

การคัดเลือกกลิ่นหรียจากแหล่งในประเทศไทยที่ผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส
สลายแป้งมันสำปะหลัง

ลลิต ขำวงษ์รัตนโยธิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

ตุลาคม 2548

ISBN 974-5025-79-8

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์
ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ลลิต ขำวงษ์รัตนโยธิน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโฉม พงษ์เก่า)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศรษฐวัชร จำเริญ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขียวภา ไหวพริบ)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโฉม พงษ์เก่า)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศรษฐวัชร จำเริญ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขียวภา ไหวพริบ)

.....กรรมการ

(ดร. ละมุล วิเศษ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุรินทร์ มัจฉาชีพ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 20 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2548

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา

จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2548

และเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุน

จากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ.2547

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร. ศิริโฉม พุ่งแก้ว
ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำทางทั้งทางด้านวิชาการ
และปฏิบัติที่ถูกต้อง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา ตลอดจนให้ความ
ช่วยเหลือสนับสนุนทางด้านต่าง ๆ ทำให้การวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี
ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. เศรษฐวัชร จำเริญ และ ผศ.ดร. เยาวภา ไหวพริบ
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ
ที่ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ นิสา ไกรรักษ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำทาง
ต่าง ๆ ในการทำวิจัยให้สำเร็จลงได้ อาจารย์ นพรัตน์ กระต่ายทอง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและ
ข้อเสนอแนะทางด้านสถิติที่ทำให้การทำการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ คุณรัตนภรณ์ ศรีวิบูลย์
ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนช่วยอำนวยความสะดวก
ต่าง ๆ ในการทำวิจัย และสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา
ที่ให้ความสนับสนุนให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณอภิสิทธิ์ ลอยล่อง คุณวรรณฎ จงโยธา คุณปกิจพงษ์ ชลันธร
คุณจิราพันธ์ เป้นดี คุณหลิม ชะอุมไบ ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยบูรพา และ
บัณฑิตวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษา
ในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดขอขอบขอบคุณทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ
และกำลังใจให้การวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ความดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่
ครอบครัวข่าวงษ์รัตนโยธิน ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษามาโดยตลอด รวมทั้งคณาจารย์
ทุกคนที่ได้อบรมสั่งสอนมา

ลลิต ข่าวงษ์รัตนโยธิน

45911929: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์ชีวภาพ; วท.ม. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

คำสำคัญ: การคัดแยกเชื้อ/ ประเทศไทย/ แอลฟาอะไมเลส/ *Bacillus licheniformis*/

Bacillus subtilis/ *Aspergillus* sp./ *Streptomyces* sp./ แป้งมันสำปะหลัง/

เสถียรภาพของเอนไซม์

ลลิต ขำวงษ์รัตนโยธิน: การคัดเลือกจุลินทรีย์จากแหล่งในประเทศไทยที่ผลิตเอนไซม์
แอลฟาอะไมเลสละลายแป้งมันสำปะหลัง (SCREENING OF THAI MICROBIAL STRAINS
PRODUCING CASSAVA STARCH HYDROLYSING α -AMYLASE) อาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์: ศิริโสม พุ่งแก้ว, Ph.D.Sc., เศรษฐวัชร จำาศาสตร์, Ph.D.Sc., เยวภา ไหวพริบ,
Ph.D.Sc. 128 หน้า. ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-5025-79-8

งานวิจัยนี้ได้ทำการคัดแยกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจากดิน
ในประเทศไทย โดยพบจุลินทรีย์ทั้งหมด 8 ไอโซเลตที่ให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ค่อนข้างสูง
เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว จุลินทรีย์เหล่านี้ประกอบด้วย แบคทีเรีย 4 ไอโซเลต ได้แก่
Bacillus pumilus B. *licheniformis* B. *subtilis* 97 และ B. *subtilis* 108 รา 2 ไอโซเลต ได้แก่
Aspergillus sp. LK88 และ *Aspergillus* sp. LK90 และแอคติโนมัยซีตีส 2 ไอโซเลต ได้แก่
Streptomyces sp. LK69 และ *Streptomyces* sp. LK87 เมื่อทำการศึกษาความสามารถในการ
ย่อยแป้งมันสำปะหลังของเอนไซม์จากจุลินทรีย์ดังกล่าว พบว่าทั้งหมดย่อยแป้งมันสำปะหลังได้
จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและพีเอชต่อกิจกรรมของเอนไซม์ พบว่า หลังบ่มที่อุณหภูมิ
80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เอนไซม์จาก B. *subtilis* LK97 และเอนไซม์จาก
B. *licheniformis* มีเสถียรภาพดีที่พีเอชระหว่าง 4.5-5.5 และ 5.5 ตามลำดับ สำหรับเอนไซม์
จากรา นั้น พบว่า เอนไซม์จาก *Aspergillus* sp. LK88 มีเสถียรภาพดีที่สุด โดยหลังบ่มที่อุณหภูมิ
50 องศาเซลเซียส จะเหลือกิจกรรมมากที่สุดที่พีเอช 5.0 ในขณะที่เอนไซม์จากแอคติโนมัยซีตีส
ที่มีเสถียรภาพดีที่สุด ได้แก่ เอนไซม์จาก *Streptomyces* sp. LK87 โดยเหลือกิจกรรมสูงหลังบ่ม
ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่พีเอช 6.0 ซึ่งจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้เหล่านี้มีคุณสมบัติของเอนไซม์
ที่น่าสนใจในการนำไปศึกษาต่อเพื่อการผลิตในทางการค้าต่อไป

45911929: MAJOR: BIOLOGICAL SCIENCE; M.Sc. (BIOLOGICAL SCIENCE)

KEYWORDS: SCREENING/ THAI/ α -AMYLASE/ *Bacillus licheniformis*/

Bacillus subtilis/ *Aspergillus* sp./ *Streptomyces* sp./ CASSAVA STARCH/
ENZYME STABILITY

LALIT KUMWONGRUTTANAYOTHIN: SCREENING OF THAI MICROBIAL
STRAINS PRODUCING CASSAVA STARCH HYDROLYSING ALPHA- AMYLASE. THESIS
ADVISORS: SIRICHOM THUNGKAO, Ph.D.Sc., SAETAWAT CHAMSAT, Ph.D.Sc.,
YAWWAPA WAIPRIB, Ph.D.Sc. 128 P. 2005, ISBN 974-5025-79-8

This research reported the selection of 8 microbial strains from soil samples collected in Thailand which produced relatively high levels of alpha amylase in liquid media. These strains comprised 4 bacterial isolates: *Bacillus pumilus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis* LK97 and *B. subtilis* LK108, 2 fungal isolates: *Aspergillus* sp. LK88 and *Aspergillus* sp. LK90, and 2 Actinomycetes isolates: *Streptomyces* sp. LK69 and *Streptomyces* sp. LK87. The crude enzymes produced from these isolates showed the capability to hydrolyse cassava starch. The effect of temperature and pH on enzyme activity was also evaluated. The enzymes from *B. subtilis* LK97 and *B. licheniformis* displayed considerable stability after incubation at 80 °C for 10 min at pH 4.5-5.5 and pH 5.5, respectively. For *Aspergillus* enzymes, that of *Aspergillus* sp. LK88 showed considerable stability after 50 °C incubation at pH 5.0 while enzyme of *Streptomyces* sp. LK87 was the better of Actinomycetes enzymes, i.e. exhibited high residual activity after treatment at 80 °C at pH 6.0. These selected microbial strains were of interest for further studies leading to the commercial production of alpha amylase originated in Thailand.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
รายละเอียดเกี่ยวกับแป้งมันสำปะหลัง.....	4
รายละเอียดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับแป้งมันสำปะหลัง.....	8
รายละเอียดเกี่ยวกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส.....	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	29
วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
การคัดแยกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสบนอาหารแข็ง.....	31
การวัดกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในอาหารเหลวของจุลินทรีย์ ที่คัดเลือกได้.....	32
การจัดจำแนกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่คัดเลือกได้.....	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ ที่ผลิตจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้.....	38
การศึกษาความเสถียรต่ออุณหภูมิและพีเอชของเอนไซม์.....	38
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
สถานที่ทำการทดลอง.....	41
4 ผลการวิจัย.....	42
การคัดแยกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสบนอาหารแข็ง.....	42
การวัดกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในอาหารเหลว.....	44
การจัดจำแนกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่คัดเลือกได้.....	46
การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ ที่ผลิตจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้.....	49
ผลของอุณหภูมิและพีเอชต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากจุลินทรีย์ ที่คัดเลือกได้.....	50
5 อภิปรายและสรุปผล.....	62
อภิปรายผล.....	62
สรุปผลการวิจัย.....	69
ข้อเสนอแนะ.....	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก.....	82
ภาคผนวก ข.....	96
ภาคผนวก ค.....	102
ภาคผนวก ง.....	121
ภาคผนวก จ.....	122
ภาคผนวก ฉ.....	126
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	128

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน.....	8
2	การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายแบ่งไปใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ....	9
3	การทำปฏิกิริยาของเอนไซม์อะไมเลสชนิดต่าง ๆ.....	14
4	คุณสมบัติของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่ผลิตจาก <i>B. subtilis</i> var. <i>amylosacchariticus</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> และ <i>B. licheniformis</i>	16
5	พืชที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่ผลิตจากแหล่งต่าง ๆ....	18
6	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่ผลิตจากแหล่งจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่มักมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม.....	18
7	แหล่งของจุลินทรีย์และคุณสมบัติของเอนไซม์ชนิดที่ทนความร้อนแอลฟาอะไมเลส.....	19
8	ประสิทธิภาพการย่อยแป้งของจุลินทรีย์ไฮโซเลตต่าง ๆ ที่คัดแยกได้.....	43
9	ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรียไฮโซเลตต่าง ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวจากการวัดกิจกรรมของเอนไซม์โดยวิธี DNS Method.....	44
10	ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากราไฮโซเลตต่าง ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวจากการวัดกิจกรรมของเอนไซม์โดยวิธี Iodine Method.....	44
11	ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีตไฮโซเลตต่าง ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวจากการวัดกิจกรรมของเอนไซม์โดยวิธี Iodine Method.....	45
12	ผลการจัดจำแนกแบคทีเรียที่คัดเลือกได้จากชุดทดสอบ API (BIOMERIEUX Industry: France).....	47
13	ตัวอย่างแหล่งต่าง ๆ ที่ทำการคัดแยกจุลินทรีย์.....	82
14	ผลการคัดแยกจุลินทรีย์จากแหล่งต่าง ๆ ที่สามารถผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสบนอาหารแข็ง.....	84
15	ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่ผลิตจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้.....	121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	122
17 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส.....	122
18 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส.....	123
19 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากราที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส.....	123
20 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากราที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	123
21 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากราที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส.....	124
22 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากราที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส.....	124
23 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีตีสที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส.....	124
24 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีตีสที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	125
25 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีตีสที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส.....	125
26 ผลของพีเอชต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ผลิตจากแอคติโนมัยซีตีสที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส.....	125

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะและรูปร่างของเม็ดแป้งที่ได้จากมันลำปะหลัง	5
2 ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งมันลำปะหลังเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน.....	5
3 โครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน	7
4 ขั้นตอนหลักของกระบวนการแปรรูปแป้ง.....	11
5 ตำแหน่งและผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายแป้งด้วยเอนไซม์อะไมเลสชนิดต่าง ๆ....	13
6 การย่อยสลายแป้งด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส.....	14
7 ลักษณะการเกิดบริเวณใส (Clear Zone) ของแบคทีเรียหลังจากการเทราดด้วย สารละลายไอโอดีนเมื่อทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียเป็นเวลานาน 1 วัน.....	42
8 ตัวอย่างผลการจัดจำแนกแบคทีเรียที่ได้จากชุดทดสอบ API.....	47
9 ความสามารถในการย่อยสลายแป้งมันลำปะหลังของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรีย ราและแอคติโนมัยซีตส์ที่คัดเลือกได้.....	49
10 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 4.5 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรีย ที่คัดเลือกได้.....	51
11 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 5.0 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรีย ที่คัดเลือกได้.....	52
12 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 5.5 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรีย ที่คัดเลือกได้.....	53
13 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 6.0 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรีย ที่คัดเลือกได้.....	54
14 ความเสถียรต่อพีเอชต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ของเอนไซม์ที่ผลิตจาก <i>B. licheniformis</i> และ <i>B. subtilis</i> LK97.....	55
15 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 4.5 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากรา และแอคติโนมัยซีตส์ที่คัดเลือกได้.....	56
16 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 5.0 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากรา และแอคติโนมัยซีตส์ที่คัดเลือกได้.....	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
17 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 5.5 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากราและแอคติโนมัยซีตีสที่คัดเลือกได้.....	58
18 ความเสถียรต่ออุณหภูมิต่าง ๆ ที่พีเอช 6.0 ของเอนไซม์ที่ผลิตจากราและแอคติโนมัยซีตีสที่คัดเลือกได้.....	59
19 ความเสถียรต่อพีเอชต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสของเอนไซม์ที่ผลิตจาก <i>Aspergillus</i> sp. LK88 ที่คัดเลือกได้.....	60
20 ความเสถียรต่อพีเอชต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสของเอนไซม์ที่ผลิตจาก <i>Streptomyces</i> sp. LK87 ที่คัดเลือกได้.....	61
21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสกับค่าการดูดกลืนแสง.....	100
22 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของแป้ง.....	101
23 การเลือกใช้ชุดทดสอบ API ของ BIOMERIEUX Industry (France) ในการจัดจำแนกแบคทีเรียแต่ละกลุ่มที่เหมาะสม.....	104
24 การเลือกใช้ชุดทดสอบ API ของ BIOMERIEUX Industry (France) ในการจัดจำแนกแบคทีเรียติดสีแกรมบวก รูปร่างท่อน.....	105
25 ลักษณะโคโลนีและลักษณะพื้นฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของแบคทีเรียไฮโซเลตที่ 19 (<i>B. pumilus</i>)	108
26 ลักษณะโคโลนีและลักษณะพื้นฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของแบคทีเรียไฮโซเลตที่ 21 (<i>B. licheniformis</i>)	109
27 ลักษณะโคโลนีและลักษณะพื้นฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของแบคทีเรียไฮโซเลตที่ 97 (<i>B. subtilis</i> LK97)	110
28 ลักษณะโคโลนีและลักษณะพื้นฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของแบคทีเรียไฮโซเลตที่ 108 (<i>B. subtilis</i> LK108)	111
29 ลักษณะเส้นใยและโครงสร้างโคนิดีโอฟอร์ของราไฮโซเลตที่ 88 (<i>Aspergillus</i> sp. LK88)	112

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
30 ลักษณะเส้นใยและโครงสร้างโคนิไดโอฟอร์ของราไอโซเลตที่ 90 (<i>Aspergillus</i> sp. LK90)	112
31 ลักษณะโคโลนีบนอาหารแข็งและลักษณะสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ของแอคติโนมัยซีตีสไอโซเลตที่ 69 (<i>Streptomyces</i> sp. LK69)	113
32 ลักษณะโคโลนีบนอาหารแข็งและลักษณะสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ของแอคติโนมัยซีตีสไอโซเลตที่ 87 (<i>Streptomyces</i> sp. LK87)	113
33 ผลการจัดจำแนกแบคทีเรียโดยวิธี API ของแบคทีเรียไอโซเลตที่ 19.....	114
34 ผลการจัดจำแนกแบคทีเรียโดยวิธี API ของแบคทีเรียไอโซเลตที่ 21.....	115
35 ผลการจัดจำแนกแบคทีเรียโดยวิธี API ของแบคทีเรียไอโซเลตที่ 93.....	116
36 ผลการจัดจำแนกแบคทีเรียโดยวิธี API ของแบคทีเรียไอโซเลตที่ 97.....	117
37 ผลการจัดจำแนกแบคทีเรียโดยวิธี API ของแบคทีเรียไอโซเลตที่ 108.....	118
38 ลักษณะเส้นใยและโครงสร้างโคนิไดโอฟอร์ของ <i>Aspergillus</i>	119
39 ลักษณะที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของผนังเซลล์และชนิดของน้ำตาล ที่ได้จากการไฮโดรไลซิสเซลล์ (Whole-Cell Hydrolysate) ของแอคติโนมัยซีตีส ไอโซเลตที่ 69 และ 87 โดยวิธี TLC (แสดงถึงการมีกรดไดอะมิโนไพมิดิ และไกลซีนอยู่ในองค์ประกอบของผนังเซลล์ และไม่พบน้ำตาลชนิดใดที่ได้ จากการไฮโดรไลซิสเซลล์ของแอคติโนมัยซีตีสทั้งสองไอโซเลต).....	120