

การปรับปรุงอาหารเลี้ยงเชื้อ Streptomyces sp. 190-1  
เพื่อผลิตกลูโคสไฮโซเมอร์ส

นายเกษิษฐ์ ตั้งประจักษ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-984-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Improvement of Cultivating Medium for Glucose Isomerase  
Production by Streptomyces sp. 190-1

Mr.Kedit Thangprajak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

Program of Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-984-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การปรับปรุงอาหารเลี้ยงเชื้อ Streptomyces sp. 190-1

เพื่อผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรส

โดย

นายเกษมรัฐ ตั้งประจักษ์

ภาควิชา


หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา

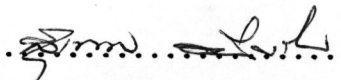
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคส์ตฤศาสน์

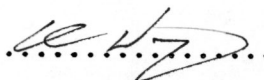
รองศาสตราจารย์ ดร.ไพเราะ ปันพานิชการ

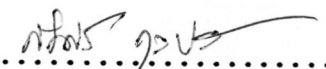
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

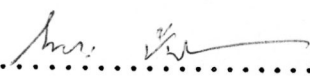
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรราชย์)

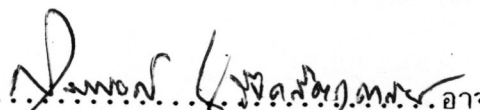
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ธานีวัน)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.นลิน นิลอุบล)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สงศรี กุลปรีชา)


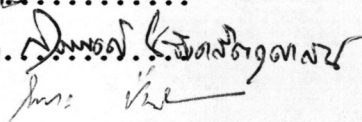
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพเราะ ปันพานิชการ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคส์ตฤศาสน์)

เกิดขึ้น ตั้งประจักษ์ : การปรับปรุงอาหารเลี้ยงเชื้อ Streptomyces sp.  
 190-1 เพื่อผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส (Improvement of Cultivating  
 Medium for Glucose Isomerase Production by Streptomyces sp.190-1)  
 อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ และ รศ.ดร.ไพเราะ ปิ่นพานิชการ,  
 105 หน้า

Streptomyces sp. 190-1 เป็นจุลินทรีย์ที่แยกได้จากดินในประเทศไทยที่  
 สามารถผลิตกลูโคสไอโซเมอเรสได้สูง เมื่อเลี้ยงจุลินทรีย์นี้ในขวดแก้วทรงกรวย ซึ่งอาหาร  
 เลี้ยงเชื้อประกอบด้วย สารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของกากถั่วเหลืองในปริมาณที่ให้ 0.44%  
 โปรตีน สารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ 1 % น้ำตาลรีดิวัล  
 และ 0.5 % น้ำตาลไซโลส ยีสต์เอกซแทรก 0.30 % , 0.01 % โคบอลต์คลอไรด์ 0.47%  
 ไคโบแตสเชื่อมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.03 % โบแตสเชื่อมไฮโดรเจนฟอสเฟต พีเอช 8.0 ที่  
 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบ 250 รอบ/นาที พบว่าจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถ  
 ผลิตกลูโคสไอโซเมอเรสได้สูงสุดประมาณ 5,500 หน่วย/ลิตรอาหารเลี้ยงเชื้อ ปริมาณเซลล์สูง  
 สุด 4.2 กรัม หน. เซลล์แห้ง/ลิตร เมื่อเลี้ยงจุลินทรีย์นี้ในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยใช้องค์ประ  
 กอบอาหารดังกล่าวข้างต้น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการหมุน 400 รอบ/นาทีและอัตรา-  
 การให้อากาศ 1 ปริมาตร/ปริมาตรอาหาร/นาที (vvm) พบว่า Streptomyces sp.190-1  
 สามารถผลิตกลูโคสไอโซเมอเรสได้สูงสุด 7,670 หน่วย/ลิตรอาหารเลี้ยงเชื้อ ปริมาณเซลล์สูงสุด  
 6.5 กรัม หน. เซลล์แห้ง/ลิตร ในช่วงเวลาที่ 18 และปริมาณโปรตีนที่เหลือในน้ำหมัก 5 กรัม/ลิตร การ  
 เติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ไซโลส 7 % อย่างต่อเนื่อง  
 ด้วยอัตรา 0.27 มล./นาที ภายหลังจากการเลี้ยงเชื้อไปแล้วเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าเชื้อ  
 สามารถผลิตกลูโคสไอโซเมอเรสได้สูงสุด 15,600 หน่วย/ลิตรอาหารเลี้ยงเชื้อ ปริมาณเซลล์สูงสุด  
 12 กรัม หน. เซลล์แห้ง/ลิตร ในช่วงเวลาที่ 21 และปริมาณโปรตีนที่เหลือในน้ำหมัก 1.5 กรัม/ลิตร

ภาควิชา เทคโนโลยีชีวภาพ  
 สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ  
 ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนักศึกษา   
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา. 

๑

Kedit Thangprajak : Improvement of Cultivating Medium for  
Glucose Isomerase Production by Streptomyces sp.190-1.

Thesis Advisor : Assist.Prof.Surapong Navankasattusas, Ph.D.  
and Asso.Prof.Pairoh Pinphanichakarn, Ph.D.,105 pp.

Streptomyces sp. 190-1 is a microorganism isolated from Thai soil with high glucose isomerase producing ability. Cultivation of this microorganism in shaking flasks containing  $H_2SO_4$  hydrolysate of soybean meal giving 0.44% of protein,  $H_2SO_4$  hydrolysate of cottonseed hulls giving 1% of reducing sugar and 0.50% of xylose, 0.30% yeast extract, 0.01%  $CoCl_2$ , 0.47%  $K_2HPO_4$ , 0.03%  $KH_2PO_4$ , pH 8.0 at  $30^\circ C$  and 250 rpm., this microorganism could produce the maximum glucose isomerase of 5,500 units per litre of culture broth and the maximum cell mass of 4.20 grams of dried cells per liter. When this microorganism was cultivated in 5-L fermenter using the above medium compositons at  $30^\circ C$  with 400 rpm. agitation rate and 1 vvm. aeration rate the Streptomyces sp. 190-1 could produce maximum glucose isomerase of 7,670 units per liter of culture broth, maximum cell mass of 6.50 grams dried cells per liter after 18 hrs of growth with protein remaining in the fermentation broth of 5 grams per liter. Continuous feeding of  $H_2SO_4$  hydrolysate of cottonseed hulls containing 7% of xylose at 0.27 ml. per min. starting at 12 hrs. after cultivation, this microorganism could produce maximum glucose isomerase of 15,600 units per liter of culture broth and the maximum cell mass of 12 grams dried cells per liter after 21 hrs. of growth with protein remaining in the fermentation broth of 1.5 grams per liter.

ภาควิชา เทคโนโลยีชีวภาพ  
สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ  
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อผู้ผลิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา. *Surapong Navankasattusas*



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบเราะ ปิ่นพานิชการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังคส์ตฤศาสน์ ท่านทั้งสองได้กรุณาให้คำแนะนำอันมีค่าและช่วยเหลือข้าพเจ้าด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาของงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นลินี นิลอุบล ผู้อำนวยการสถาบันฯ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่เครื่องมือและสารเคมี งานงานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การอุดหนุนทุนดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณ คุณชจินาฏ โพธิเวชกุล คุณศิริลักษณ์ ชีระดากร คุณสุนันทา คเชศะณิกณ์ คุณอรไท สุขเจริญ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือคำแนะนำ ตลอดเวลาหลายปีของงานวิจัยของข้าพเจ้า รวมทั้งช่วยเตรียมต้นฉบับวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการสถาบันเทคโนโลยีชีวภาพฯ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้าด้วยดีมาตลอด

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้อง ๆ ร่วมหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพและบุคคลอื่น ๆ ที่มีส่วนช่วยเหลือในงานวิจัยของข้าพเจ้า ซึ่งมีอาจกล่าวนามได้ทั้งหมด

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ และพี่น้องของข้าพเจ้าซึ่งเป็นผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จในปัจจุบันของข้าพเจ้า ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขออุทิศให้เป็นส่วนหนึ่งของความก้าวหน้าในวงการวิทยาศาสตร์ ส่วนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขอให้ เป็นอุทาหรณ์แก่นักวิจัยรุ่นต่อ ๆ ไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป .....	ฉ
คำย่อ.....	ท
<b>บทที่</b>	
1. บทนำ.....	1
2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย.....	17
3. ผลการทดลอง.....	25
4. การอภิปรายการวิจัยและสรุป.....	74
เอกสารอ้างอิง.....	83
ภาคผนวก.....	89
ประวัติผู้แต่ง.....	105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	การเปรียบเทียบผลผลิตของกลูโคสไอโซเมอเรสจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ .....	3
2.	สภาวะและปัจจัยในการเลี้ยงจุลินทรีย์ เพื่อผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส.....	5
3.	ผลของแหล่งคาร์บอนต่อการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส โดย <u>Streptomyces flavogriseus</u> เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง.....	7
4.	ผลของแหล่งไนโตรเจนต่อการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส โดย <u>Streptomyces flavogriseus</u> เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง.....	8
5.	ผลของความเข้มข้นโคบอลท์ในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส โดย <u>Streptomyces</u> sp.....	10
6.	ผลของเกลือแร่ต่อการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส โดย <u>Streptomyces flavogriseus</u> เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง.....	11
7.	แสดงปริมาณสารอาหารในอาหารเลี้ยงเชื้อ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1.....	16
8.	ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของรำข้าวสีกัดไขมันแล้ว กากถั่วเหลืองและเปลือกเมล็ดฝ้าย.....	26
9.	การเจริญของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของกากถั่วเหลือง และรำข้าวสีกัดไขมัน เป็นแหล่งไนโตรเจนและคาร์บอน ตามลำดับ..	28
10.	แอกติวิตีของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนตารางที่ 9..	29



- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 11. | แอกติวิตีต่อปริมาณอาหารของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนตารางที่ 9 .....                                 | 30 |
| 12. | การเจริญของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวยเมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีสารละลายย่อยกรดกำมะถันของกากถั่วเหลือง และเปลือกเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งไนโตรเจนและคาร์บอนตามลำดับ.....               | 32 |
| 13. | แอกติวิตีของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนตารางที่ 12..  | 33 |
| 14. | แอกติวิตีต่อปริมาณอาหารของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเลี้ยงเชื้อเหมือนตารางที่ 12.....                      | 34 |
| 15. | การเจริญของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจน และสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งคาร์บอน..... | 36 |
| 16. | แอกติวิตีของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบเหมือนตารางที่ 15.....  | 37 |
| 17. | แอกติวิตีต่อปริมาณอาหารของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบเหมือนตารางที่ 15   | 38 |
| 18. | การเจริญของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวยเมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจนและสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของรำข้าวสาคัดไขมันเป็นแหล่งคาร์บอน.....  | 40 |

19.	แอคติวิตีของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนตารางที่ 18...	41
20.	แอคติวิตีต่อปริมาณอาหารของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนตารางที่ 19.....	42
21.	การเจริญของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของรำข้าวสาคัดไขมัน และเปลือกเมล็ดฝ้าย เป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนตามลำดับ . . . . .	44
22.	แอคติวิตีของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนตารางที่ 21	45
23.	แอคติวิตีต่อปริมาณอาหารของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนตารางที่ 22.....	46
24.	เปรียบเทียบเอนไซม์แอคติวิตีที่สูงสุดของแต่ละแผนการทดลอง..	48
25.	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเอนไซม์แอคติวิตีของแต่ละแผนการทดลอง.....	48
26.	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเอนไซม์แอคติวิตีของแต่ละแผนการทดลอง.....	48
27.	ผลการวิเคราะห์ค่า mean effect. ของการทดลองแฟคตอเรียล 2 <sup>3</sup> เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A,B,C, และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัยต่อการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรสของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 8 สภาการทดลอง.....	49
28.	การเจริญของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 3 <sup>3</sup> .....	51

ตารางที่

หน้า

29.	แอคติวิตีของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 3 <sup>3</sup> .....	52
30.	แอคติวิตีต่อปริมาณอาหารของกลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย เมื่อทดสอบปัจจัยแบบแฟคตอเรียล 3 <sup>3</sup> .....	53
31.	ผลของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย และยีสต์ เอกซแทรกต์ต่อแอคติวิตีของเอนไซม์.....	54
32.	ผลของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของกากถั่วเหลือง และยีสต์ เอกซแทรกต์ต่อแอคติวิตีของเอนไซม์.....	55
33.	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเอนไซม์แอคติวิตี 27 สภาพการทดลอง.....	56
34.	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของอัตราการผลิตเตปโตจำเพาะของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในชั่วโมงที่ 9 ของการเลี้ยงเชื้อในถังหมักขนาด 5 ลิตร.....	80

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. แสดงการผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรสในถังหมัก 5 ลิตร.....	20
2. ผลของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายและ ยีสต์เอกซแทรกต์ต่อแอกติวิตีของกลูโคสไฮโซเมอเรส.....	54
3. ผลของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของกากถั่วเหลืองและยีสต์ เอกซแทรกต์ต่อแอกติวิตีของกลูโคสไฮโซเมอเรส.....	55
4. การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรส โดย <i>Streptomyces</i> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร...	58
5. การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรส โดย <i>Streptomyces</i> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อ เลี้ยงในอาหารที่มีองค์ประกอบเหมือนรูปที่ 4 ยกเว้นไม่เติมสาร ละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ 0.5% โซโดส.....	60
6. การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรส โดย <i>Streptomyces</i> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการเติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถัน ของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ 3% โซโดสอย่างต่อเนื่อง..	61
7. การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรส โดย <i>Streptomyces</i> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการเติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถัน ของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ 5% โซโดส.....	62
8. การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรส โดย <i>Streptomyces</i> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการเติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถัน ของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ 7% โซโดส.....	63
9. การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรส โดย <i>Streptomyces</i> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการเติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถัน ของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ 9% โซโดส.....	64

รูปที่	หน้า
10. การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส โดย <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการเติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ 13% โซโลส.....	65
11. ผลการค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายที่ให้เติมอย่างต่อเนื่องต่อการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรส ของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1.....	66
12. ผลการค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายที่ให้เติมอย่างต่อเนื่องต่อการเจริญของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1.....	67
13. ผลการค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายที่ใช้เติมอย่างต่อเนื่องต่อแอกติวิตีต่อปริมาตรอาหาร.....	68
14. ปริมาณโปรตีนที่เหลือในน้ำหมักในระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย.....	70
15. ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่เหลือในน้ำหมักในระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย.....	71
16. ปริมาณน้ำตาลโซโลสที่เหลือในน้ำหมักในระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย.....	72
17. แสดงค่าทางจุลนศาสตร์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการเลี้ยง <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยมีองค์ประกอบอาหารเหมือนรูปที่ 4.....	77
18. เปรียบเทียบอัตราการผลิตกลูโคสไอโซเมอเรสในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายที่ใช้เติมอย่างต่อเนื่อง.....	79
19. เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของ <u>Streptomyces</u> sp. 190-1 ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เมื่อค้นพบความเข้มข้นของสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายที่ใช้เติมอย่างต่อเนื่อง.....	81

## คำย่อ

ก.	=	กรัม
ล.	=	ลิตร
มล.	=	มิลลิลิตร
ชม.	=	ชั่วโมง
°ซ	=	องศาเซลเซียส
หน.	=	น้ำหนัก
%	=	เปอร์เซ็นต์
มม.	=	มิลลิเมตร