การคัดเลือกเชื้อและการผลิตเอกโซพอลีแซคคาไรด์จากแลคติกแอซิดแบคทีเรีย

นางสาวจันทร์จนา ตันสกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974 - 636 - 855 - 9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17335541

SCREENING AND PRODUCTION OF EXOPOLYSACCHARIDES FROM LACTIC ACID BACTERIA

Miss Chanchana Tunsakul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974 - 636 - 855 - 9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกเชื้อและการผลิตเอกโซพอลีแซคคาไรด์จากแลคติกแอซิดแบคทีเรีย

โดย นางสาวจันทร์จนา ตันสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุวิมล กีรติพิบูล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.ฐิตาภา เขียวขจี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กีรติพิบูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.ฐิตาภา เขียวขจี)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ธนาศุภวัฒน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

จันทร์จนา ตันสกุล : การคัดเลือกเชื้อและการผลิตเอกโซพอลีแซคคาไรด์จากแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (SCREENING AND PRODUCTION OF EXOPOLYSACCHARIDES FROM LACTIC ACID BACTERIA) อ.ที่ปรึกษา : ผ.ศ.ดร. สุวิมล กีรติพิบูล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. ฐิตาภา เชียวชจี, 125 หน้า ISBN 974-636-855-9

งานวิจัยนี้ได้แยกเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกได้จากอาหารหมักดองจำนวน 104 เชื้อ และจากน้ำอ้อยจำนวน 23 เชื้อ ถูกนำมาทดลองความสามารถในการผลิต Exopolysaccharides (EPS) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ชนิดแข็งและเหลวที่แปรชนิดของน้ำตาล คือ ซูโครส แลคโตส กลูโคส และฟรุคโตส พบว่าเชื้อ AP-1 และ AP-3 สามารถสร้าง EPS ได้สูงสุดในอาหารที่มีน้ำตาลซูโครสเป็น แหล่งคาร์บอน การสร้าง EPS นี้สัมพันธ์กับการเจริญ เมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญ สรีรวิทยา และชีวเคมี พบว่า ทั้ง AP-1 และ AP-3 จัดอยู่ในสปีชีส์ *Pediococcus pentosaceus* จากการศึกษาสูตรอาหารและภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิต พบว่าเชื้อ AP-1 และ AP-3 ผลิต EPS ได้น้ำหนัก EPS ต่อน้ำหนักซูโครสสูง เมื่อใช้อาหารที่ดัดแปลงสูตรโดยประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 4 % และ 10 % ตามลำดับ แหล่งไนโตรเจนที่ประกอบด้วย Yeast extract เท่ากับ 0.5 และ 0.5 กรัมต่อลิตร Peptone เท่ากับ 1.5 และ 1.5 กรัมต่อลิตร Beef extract เท่ากับ 1.0 และ 1.5 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ แหล่งแร่ธาตุที่ประกอบด้วย $MgSO_4$ 0.2 และ 0.4 กรัมต่อลิตร $MnSO_4$ เท่ากับ 0.025 และ 0 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยมีภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิต ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แบบไม่ให้อากาศ ในภาวะที่เหมาะสมนี้เชื้อ AP-1 สามารถผลิต EPS ได้ 6.32 กรัมต่อลิตร ในขณะที่เชื้อ AP-3 สามารถผลิตได้ 18.56 กรัมต่อลิตร

เมื่อนำสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-1 และ AP-3 ไปทดลองคุณสมบัติด้านความหนืดพบว่า มีลักษณะเป็นแบบ Pseudoplastic โดยให้คุณสมบัติ Shear thinning เมื่อ shear rate สูงขึ้นความหนืดจะลดลง อย่างไรก็ตามความหนืดของสารละลายไม่คงตัวต่ออุณหภูมิและที่ pH ต่ำและ ยังพบว่าเมื่อละลาย EPS ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของเกลือ NaCl และ KCl ตั้งแต่ 1 % ขึ้นไป จะมีผลทำให้ความหนืดของสารละลายสูงขึ้น แต่ EPS ที่ผลิตได้จาก AP-1 และ AP-3 จะไม่ละลายน้ำเมื่อความเข้มข้นของเกลือ KCl สูงถึง 8 % และ 10 % ตามลำดับ จากการจำแนกชนิดประจุของพอลีแซคคาไรด์ตามลักษณะประจุไฟฟ้า และชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบพบว่า EPS จากทั้ง AP-1 และ AP-3 มีประจุเป็นกลาง และมีน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบ มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 90.25 %และ 85.20 % มีปริมาณไนโตรเจน 0.001 และ 0.004 % และมีน้ำหนักโมเลกุล 16747 และ $6x10^6$ - $4x10^7$ ดาลตัน ตามลำดับ

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C627083 : : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: EXOPOLYSACCHARIDES, *PEDIOCOCCUS PENTOSACEUS*, FERMENTED FOODS , LACTIC ACID BACTERIA

CHANCHANA TUNSAKUL : SCREENING AND PRODUCTION OF EXOPOLYSACCHARIDES FROM LACTIC ACID BACTERIA. THESIS ADVISOR: ASST.PROF.SUMMON KEERATIPIBUL, Ph.D., TITAPA KHIEOKHACHEE, Ph.D., 125 PP. ISBN 974-636-855-9

One hundred and fours strains of lactic acid bacteria (LAB) isolated from fermented foods and twenty strains from sugarcane juice in Thailand were screened for exopolysaccharides (EPS) production on MRS agar and MRS broth with different sugars, such as sucrose, lactose glucose and fructose . AP-1 and AP-3 were found to produce a large amont of EPS from sucrose. The strain production of EPS was associated with growth when cultivated in broth. This on the basis of morphological, physiological and Biochemical tests, AP-1 and AP-3 were identified as *Pediococcus pentosaceus*. Conditions that allowed high EPS production in broth of AP-1 and AP-3 were as follows sucrose 4 % and 10 %, nitrogen ; yeast extract 0.5 and 0.5 g/l , peptone 1.0 and 1.5 g/l, beef extract 1.0 and 1.5 g/l , $MgSO_4$ 0.2 and 0.4 g/l, $MnSO_4$ 0.025 and 0 g/l , respectively, at 30°C and no aeration. Under this optimum condition, The AP-1 and AP-3 could produce 16.32 g/l and 18.56 g/l, respectively.

Polysaccharides from AP-1 and AP-3 showed pseudoplastic (shear thinning) properties. However, The viscosity of both polysaccharides were not stable to high temperature or low pH and it inceased in the presence of NaCl or KCl using at concentration more than 1 % but it became insoluble in water when the concentration of KCl was increased to 8 % and 10 % . The partially purified EPS produced by AP-1 and AP-3 strains were shown to be neutral polysaccharides consisting predominately of glucose. Both polysaccharides contained 90.25 % and 85.20 % in total sugar, 0.01 and 0.04 g/l in total nitrogen and had estimated molecular weight about 16747 Da and $6x10^6$ - $4x10^7$ Da, respectively.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผศ.ดร. สุวิมล กีรติพิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ฐิตาภา เขียวชจี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่กรุณาให้ความช่วยเหลือสนับสนุน กำลังใจ คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องด้านต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมบูรณ์ ธนาศุภวัฒน์ ที่ให้คำแนะนำ และกำลังใจที่ดี ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน รวมทั้งกรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ แก้ไขวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้คำแนะนำรวมทั้งให้กำลังใจที่ดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิมลมาศ ลีปิพันธ์ หัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณสุนีย์ โชตินีรนาท และหน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลด้วยเครื่อง HPSEC

ขอขอบพระคุณ คุณสุนันท์ รังษีกาญจน์สอง เจ้าหน้าที่แห่งศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยเครื่อง HPLC และให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ค่าความหนืดด้วยเครื่อง Haake Rotoviscometer

ขอขอบพระคุณ คุณวาทินี ปรีชาจารย์ บริษัท System Bio-Industrials Ltd. ที่ให้ความอนุเคราะห์ Xanthan gum (SATIAXANE®) เพื่อใช้ในการทดลองคุณสมบัติด้านความหนืดรวมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับสารไฮโดรคอลลอยด์

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้องๆ ทุกคนในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้อง Food biotechnology ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาเป็นกำลังใจ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ และความสะดวกในด้านต่าง ๆ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา พี่น้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ 1

2. วารสารปริทัศน์ 3

3. อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง 41

4. ผลการทดลอง 54

5. วิจารณ์ผลการทดลอง 91

6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 101

รายการอ้างอิง 103

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 108

ภาคผนวก ข 111

ภาคผนวก ค 116

ประวัติผู้เขียน 125

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงการแบ่งกลุ่มของสารจำพวกไฮโดรคอลลอยด์..... 4
2 หน้าที่ของกัมในอุตสาหกรรมอาหาร..... 11
3 แสดงเอกโซพอลีแซคคาไรด์ที่มีประจุเป็นกลาง (Neutral exopolysaccharides)..... 14
4 แสดงเอกโซพอลีแซคคาไรด์ที่มีประจุเป็นลบ (Anionic exopolysaccharides)..... 16
5 แสดงการผลิต EPS โดยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ 19
6 แสดงประโยชน์ของ Xanthan gum ในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่น ๆ.... 24
7 แสดงปัจจัยที่ ต้องคำนึงถึงในการหมัก Exopolysaccharides 30
8 แสดงการใช้วิธีต่าง ๆ ในการตกตะกอนพอลีแซคคาไรด์..... 33
9 แสดงตัวอย่างของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของพอลีแซคคาไรด์..... 37
10 แสดงแหล่งที่มาของเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียแยกจากอาหารหมักดอง..... 55
11 แสดงแหล่งที่มาของเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกจากน้ำอ้อย..... 60
12 แสดงผลการสร้างเอกโซพอลีแซคคาไรด์บนอาหารแข็ง MRS ที่แปรชนิด ของน้ำตาลของเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกจากอาหารหมักดอง 61
13 แสดงผลการสร้างเอกโซพอลีแซคคาไรด์บนอาหารแข็ง MRS ที่แปรชนิด ของน้ำตาลของเชื้อแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกจากน้ำอ้อย 62
14 แสดงผลการสร้าง EPS ในอาหารเหลว MRS ที่มีน้ำตาลซูโครส 2 % เป็นองค์ประกอบ..... 63
15 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญ และชีวเคมีของเชื้อ AP-1 และ AP-3..... 67
16 แสดงลักษณะการสร้างกรดของเชื้อ AP-1 และ AP-3 ในอาหารที่แปรชนิด ของแหล่งคาร์บอนต่าง ๆ 68

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

17 แสดงผลการแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสในอาหาร MRS ต่อการสร้าง EPS ของเชื้อสายพันธุ์ AP-1 เมื่อทำการบ่มครบ 72 ชั่วโมง....72
18 แสดงผลการแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสในอาหาร MRS ต่อการสร้าง EPS ของเชื้อสายพันธุ์ AP-3 เมื่อทำการบ่มครบ 72 ชั่วโมง....73
19 แสดงผลของอัตราส่วนของอากาศต่ออาหารและการเขย่าต่อการผลิต Exopolysaccharides ของเชื้อ AP-1....79
20 แสดงผลของอัตราส่วนของอากาศต่ออาหารและการเขย่าต่อการผลิต Exopolysaccharides ของเชื้อ AP-3 79
21 แสดงผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการผลิต EPS ของเชื้อ AP-1 81
22 แสดงผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการผลิต EPS ของเชื้อ AP-3 81
23 คุณสมบัติของ Exopolysaccharides และองค์ประกอบของพอลีแซคคาไรด์ 91
24 แสดงการจัดจำแนกเชื้อสกุล *Pediococcus* sp.... 93
25 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของ AP-1 และ AP-3.... 119
26 แสดงการเตรียมสารละลาย 0.04 % BSA เพื่อทำกราฟมาตรฐาน 123

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1 แสดงแนวทางการศึกษาการผลิต Exopolysaccharides..... 25
2 แสดงการสังเคราะห์ Exopolysaccharides..... 27
3 แสดงกลไกการผลิต Alginate..... 29
4 แสดงโคโลนีของเชื้อ AP-1 เมื่อเจริญบนอาหารแข็งที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบ 2 %.. 65
5 แสดงโคโลนีของเชื้อ AP-3 เมื่อเจริญบนอาหารแข็งที่มีน้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบ 2 %.. 65
6 แสดงรูปร่างเซลล์ของเชื้อ AP-3 จาก Scanning electron microsope 66
7 กราฟแสดงการเจริญของสายพันธุ์ AP-1 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ปริมาณการสร้าง EPS และน้ำหนักเซลล์ ในอาหาร MRS ที่มีซูโครส 2 % เป็นแหล่งคาร์บอน บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 70
8 กราฟแสดงการเจริญของสายพันธุ์ AP-3 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ปริมาณการสร้าง EPS และน้ำหนักเซลล์ ในอาหาร MRS ที่มีซูโครส 2 % เป็นแหล่งคาร์บอน บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 71
9 กราฟแสดงผลของปริมาณไนโตรเจน ได้แก่ Yeast extract, Peptone และ Beef extract ต่อปริมาณการผลิต EPS ของเชื้อ AP-1 74
10 กราฟแสดงผลของปริมาณไนโตรเจน ได้แก่ Yeast extract, Peptone และ Beef extract ต่อปริมาณการผลิต EPS ของเชื้อ AP-3 75
11 กราฟแสดงผลของปริมาณ $MgSO_4$ และ $MnSO_4$ ต่อปริมาณการผลิต EPS ของเชื้อ AP-1... 77
12 กราฟแสดงผลของปริมาณ $MgSO_4$ และ $MnSO_4$ ต่อปริมาณการผลิต EPS ของเชื้อ AP-3... 78

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

13 แสดงลักษณะของ Exopolysaccharides ของเชื้อ AP-1 ที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้เครื่อง Freeze dryer 82
14 แสดงลักษณะของ Exopolysaccharides ของเชื้อ AP-3 ที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้ เครื่อง Freeze dryer..... 82
15 แสดงลักษณะความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-1 ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-7.0 เปอร์เซ็นต์..... 84
16 แสดงลักษณะความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-3 ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-7.0 เปอร์เซ็นต์..... 84
17 แสดงค่าความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-1 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ 85
18 แสดงค่าความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-3 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ 86
19 แสดงค่าความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-1 เมื่อละลายในสารละลายที่ปรับ pH โดยใช้ NaOH และ HCl 86
20 แสดงค่าความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-.3 เมื่อละลายในสารละลายที่ปรับ pH โดยใช้ NaOH และ HCl 87
21 แสดงค่าความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-1 เมื่อละลายในสารละลาย บัฟเฟอร์ pH ต่างๆ 87
22 แสดงค่าความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-3 เมื่อละลายในสารละลาย บัฟเฟอร์ pH ต่างๆ 87
23 แสดงลักษณะความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-1เมื่อละลายในสารละลายที่มี NaCl ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-10 % 89

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

24 แสดงลักษณะความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-3 เมื่อละลายในสารละลายที่มี NaCl ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-10%..... 89
25 แสดงลักษณะความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-1 เมื่อละลายในสารละลายที่มี KCl ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-10 % 90
26 แสดงลักษณะความหนืดของสารละลาย EPS ของเชื้อ AP-3 เมื่อละลายในสารละลายที่มี KCl ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-10 % 90
27 แสดงกราฟมาตรฐานของการดูดกลืนแสงกับน้ำหนักแห้งของเซลล์ของ AP-1 112
28 แสดงกราฟมาตรฐานของการดูดกลืนแสดงกับน้ำหนักแห้งของเซลล์ของ AP-3.....112
29 แสดงกราฟมาตรฐานของการดูดกลืนแสงกับน้ำหนักแห้งของ EPS ของเชื้อ AP-1.....114
30 แสดงกราฟมาตรฐานของการดูดกลืนแสงกับน้ำหนักแห้งของ EPS ของเชื้อ AP-3.....114
31 แสดงการทดลอบขนิดประจุของ EPS ของเชื้อ AP-3 (A) และ Xanthan gum (B) 116
32 แสดงโครมาโตแกรมของน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสมาตรฐานจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องไฮโดรเจนเพอฟอร์แมนซ์โครมาโตกราฟี 117
33 แสดงโครมาโตแกรมของเอกโซพอลีแซคคาไรด์ของเชื้อ AP-1 เมื่อย่อยสลายด้วยกรดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC 118
34 แสดงโครมาโตแกรมของเอกโซพอลีแซคคาไรด์ของเชื้อ AP-3 เมื่อทำการย่อยสลายด้วยกรดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC 118

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

35 แสดงโครมาโตแกรมของเอกโซพอลีแซคคาไรด์ของเชื้อ AP-1 จากการวิเคราะห์หาน้ำหนักโมเลกุลด้วยเครื่อง HPSEC 120
36 แสดงโครมาโตแกรมของเอกโซพอลีแซคคาไรด์ของเชื้อ AP-3 จากการวิเคราะห์หาน้ำหนักโมเลกุลด้วยเครื่อง HPSEC 120
37 กราฟมาตรฐานน้ำตาลซูโครส 122
38 กราฟมาตรฐาน BSA 124

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย