018
9	0.0017	0.0019	0.0018
12	0.0006	0.0004	0.0005
15	0.0021	0.0017	0.0019
18	0.0014	0.0016	0.0015
21	0.0006	0.0008	0.0007
24	0.0162	0.0158	0.0160
27	0.0119	0.0101	0.0110
30	0.0139	0.0141	0.0140
33	0.0068	0.0064	0.0066
36	0.0029	0.0025	0.0027

ภาคผนวก 6(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0111	0.0121	0.0116
6	0.0095	0.0097	0.0096
9	0.0059	0.0055	0.0057
12	0.0028	0.0020	0.0024
15	0.0032	0.0036	0.0034
18	0.0010	0.0020	0.0015
21	0.0028	0.0016	0.0022
24	0.0049	0.0055	0.0052
27	0.0019	0.0031	0.0025
30	0.0009	0.0021	0.0015
33	0.0089	0.0095	0.0092
36	0.0025	0.0021	0.0023

ภาคผนวก 7(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 6.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0089	0.0085	0.0087
6	0.0057	0.0051	0.0054
9	0.0033	0.0031	0.0032
12	0.0037	0.0041	0.0039
15	0.0025	0.0027	0.0026
18	0.0032	0.0028	0.0030
21	0.0062	0.0068	0.0065
24	0.0085	0.0079	0.0082
27	0.0019	0.0033	0.0026
30	0.0033	0.0045	0.0039
33	0.0089	0.0091	0.0090
36	0.0012	0.0008	0.0010

ภาคผนวก 8(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0077	0.0073	0.0075
6	0.0064	0.0066	0.0065
9	0.0046	0.0044	0.0045
12	0.0061	0.0049	0.0055
15	0.0034	0.0038	0.0036
18	0.0030	0.0032	0.0031
21	0.0054	0.0056	0.0055
24	0.0029	0.0041	0.0035
27	0.0060	0.0056	0.0058
30	0.0052	0.0042	0.0047
33	0.0111	0.0117	0.0114
36	0.0029	0.0033	0.0031

ภาคผนวก 9(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 8.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0096	0.0094	0.0095
6	0.0075	0.0079	0.0077
9	0.0032	0.0044	0.0038
12	0.0055	0.0053	0.0054
15	0.0032	0.0036	0.0034
18	0.0027	0.0029	0.0028
21	0.0003	0.0009	0.0006
24	0.0109	0.0115	0.0112
27	0.0046	0.0036	0.0041
30	0.0009	0.0017	0.0013
33	0.0072	0.0066	0.0069
36	0.0039	0.0043	0.0041

ภาคผนวก 10(ฉ) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 9.5

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0047	0.0041	0.0044
6	0.0024	0.0026	0.0025
9	0.0017	0.0015	0.0016
12	0.0030	0.0030	0.0030
15	0.0037	0.0033	0.0035
18	0.0029	0.0033	0.0031
21	0.0033	0.0019	0.0026
24	0.0067	0.0063	0.0065
27	0.0025	0.0039	0.0032
30	0.0027	0.0013	0.0020
33	0.0050	0.0054	0.0052
36	0.0028	0.0024	0.0026

ภาคผนวก ช

ภาคผนวก 1(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0024	0.0028	0.0026
6	0.0047	0.0051	0.0049
9	0.0016	0.0004	0.0010
12	0.0018	0.0022	0.0020
15	0.0019	0.0027	0.0023
18	0.0017	0.0019	0.0018
21	0.0018	0.0018	0.0018
24	0.0028	0.0032	0.0030
27	0.0049	0.0053	0.0051
30	0.0028	0.0006	0.0017
33	0.0106	0.0110	0.0108
36	0.0221	0.0219	0.0220

ภาคผนวก 2(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0002	0.0008	0.0005
6	0.0039	0.0041	0.0040
9	0.0017	0.0003	0.0010
12	0.0048	0.0050	0.0049
15	0.0043	0.0047	0.0045
18	0.0075	0.0079	0.0077
21	0.0014	0.0038	0.0026
24	0.0050	0.0036	0.0043
27	0.0093	0.0101	0.0097
30	0.0006	0.0022	0.0014
33	0.0097	0.0095	0.0096
36	0.0240	0.0236	0.0238

ภาคผนวก 3(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0019	0.0021	0.0020
6	0.0006	0.0010	0.0008
9	0.0010	0.0012	0.0011
12	0.0038	0.0032	0.0035
15	0.0037	0.0043	0.0040
18	0.0040	0.0042	0.0041
21	0.0057	0.0063	0.0060
24	0.0126	0.0120	0.0123
27	0.0097	0.0093	0.0095
30	0.0007	0.0031	0.0019
33	0.0079	0.0083	0.0081
36	0.0172	0.0168	0.0170

ภาคผนวก 4(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B8810-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0031	0.0027	0.0029
6	0.0003	0.0009	0.0006
9	0.0014	0.0010	0.0012
12	0.0020	0.0018	0.0019
15	0.0008	0.0010	0.0009
18	0.0021	0.0025	0.0023
21	0.0015	0.0003	0.0009
24	0.0062	0.0068	0.0065
27	0.0055	0.0047	0.0051
30	0.0015	0.0029	0.0022
33	0.0073	0.0077	0.0075
36	0.0160	0.0158	0.0159

ภาคผนวก 5(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0039	0.0043	0.0041
6	0.0016	0.0012	0.0014
9	0.0009	0.0013	0.0011
12	0.0028	0.0022	0.0025
15	0.0029	0.0031	0.0030
18	0.0070	0.0066	0.0068
21	0.0009	0.0019	0.0014
24	0.0079	0.0087	0.0083
27	0.0072	0.0054	0.0063
30	0.0088	0.0062	0.0075
33	0.0093	0.0087	0.0090
36	0.0033	0.0029	0.0031

ภาคผนวก 6(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0041	0.0037	0.0039
6	0.0035	0.0037	0.0036
9	0.0029	0.0025	0.0027
12	0.0034	0.0030	0.0032
15	0.0044	0.0046	0.0045
18	0.0039	0.0023	0.0031
21	0.0058	0.0080	0.0069
24	0.0028	0.0032	0.0030
27	0.0037	0.0035	0.0036
30	0.0049	0.0057	0.0053
33	0.0143	0.0137	0.0140
36	0.0079	0.0083	0.0081

ภาคผนวก 7(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0023	0.0027	0.0025
6	0.0026	0.0028	0.0027
9	0.0015	0.0019	0.0017
12	0.0027	0.0031	0.0029
15	0.0003	0.0015	0.0009
18	0.0040	0.0034	0.0037
21	0.0034	0.0028	0.0031
24	0.0057	0.0065	0.0061
27	0.0054	0.0056	0.0055
30	0.0029	0.0017	0.0023
33	0.0108	0.0126	0.0117
36	0.0098	0.0102	0.0100

ภาคผนวก 8(ช) ค่าน้ำหนักแห้งของเซลล์จากการเจริญของเชื้อแอคติโนมัยซีทไอโซเลทที่ B7786-1 จากการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร เหลว Yeast extract-Malt extract (YEME) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

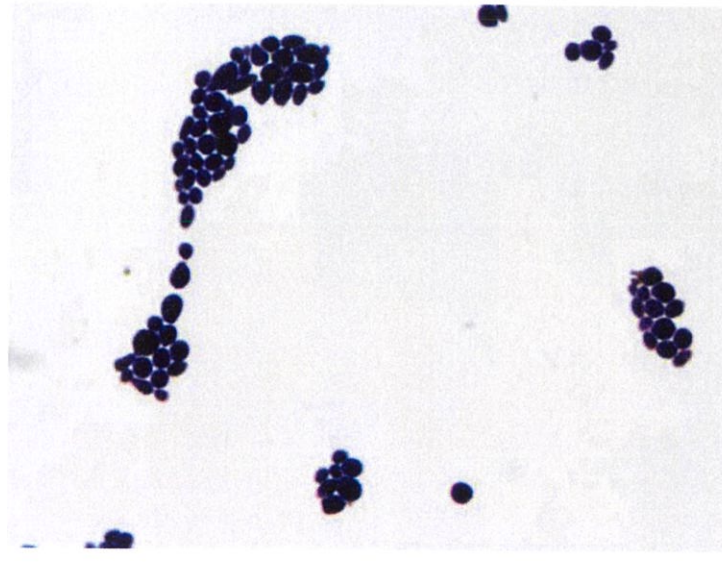
เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัม)		
	ฟลาสก์ที่ 1	ฟลาสก์ที่ 2	ค่าเฉลี่ย
3	0.0027	0.0031	0.0029
6	0.0061	0.0045	0.0053
9	0.0012	0.0016	0.0014
12	0.0021	0.0023	0.0022
15	0.0045	0.0039	0.0042
18	0.0019	0.0007	0.0013
21	0.0016	0.0026	0.0021
24	0.0065	0.0063	0.0064
27	0.0064	0.0061	0.0063
30	0.0020	0.0006	0.0013
33	0.0112	0.0098	0.0105
36	0.0087	0.0105	0.0096

ภาคผนวก ซ

เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆที่นำมาใช้ในการทดสอบการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเชื้อแอคติโนมัยซีท

1) *Candida albicans*

Candida albicans เป็นเชื้อยีสต์ ติดสีแกรมบวก มีรูปร่างทรงกลมหรือรี ขนาด 8-12 ไมโครเมตร มีการแตกหน่อระหว่างเซลล์ที่ต่อกัน *Candida albicans* เป็นเชื้อประจำถิ่น (normal flora) ในร่างกายมนุษย์บริเวณผิวหนัง ทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร และระบบสืบพันธุ์ แต่เชื้อดังกล่าวสามารถก่อให้เกิดโรค candidiosis หรือ candidiasis ซึ่งเป็นการติดเชื้อในบริเวณเยื่อบุตามร่างกาย และสามารถลุกลามไปสู่อวัยวะภายใน รวมทั้งสามารถกระจายสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต การติดเชื้อ *Candida albicans* สามารถติดต่อกับบุคคลอื่นได้ ในกรณีการติดเชื้อในช่องคลอด จะมีอาการคันและเกิดตกขาว การติดเชื้อจะเกิดภายในร่างกาย ยกเว้นกรณีที่มีการสัมผัสเนื้อเยื่อของผู้ที่มีบาดแผลติดเชื้อโดยตรง อาจติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ การใส่ท่อสวนปัสสาวะ และในปัจจุบันการติดเชื้อดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง เช่น ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ป่วยเอดส์ และผู้ป่วยโรคมะเร็ง เป็นต้น (นงลักษณ์, 2547)

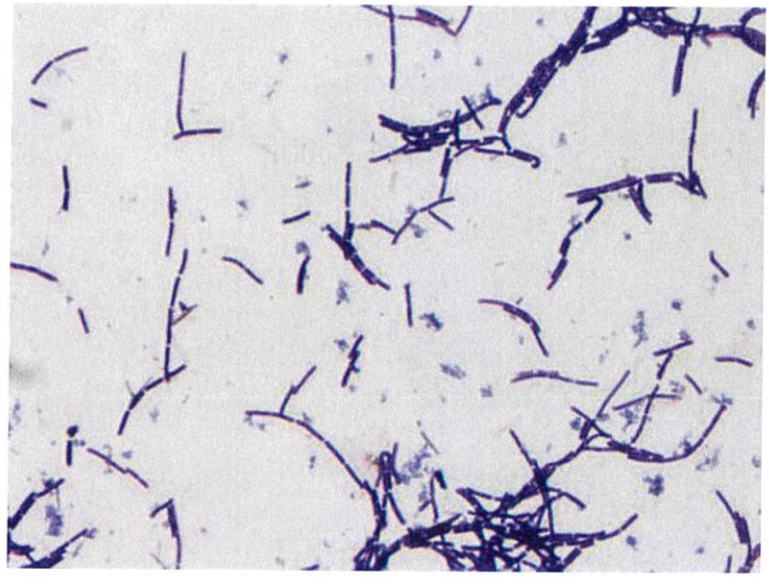


รูปที่ 1(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Candida albicans*

2) *Bacillus cereus*

Bacillus cereus มีลักษณะรูปร่างแท่ง ติดสีแกรมบวก เรียงตัวเป็นสายและสร้างเอนโด-สปอร์ เจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน ตามแหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อในธรรมชาติ ดิน น้ำ พืช และอาหาร *Bacillus cereus* เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสุขลักษณะ เพราะสามารถทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษภายใน 8-16 ชั่วโมง โดยอาการของผู้ป่วยเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ อาการท้องร่วง (Diarrhealsyndrome) มีอาการปวดท้องรุนแรงและมีอุจจาระเหลว ไม่ค่อยมีอาการคลื่นไส้ และอีกแบบคือ ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้อาเจียนรุนแรง

แหล่งที่พบเชื้อจะพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ดิน ผลิตภัณฑ์จากแป้ง เครื่องเทศ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์และเครื่องปรุงรสต่างๆ ทำให้สามารถปนเปื้อนในอาหารได้ง่าย เป็นเชื้อที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งคนสามารถรับเข้าสู่ร่างกายโดยการสัมผัสอาหาร ภาชนะที่ใส่อาหาร และโดยการสัมผัสจากอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ปนเปื้อนเชื้อ *Bacillus cereus* เข้าสู่ร่างกาย ก่อให้เกิดการเจ็บป่วยได้ (รัชนีและคณะ, 2550)

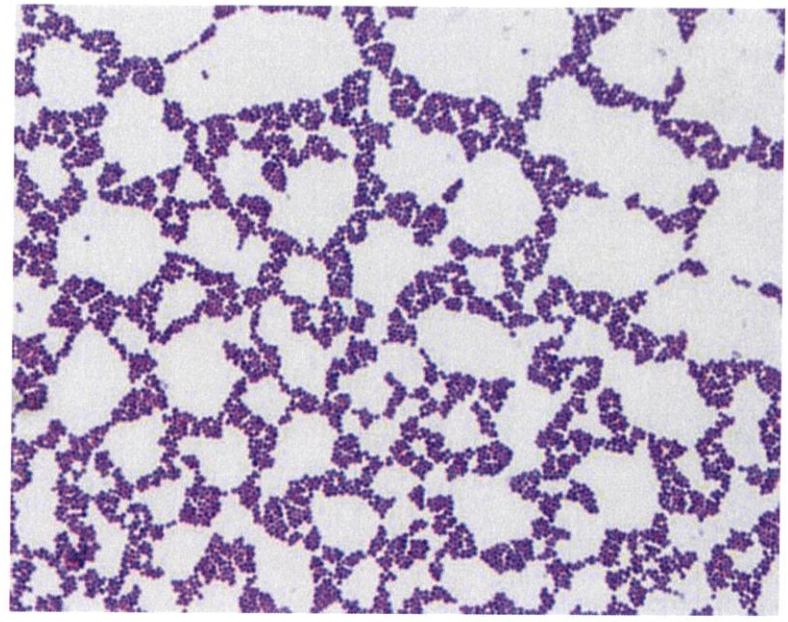


รูปที่ 2(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Bacillus cereus*

3) *Micrococcus luteus*

Micrococcus luteus เป็นแบคทีเรียรูปกลมหรือทรงไข่ มีขนาด 0.05-3.4 ไมโครเมตร เรียงตัวกันเป็นกลุ่ม ติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ ส่วนใหญ่จะพบอยู่เป็นกลุ่ม 4 เซลล์หรือเกาะกัน 8 เซลล์ ลักษณะโคโลนีบนอาหารแข็งส่วนมากสีจะค่อนข้างขาวหรือสีเหลือง *Micrococcus luteus* มีความต้องการอากาศในการเจริญอย่างมาก (obligate aerobe) โดยทั่วไปมักพบเชื้อชนิดนี้ได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในน้ำนม ซากสัตว์ ฝุ่นและดินที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร และยังเป็นเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่นบนผิวหนังของมนุษย์อีกด้วย

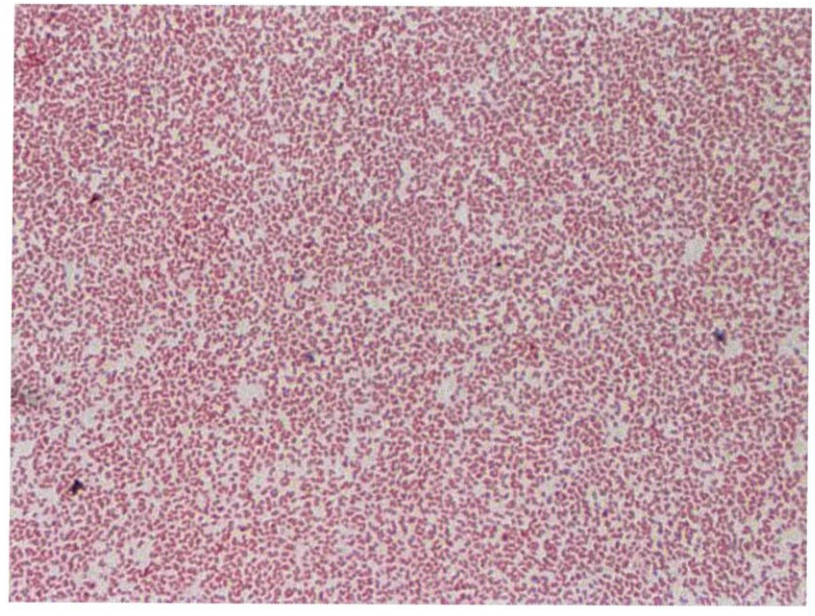
การก่อโรค ส่วนใหญ่เป็นการติดเชื้อฉวยโอกาสในผู้ป่วยที่มีระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง สามารถก่อโรคติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาท และการติดเชื้อในกระแสเลือด (ภัทรชัย, 2551)



รูปที่ 3(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Micrococcus luteus*

4) *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa เป็นแบคทีเรียรูปร่างแท่ง ติดสีแกรมลบ เป็นแบคทีเรียในวงศ์ *Pseudomonadaceae* สามารถเคลื่อนที่ได้โดย flagellum 1 เส้นที่ติดอยู่บริเวณขั้วเซลล์ ปกติจะพบกระจายในดิน น้ำ ขยะหรือในพืช และเป็นเชื้อประจำถิ่น (normal flora) ในลำไส้คน เจริญเติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมได้ดี สามารถสร้างเอนไซม์ที่ใช้ย่อยสลายสารอาหารหลายชนิดเช่น protease, amylase ก่อให้เกิดโรคในคนและสัตว์ได้ โรคที่ติดเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* มีอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยสูง โดยเฉพาะการติดเชื้อในกระแสเลือดและการติดเชื้อที่ปอด *Pseudomonas aeruginosa* เป็นเชื้อฉวยโอกาสจะมีการติดเชื้อกับผู้ที่พักรักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาล เชื้อนี้เป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะของผู้ป่วยที่นอนในโรงพยาบาลและใส่สายสวนปัสสาวะไว้ และเจริญได้ดีในทุกสภาวะแม้แต่ในน้ำยาที่ฆ่าเชื้อที่เจือจาง ดื้อต่อยาต้านแบคทีเรียมาก มักก่อโรคในผู้ป่วยที่มีภูมิต้านทานต่ำ หรือแม้แต่ผิวหนังที่ฉีกขาด ผู้ป่วยไฟไหม้ น้ำร้อนลวก เป็นต้น (พินิจ, 2553)

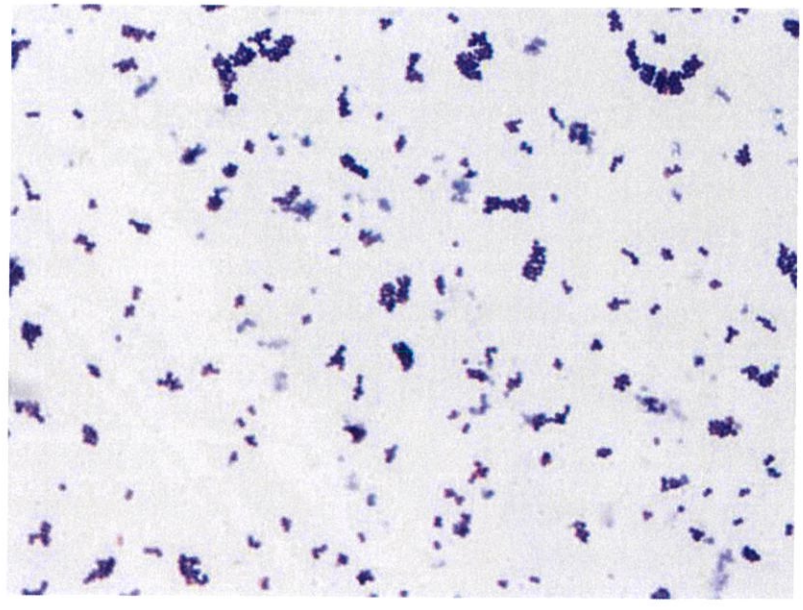


รูปที่ 4(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*

5) *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus จัดอยู่ในตระกูล *Micrococcaceae* มีรูปร่างกลม เส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ 0.5-1.5 ไมโครเมตร ไม่มีการเคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ ติดสีแกรมบวก เมื่อมีอายุมากขึ้นจะติดสีแกรมลบ เจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนเล็กน้อย (microaerophilic) เจริญเร็วที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การเจริญของโคโลนีบนอาหารแข็งมีลักษณะกลม เรียบ ขุ่น และนูนเล็กน้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-4 มิลลิเมตร มีลักษณะโคโลนีเป็นสีเหลือง สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี

Staphylococcus aureus เป็นสาเหตุสำคัญของโรคติดเชื้อบนผิวหนังโดยเฉพาะโรคฝีหนอง นอกจากนี้ยังพบได้ทั่วไปตามร่างกายคน อุปกรณ์ทางการแพทย์ ในโรงพยาบาลและชุมชน โดยเฉพาะเชื้อที่พบภายในโรงพยาบาล มักก่อโรคในลักษณะเชื้อฉวยโอกาส ก่อโรคในผู้ป่วยที่มีร่างกายอ่อนแอ ติดต่อทางบาดแผลถลอก หรือแผลจากการผ่าตัด เชื้อจะบุกรุกเข้าไปในเนื้อเยื่อชั้นใน และเข้าสู่กระแสเลือด และก่อให้เกิดโรคได้ (นิติพงษ์และคณะ, 2552)

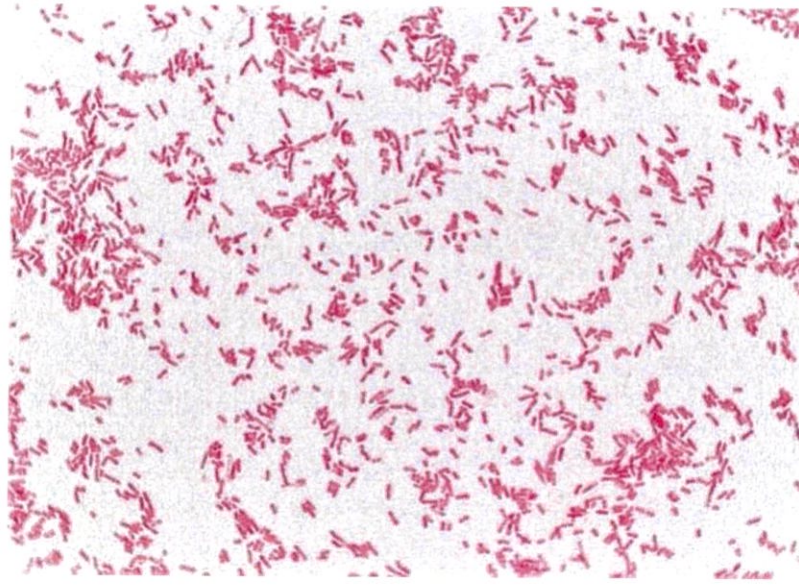


รูปที่ 5(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

6) *Escherichia coli*

Escherichia coli เป็นแบคทีเรียรูปท่อน ขนาดกว้าง 0.4-0.7 ไมโครเมตร ยาว 2-4 ไมโครเมตร ติดสีแกรมลบ เจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนและในสภาวะที่มีออกซิเจน ไม่สร้างสปอร์ สามารถเคลื่อนไหวได้เพราะมีขนรอบตัว บางสายพันธุ์แยกได้นอกลำไส้ สร้างแคปซูลได้ โคโลนีเรียบ ไม่มีสี มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ถ้าเลี้ยงในอาหารที่มีความแตกต่าง (differential media) เช่น MacConkey agar โคโลนีจะมีสีแดงชมพูขนาดใหญ่ เนื่องจากเกิดการหมักน้ำตาลแลกโตส หรือเลี้ยงในอาหาร Eosin Methylene Blue Agar โคโลนีจะเป็นสีมันวาวคล้ายโลหะ เชื้อนี้เจริญได้ในอุณหภูมิกว้างประมาณ 15-45 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์สามารถทนความร้อนได้ถึง 60 องศาเซลเซียส 15 นาที หรือ 55 องศาเซลเซียส 60 นาที (รัตนาภรณ์, 2548)

Escherichia coli มีระยะฟักตัว 12-72 ชั่วโมง การติดต่อที่สำคัญคืออาหาร น้ำปนเปื้อน อุจจาระ ปกติเชื้อนี้จะอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์ จะทำให้เกิดโรคได้หลายอย่างนอกจากอาการท้องร่วงแล้ว ยังก่อให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ เช่น กระเพาะปัสสาวะอักเสบ กรวยไตอักเสบ ถ้าเชื้อแพร่เข้าสู่ระบบกระแสโลหิตสามารถทำให้เกิดโรคในอวัยวะอื่นๆได้เช่น ปอดอักเสบ ฝีในตับ ถุงน้ำดีอักเสบ เป็นต้น (จิราพร, 2545)



รูปที่ 6(ซ) แสดงภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 1000 เท่า ของเชื้อ *Escherichia coli*

ที่มา: http://www.microbeworld.org/component/jlibrary/?view=article&id=13348 (สืบค้นวันที่ : 20 มีนาคม 2559)

ภาคผนวก ฌ

1) ค่าน้ำหนักดินตัวอย่างที่ใช้ในหาเชื้อแอคติโนมัยซีท

ตารางที่ 1(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 30 สิงหาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.199	0.702	0.503
2	0.331	0.930	0.599
3	0.338	1.098	0.760
4	0.172	0.711	0.539
5	0.254	1.056	0.802
6	0.253	0.719	0.466
7	0.213	0.802	0.589
8	0.248	0.720	0.472
9	0.263	0.976	0.713
10	0.256	1.009	0.753

ตารางที่ 2(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 7 กันยายน 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.202	0.651	0.449
2	0.143	0.628	0.485
3	0.169	0.808	0.639
4	0.245	0.723	0.478
5	0.223	0.831	0.608
6	0.182	0.772	0.590
7	0.178	0.918	0.740
8	0.146	0.848	0.702
9	0.243	0.817	0.574
10	0.224	0.955	0.731

ตารางที่ 3(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 16 ตุลาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.305	0.842	0.537
2	0.105	0.525	0.420
3	0.180	0.771	0.591
4	0.117	0.646	0.529
5	0.129	0.890	0.761
6	0.123	0.823	0.700
7	0.128	0.871	0.743
8	0.096	0.826	0.730
9	0.179	0.911	0.732
10	0.120	0.755	0.635

ตารางที่ 4(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ตุลาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.124	0.747	0.623
2	0.138	0.700	0.562
3	0.094	0.648	0.554
4	0.099	0.627	0.528
5	0.205	0.795	0.590
6	0.107	0.518	0.411
7	0.125	0.677	0.552
8	0.182	0.939	0.757
9	0.115	0.741	0.626
10	0.153	0.744	0.591

ตารางที่ 5(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ธันวาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.279	0.939	0.660
2	0.184	0.812	0.628
3	0.128	0.744	0.616
4	0.167	0.733	0.566
5	0.158	0.796	0.638
6	0.174	0.773	0.599
7	0.140	0.763	0.623
8	0.155	0.671	0.516
9	0.199	0.755	0.556
10	0.137	0.719	0.582

ตารางที่ 6(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 25 ธันวาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.151	0.671	0.520
2	0.084	0.553	0.469
3	0.186	0.741	0.555
4	0.165	0.726	0.561
5	0.072	0.827	0.755
6	0.127	0.693	0.566
7	0.140	0.746	0.606
8	0.198	0.641	0.443
9	0.079	0.526	0.447
10	0.063	0.752	0.689

ตารางที่ 7(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 9 มกราคม 2559

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.191	0.667	0.476
2	0.153	0.691	0.538
3	0.143	0.600	0.457
4	0.182	0.687	0.505
5	0.147	0.794	0.647
6	0.114	0.574	0.460
7	0.172	0.711	0.539
8	0.114	0.568	0.454
9	0.125	0.564	0.439
10	0.120	0.775	0.655

ตารางที่ 8(ฌ) แสดงปริมาตรของน้ำหนักดินจากตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 14 มกราคม 2559

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดิน + น้ำหนักภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)
1	0.136	0.613	0.477
2	0.246	0.754	0.508
3	0.123	0.559	0.436
4	0.133	0.593	0.460
5	0.154	0.790	0.636
6	0.153	0.684	0.531
7	0.086	0.593	0.507
8	0.135	0.607	0.472
9	0.080	0.683	0.603
10	0.083	0.763	0.680

2) การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ตารางที่ 9(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 30 สิงหาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7.92	7.89	7.74	7.85
2	7.79	7.54	7.47	7.60
3	7.50	7.49	7.51	7.50
4	7.11	6.99	6.96	7.02
5	7.66	7.69	7.78	7.71
6	7.71	7.79	7.81	7.77
7	7.61	7.55	7.34	7.50
8	7.12	7.28	7.35	7.25
9	7.67	7.59	7.63	7.63
10	7.53	7.44	7.41	7.46

ตารางที่ 10(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 7 กันยายน 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7.85	7.81	7.74	7.80
2	7.51	7.59	8.45	7.58
3	7.44	7.46	7.48	7.46
4	7.56	7.62	7.62	7.60
5	7.74	7.68	7.68	7.70
6	7.71	7.75	7.70	7.72
7	7.43	7.51	7.53	7.49
8	7.25	7.21	7.14	7.20
9	7.63	7.56	7.61	7.60
10	7.44	7.49	7.42	7.45

ตารางที่ 11(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 16 ตุลาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7.46	7.48	7.56	7.50
2	7.63	7.57	7.60	7.60
3	7.28	7.18	7.17	7.21
4	6.98	6.99	7.03	7.00
5	7.65	7.58	7.60	7.61
6	7.57	7.48	7.45	7.50
7	7.16	7.23	7.21	7.20
8	7.06	7.09	7.15	7.10
9	7.57	7.47	7.46	7.50
10	7.28	7.26	7.21	7.25

ตารางที่ 12(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ตุลาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7.42	7.49	7.50	7.47
2	7.55	7.58	7.58	7.57
3	7.19	7.16	7.22	7.19
4	6.90	7.02	6.99	6.97
5	7.66	7.56	7.58	7.60
6	7.46	7.48	7.41	7.45
7	7.09	7.17	7.16	7.14
8	7.00	7.09	7.03	7.04
9	7.44	7.48	7.46	7.46
10	7.12	7.23	7.25	7.20

ตารางที่ 13(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ธันวาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	8.39	8.47	8.49	8.45
2	8.46	8.38	8.36	8.40
3	7.71	7.76	7.72	7.73
4	7.84	7.76	7.80	7.80
5	8.27	8.30	8.33	8.30
6	8.19	8.11	8.15	8.15
7	8.38	8.29	8.29	8.32
8	7.85	7.86	7.87	7.86
9	7.89	7.82	7.84	7.85
10	7.72	7.75	7.84	7.77

ตารางที่ 14(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 25 ธันวาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	8.40	8.43	8.49	8.44
2	8.36	8.38	8.43	8.39
3	7.62	7.69	7.73	7.68
4	7.75	7.78	7.81	7.78
5	8.25	8.30	8.32	8.29
6	8.05	8.12	8.16	8.11
7	8.27	8.29	8.34	8.30
8	7.81	7.84	7.87	7.84
9	7.77	7.81	7.82	7.80
10	7.73	7.73	7.76	7.74

ตารางที่ 15(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 9 มกราคม 2559

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7.98	8.01	8.01	8.00
2	8.05	8.10	8.09	8.08
3	8.06	8.09	8.15	8.10
4	7.95	7.99	8.00	7.98
5	8.06	8.07	8.08	8.07
6	7.85	7.87	7.92	7.88
7	7.95	7.98	8.01	7.98
8	7.92	7.95	7.95	7.94
9	8.01	8.06	8.05	8.04
10	7.57	7.59	7.64	7.60

ตารางที่ 16(ฌ) แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างจากตัวอย่างดินบริเวณตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 14 มกราคม 2559

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7.99	7.96	7.96	7.97
2	7.99	7.98	7.97	7.98
3	7.96	7.94	7.92	7.94
4	7.99	7.93	7.90	7.94
5	8.10	8.07	8.01	8.06
6	7.88	7.86	7.78	7.84
7	7.95	7.92	7.86	7.91
8	7.93	7.92	7.85	7.90
9	8.03	8.00	7.97	8.00
10	8.01	8.01	7.95	7.99

3) การหาปริมาณความชื้น

ตารางที่ 17(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 30 สิงหาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.126	2.004	1.466	1.340	33.14
2	0.131	1.995	1.411	1.280	35.84
3	0.093	2.011	1.439	1.346	33.07
4	0.099	1.998	1.545	1.446	27.63
5	0.183	2.014	1.499	1.316	34.66
6	0.220	2.003	1.681	1.461	27.06
7	0.177	2.010	1.551	1.374	31.64
8	0.172	2.005	1.270	1.098	45.24
9	0.166	2.005	1.455	1.289	35.71
10	0.172	2.004	1.627	1.455	27.40

ตารางที่ 18(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 7 กันยายน 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.136	2.022	1.520	1.384	31.55
2	0.132	2.011	1.437	1.305	35.11
3	0.110	2.007	1.505	1.395	30.49
4	0.104	2.015	1.457	1.353	32.85
5	0.187	2.027	1.575	1.388	31.52
6	0.221	2.002	1.627	1.406	29.77
7	0.180	2.063	1.557	1.377	33.25
8	0.171	2.016	1.219	1.048	48.02
9	0.167	2.011	1.399	1.232	38.74
10	0.172	2.048	1.626	1.454	29.00

ตารางที่ 19(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 16 ตุลาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.070	2.007	1.416	1.346	32.93
2	0.047	1.949	1.259	1.212	37.81
3	0.044	2.001	1.376	1.332	33.43
4	0.113	1.927	1.414	1.301	32.49
5	0.057	1.984	1.234	1.177	40.68
6	0.058	1.969	1.324	1.266	35.70
7	0.044	2.058	1.382	1.338	34.99
8	0.087	1.957	1.185	1.098	43.89
9	0.102	1.852	1.190	1.088	41.25
10	0.050	2.033	1.421	1.371	32.56

ตารางที่ 20(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ตุลาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.069	2.001	1.409	1.340	33.03
2	0.049	1.990	1.224	1.175	40.95
3	0.044	2.021	1.298	1.254	37.95
4	0.106	1.965	1.524	1.418	27.84
5	0.078	2.018	1.485	1.407	30.28
6	0.076	1.941	1.376	1.300	33.02
7	0.092	1.993	1.381	1.289	35.32
8	0.086	2.002	1.054	0.968	51.65
9	0.103	1.965	1.336	1.233	37.25
10	0.050	2.003	1.357	1.307	34.75

ตารางที่ 21(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 23 ธันวาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.088	2.041	1.479	1.391	31.85
2	0.061	2.046	1.295	1.234	39.69
3	0.062	1.919	1.328	1.266	34.03
4	0.076	2.026	1.397	1.321	34.80
5	0.069	2.029	1.389	1.320	34.94
6	0.076	2.054	1.366	1.290	37.20
7	0.119	2.053	1.534	1.415	31.08
8	0.082	2.016	1.115	1.033	48.76
9	0.121	2.025	1.374	1.253	38.12
10	0.070	2.013	1.528	1.458	27.57

ตารางที่ 22(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 1 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 25 ธันวาคม 2558

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.113	2.014	1.581	1.468	27.11
2	0.103	2.000	1.446	1.343	32.85
3	0.142	2.079	1.159	1.017	51.08
4	0.087	2.023	1.347	1.260	37.72
5	0.130	2.016	1.268	1.138	43.55
6	0.120	1.917	1.490	1.370	28.53
7	0.096	2.057	1.284	1.188	42.25
8	0.130	2.015	1.273	1.143	43.28
9	0.225	2.013	1.801	1.576	21.71
10	0.070	2.003	1.508	1.438	28.21

ตารางที่ 23(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 9 มกราคม 2559

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.127	2.008	1.523	1.396	30.48
2	0.099	2.013	1.451	1.352	32.84
3	0.177	2.015	1.595	1.418	29.63
4	0.172	2.030	1.484	1.312	35.37
5	0.160	2.040	1.398	1.238	39.31
6	0.166	2.005	1.456	1.290	35.61
7	0.170	2.004	1.517	1.347	32.78
8	0.201	2.005	1.601	1.400	30.17
9	0.110	2.001	1.501	1.391	30.48
10	0.167	2.003	1.455	1.288	35.70

ตารางที่ 24(ฌ) แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างดินตำบลบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ทำการเก็บในครั้งที่ 2 และนำมาแยกเชื้อแอคติโนมัยซีทในวันที่ 14 มกราคม 2559

ตำแหน่งตัวอย่างดิน	น้ำหนักภาชนะ (กรัม)	น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินและภาชนะหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	0.130	2.048	1.477	1.347	34.23
2	0.160	2.002	1.480	1.320	34.07
3	0.172	2.010	1.302	1.130	43.78
4	0.205	1.998	1.586	1.381	30.88
5	0.166	2.008	1.486	1.320	34.26
6	0.187	2.004	1.575	1.388	30.74
7	0.170	1.997	1.309	1.139	42.96
8	0.172	2.010	1.684	1.512	24.78
9	0.105	2.003	1.460	1.355	32.35
10	0.132	2.043	1.490	1.358	33.53

ประวัติ

ชื่อ-นามสกุล นางสาว ทิพย์วรรณ เลื่อนศักดิ์
ชื่อเล่น หญิง
วันเดือนปีเกิด 20 กรกฎาคม 2536
ภูมิลำเนา กรุงเทพมหานคร
E-mail nimionin@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์ 08-5383-3830
ที่อยู่ปัจจุบัน 155/44 แขวงนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10230
ประวัติการศึกษา
2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ชื่อ-นามสกุล นางสาว มณีรัตน์ วิเชียรรัตน์
ชื่อเล่น หญิง
วันเดือนปีเกิด 10 มิถุนายน 2536
ภูมิลำเนา จังหวัดระยอง
E-mail ying_1367@hotmail.com
เบอร์โทรศัพท์ 08-7567-0765
ที่อยู่ปัจจุบัน 54/5 หมู่4 ตำบลเชิงเนิน อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21000
ประวัติการศึกษา
2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) โรงเรียนวัดป่าประดู่ จังหวัดระยอง

ชื่อ-นามสกุล นางสาว รุจิโรจน์ ชยุติมา
ชื่อเล่น แนน
วันเดือนปีเกิด 17 กุมภาพันธ์ 2537
ภูมิลำเนา กรุงเทพมหานคร
E-mail Rujirosech@outlook.com
เบอร์โทรศัพท์ 08-6343-9248
ที่อยู่ปัจจุบัน 64/526 ถนนบางนา-ตราด อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540
ประวัติการศึกษา
2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) โรงเรียนสาธิตบางนา จังหวัดสมุทรปราการ