

การผลิตแอลฟาอะไมเลสจาก Bacillus amyloliquefaciens KA 63



นาย พิเชฐ อธิฐกอ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หลักสูตร เทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-624-5

009244

I16679876

PRODUCTION OF α -AMYLASE FROM BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS KA 63

Mr. Pichet Itkor

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การผลิตแอลฟาอะไมเลสจาก Bacillus amyloliquefaciens
KA 63

โดย

นาย พิเชษฐ์ อีธูกอ

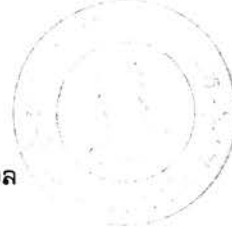
ภาควิชา

หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.รมณี ล่งวนดีกุล

รองค้ำถตราจารย์ ดร.นลิน นิลอุบล



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองค้ำถตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองค้ำถตราจารย์ ดร.ไพเราะ ปั้นพานิชการ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยค้ำถตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคส์ตฤคำสน์)

.....กรรมการ

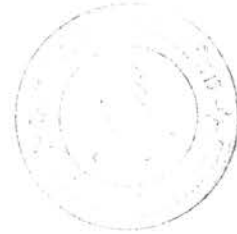
(รองค้ำถตราจารย์ ดร.นลิน นิลอุบล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.รมณี ล่งวนดีกุล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตแอลฟาอะไมเลสจาก <u>Bacillus amyloliquefaciens</u> KA 63
ชื่อผู้ผลิต	นาย พิเชฐ อธิฐก
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.รมณี ส่งวนดีกุล รองคณบดี ดร.นลิน นิลอุบล
ภาควิชา	หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา	2527



บทคัดย่อ

Bacillus amyloliquefaciens KA 63 สามารถผลิตเอนไซม์ย่อยแป้งออกนอกเซลล์ที่มีการทำงานสูงสุด เทียบกับแบคทีเรียอื่น ๆ 8 สายพันธุ์ เมื่อเลี้ยงภายใต้สภาวะเดียวกัน จากการตรวจสอบประเภทของเอนไซม์ดังกล่าว พบว่าเป็นแอลฟาอะไมเลส และมีการทำงานสูงสุดในสภาวะละลายฟอสเฟตพีเอฟเอ พีเอช 6.0 เข้มข้น 0.02 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

จากการศึกษาสภาวะเหมาะสมสำหรับการผลิตเอนไซม์นี้ในขวดแก้วเย้าทรงกรวย พบว่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 3 และปริมาณกากหัวเหลืองจากการสกัดน้ำมันร้อยละ 4 เหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งของคาร์บอนและไนโตรเจนตามลำดับ นอกจากนี้ยังต้องการโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตร้อยละ 0.15 แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.01 และแมกนีเซียมซัลเฟต ร้อยละ 0.02 อีกด้วย อุณหภูมิและช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเอนไซม์ดังกล่าว คือ 30 องศาเซลเซียสและ 72 ชั่วโมงตามลำดับ ในขณะที่ค่าพีเอชเริ่มต้นของอาหารในช่วง 6 ถึง 8 ไม่มีผลต่อการผลิตเอนไซม์เลย

สูตรอาหารเหมาะสมสำหรับการผลิตเอนไซม์นี้ในถังหมักขนาด 5 ลิตร และในขวดแก้วเย้าทรงกรวยไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้การเติมสสารละลายฟอสเฟตพีเอฟเอ พีเอช 7.0 เข้มข้น 0.01 โมลาร์ ในถังหมัก เป็นผลให้การทำงานของเอนไซม์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ช่วงเวลา อัตราการกวน และอัตราการให้อากาศที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเอนไซม์คือ

42 ชั่วโมง 300 รอบ/นาทีก และ 1 ปริมาตร/ปริมาตรอาหาร/นาทีก ตามลำดับ

ภายใต้สภาวะเหมาะสมอย่างต้น B. amyloliquefaciens KA 63 ผลิตเอนไซม์
นี้ได้ 465 หน่วย เมื่อวัดความสามารถในการเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ และ 640 หน่วย
เมื่อวัดความสามารถในการแตกซเตรินซ์แป้ง ในหนึ่งมิลลิลิตรของอาหาร

เอนไซม์นี้มีความคงทนที่พีเอชในช่วง 4.0 - 8.5 ในสภาวะที่มีแคลเซียมคลอไรด์
เข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ หลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
นอกจากนั้นเอนไซม์ยังมีความคงทนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เมื่อต้มไว้ 30 นาทีในสภาวะ
ที่มีแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ เอนไซม์ผงที่ได้จากการตกตะกอนด้วยอะซิโตน
และการระเหิดแห้งจะมีเสถียรภาพดีกว่าเอนไซม์เหลว เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและตรวจ
สอบการทำงานเป็นเวลา 1 เดือน

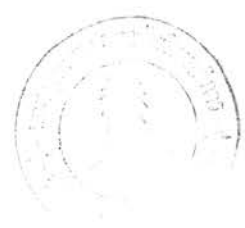
Thesis Title Production of α -Amylase from Bacillus amylolique-
faciens KA 63

Name Mr. Pichet Itkor

Thesis Advisors Lecturer Romanee Sanguandeeikul Ph.D.
Associated Professor Naline Nilubol Ph.D.

Department Biotechnology

Academic Year 1984



Abstract

An extracellular amylolytic enzyme produced by Bacillus amyloliquefaciens KA 63 showed the highest activity among those of other 8 strains of Bacillus sp. cultivated under the same condition. This enzyme was determined to be alpha amylase with optimum pH for the activity at 6.0 in 0.02 M phosphate buffer at 55°C.

The suitable composition for the enzyme production in the shake flask contained 3% cassava starch and 4 % defatted soybean as appropriate carbon and nitrogen source, respectively and 0.15 % KH_2PO_4 , 0.01 % CaCl_2 and 0.02 % MgSO_4 were also required. The optimal temperature and incubation time for cultivation were 30°C and 72 hours, respectively, whereas the initial pH of the medium can be varied from 6.0 to 8.0.

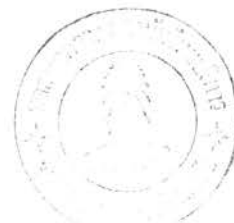
Medium compositions for the enzyme production in 5-litre fermenter was the same as that in the shake flask. The production of enzyme was increased significantly when 0.01 M phosphate buffer pH 7.0 was added to the production medium in fermenter. The optimal incubation

period, agitation and aeration rate were 42 hours, 300 rpm. and 1 vvm., respectively.

Under the conditions described, one millilitre of fermented broth contained 465 units of saccharifying activity and 646 units of dextrinizing activity.

The enzyme was stable at pH range from 4.0 - 8.5 in the presence of 10 mM CaCl_2 at 30°C for 24 hours. The enzyme was quite stable when incubated at 60°C for 30 minutes in 5 mM CaCl_2 solution. Enzyme powders prepared by acetone precipitation or freeze-drying were more stable than the enzyme in aqueous solution when stored at room temperature and the activity was checked for a period of one month.

กิตติกรรมประกาศ



ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.รมณี ล่งวนดีกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร.นลิน นิลอุบล ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ แนวความคิด ตลอดจนช่วยแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในคณะกรรมการบริหารหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแนวความคิดตลอดมา

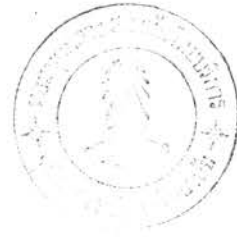
ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ล่งศิริ กุลปรีชา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนให้ความสะดวกต่าง ๆ ในการใช้ถังหมัก และขอขอบพระคุณ Dr. T. Nihira แห่ง มหาวิทยาลัยโอซากา ประเทศญี่ปุ่น ที่ได้เอื้อเฟื้อสํารกาศ์ฟอง สำหรับงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ปรีดา ชัยศิริ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและความสะดวกในการใช้ Freeze Drying Machine

ขอขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยาที่ได้กรุณา เอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องมือในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาจุลชีววิทยาทุกท่าน ตลอดจนพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณคณะกรรมการปฏิบัติการกิจการวิจัย เพื่อการส่งเสริมอุตสาหกรรม และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยนี้

ท้ายสุดนี้ การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนและกำลังใจจากบิดา มารดา ตลอดจนญาติพี่น้องของข้าพเจ้า ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๔
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ	๗
สารบัญภาพ	๘
สารบัญตาราง	๗
คำย่อ	๘
บทที่	
1. บทนำ	1
2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	15
3. ผลการวิจัย	24
4. การอภิปรายผลการวิจัยและสรุป	79
เอกสารอ้างอิง	89
ภาคผนวก	96
ประวัติ	102

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1. กลไกการทำงานของอะไมเลสชนิดต่าง ๆ เมื่อมีอะไมเลสและอะไมโลเพคติน เป็นสับสเตรท	2
2. เปปเปอร์โครมาโตแกรมของสารละลายผลผลิตของสับสเตรทกับ เอนไซม์ที่ผลิต โดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63	26
3. การเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในอาหารสำหรับเตรียม หัวเชื้อ	27
4. อิทธิพลของความเข้มข้นของสับสเตรทต่อการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิต โดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63	30
5. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับเวลาเมื่อมีสับสเตรทเข้มข้นร้อยละ 2 กับแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63	31
6. ผลของค่าพีเอชต่อการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63	32
7. ผลของความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตพีเพอร์ พีเอช 6.0 ต่อการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63	33
8. ผลของอุณหภูมิต่อการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63	34
9. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหาร ที่ปรับค่าพีเอชเริ่มต้นที่ระดับต่าง ๆ กันในขวดแก้วทรงกรวย	36
10. การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเมื่อเลี้ยง <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในอาหารที่มีการปรับค่าพีเอชเริ่มต้นที่ระดับต่าง ๆ กัน	37
11. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันในขวดแก้วทรงกรวย	38
12. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปร ชนิดของแหล่งไนโตรเจน ในขวดแก้วทรงกรวย	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
13. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลืองในขวดแก้วทรงกรวย	42
14. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณแป้งมันสำปะหลังในขวดแก้วทรงกรวย	43
15. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลืองและแป้งมันสำปะหลังแบบแฟคทอเรียล (3 ³) ในขวดแก้วทรงกรวย	44
16. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการใช้กากรำข้าวแทนกากถั่วเหลืองบางส่วนในขวดแก้วทรงกรวย	46
17. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมซัลเฟตในขวดแก้วทรงกรวย	48
18. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในขวดแก้วทรงกรวย	49
19. การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ในถังหมักเมื่อมีการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เพื่อผลิตแอลฟาอะไมเลส	51
20. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในถังหมักขนาด 5 ลิตรที่มีการผันแปรอัตราการกวน	53
21. เปรียบเทียบการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตรที่มีการผันแปรอัตราการกวน	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
22. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชของอาหารที่มีการเจริญของ <u>B.amylo-liquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตรที่มีการผันแปรอัตราการกวน	55
23. เปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในอาหารที่มีการเจริญของ <u>B.amylo-liquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตรที่มีการผันแปรอัตราการกวน	56
24. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตรที่มีการผันแปรอัตราการให้อากาศ	57
25. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลืองในถังหมักขนาด 5 ลิตร	59
26. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของอาหารที่มีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลืองและแป้งมันสำปะหลัง เมื่อมีการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	60
27. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในอาหาร เมื่อมีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลืองในถังหมักขนาด 5 ลิตร	61
28. เปรียบเทียบปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหลือในอาหารที่มีการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อมีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลืองเริ่มต้น ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	62
29. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณแป้งมันสำปะหลัง ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	63
30. เปรียบเทียบปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหลือในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลืองและแป้งมันสำปะหลัง เมื่อมีการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	64
31. เปรียบเทียบการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณกากถั่วเหลือง และแป้งมันสำปะหลังในถังหมักขนาด 5 ลิตร	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
32. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในอาหารที่มีการผันแปรความเข้มข้นของฟอสเฟตฟเฟอร์พีเอช 6.0 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	67
33. เปรียบเทียบการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในอาหารที่มีการผันแปรความเข้มข้นของฟอสเฟตฟเฟอร์พีเอช 6.0 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	68
34. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของอาหารที่มีการผันแปรความเข้มข้นของฟอสเฟตฟเฟอร์พีเอช 6.0 เมื่อมีการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	69
35. เปรียบเทียบการทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในอาหารที่มีการผันแปรค่าพีเอชของฟอสเฟตฟเฟอร์ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	70
36. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของอาหารที่มีการผันแปรค่าพีเอชของฟอสเฟตฟเฟอร์ เมื่อมีการเจริญของ <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร	71
37. ความคงทนต่อค่าพีเอชของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในสภาวะที่มีแคลเซียมคลอไรด์ปริมาณต่าง ๆ	73
38. ความคงทนต่ออุณหภูมิของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในสภาวะที่มีแคลเซียมคลอไรด์ปริมาณต่าง ๆ	75

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แหล่งของแอลฟาอะไมเลสในธรรมชาติ	3
2. คุณสมบัติต่าง ๆ ของแอลฟาอะไมเลสจากจุลินทรีย์	6
3. ความคงทนต่ออุณหภูมิและค่าพีเอชของแอลฟาอะไมเลสจากแบซิลลัสสปีชีส์ต่าง ๆ	
4. องค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการผลิตแอลฟาอะไมเลสโดยแบคทีเรีย	10
5. การเตรียมแอลฟาอะไมเลสจากแบคทีเรียในเชิงการค้า	12
6. ปริมาณและมูลค่าแอลฟาอะไมเลสที่นำเข้าจากต่างประเทศ	14
7. เปรียบเทียบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ย่อยแป้งของแบซิลลัส 9 สายพันธุ์	24
8. เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนในแหล่งต่าง ๆ . .	45
9. ปริมาณของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ที่ ได้จากการตกตะกอนด้วยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 40-60 . .	75
10. ปริมาณของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ที่ ได้จากการตกตะกอนด้วยอะซีโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 30-50	76
11. ผลการเตรียมแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ในสภาพระเหิดแห้ง โดย Freeze Drying Machine	76
12. การทำงานของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ซึ่งเตรียมในรูปต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน นาน 1 เดือน . . .	77
13. คุณสมบัติของแอลฟาอะไมเลสที่ผลิตโดย <u>B.amyloliquefaciens</u> KA 63 ซึ่งเตรียมในรูปต่าง ๆ	78

คำย่อ

มล. = ผลิตภัตตร

มก. = ผลิตภักรั่ม