

การแยก การพิสูจน์เอกลักษณ์ และการใช้ประโยชน์ของ
อะซิติกแอซิดแบคทีเรียจากผลไม้



นายอภิสิทธิ์ ศรีอรุณเรืองชัย

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-828-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20503039 23 ก.ค. 2546

**ISOLATION, IDENTIFICATION AND APPLICATIONS OF
ACETIC ACID BACTERIA FROM FRUITS**



Mr. Aphisit Sriaroonruangchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Food Technology

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-639-828-8

อภิสิทธิ์ ศรีอรุณเรืองชัย : การแยก การพิสูจน์เอกลักษณ์ และการใช้ประโยชน์ของอะซิติกแอซิดแบคทีเรียจากผลไม้ (ISOLATION, IDENTIFICATION AND APPLICATIONS OF ACETIC ACID BACTERIA FROM FRUITS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุวิมล กิรติพิบูล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.สมบุรณ์ ธนาศุภวัฒน์ ; 125 หน้า. ISBN 974-639-828-8.

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการแยก การพิสูจน์เอกลักษณ์ และการใช้ประโยชน์ของเชื้ออะซิติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกได้จากผลไม้ เพื่อใช้ในการผลิตกรดอะซิติกและเซตดูโลส ผลการแยกเชื้อจากผลไม้ 34 ชนิดได้เชื้อจำนวน 148 สายพันธุ์ เชื้อเหล่านี้สามารถผลิตกรดอะซิติกในช่วง 0.01-1.45 กรัม / 100 มิลลิลิตร และ 12 สายพันธุ์สามารถผลิตเซตดูโลสได้ จากผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญ สรีรวิทยา ชีวเคมี และระบบยูนิตควิโนน พบว่าสามารถแบ่งเชื้อที่คัดเลือกได้ 74 สายพันธุ์เป็น 4 กลุ่ม (3 จีนัส) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 : 45 สายพันธุ์พิสูจน์เอกลักษณ์ได้เป็น *Acetobacter pasteurianus* กลุ่มที่ 2 : 13 สายพันธุ์เป็น *Acetobacter aceti* ซึ่งทั้งกลุ่มที่ 1 และ 2 มีระบบยูนิตควิโนนเป็นชนิด Q-9 กลุ่มที่ 3 : 12 สายพันธุ์เป็น *Gluconoacetobacter xylinus* และกลุ่มที่ 4 : 4 สายพันธุ์เป็น *Gluconobacter* sp. ทั้งกลุ่มที่ 3 และ 4 มีระบบยูนิตควิโนนเป็นชนิด Q-10 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลไม้ไม่มีผลต่อการกระจายของสปีชีส์ของอะซิติกแอซิดแบคทีเรีย

ในการศึกษาภาวะการผลิตกรดอะซิติกของเชื้อที่คัดเลือกไว้ 5 สายพันธุ์ คือ *A. pasteurianus* GR 24-2, OR 56-1, BS 58-2, MG 69-2 และ *A. aceti* SF 18-1 เปรียบเทียบกับเชื้อสายพันธุ์มาตรฐาน (Type strain) *Acetobacter aceti* subsp. *aceti* TISTR 354^T และ *A. pasteurianus* TISTR 1056^T พบว่าปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการผลิตกรดได้แก่ ปริมาณเอทานอล ปริมาณกรดอะซิติก ปริมาณกรดคาซามิโน และอุณหภูมิในการหมัก จากผลการทดลองพบว่าเชื้อตัวแทนสามารถผลิตกรดได้สูงสุดที่ระดับการเติมเอทานอล 4.0% (v/v) กรดอะซิติก 0.5 หรือ 1.0% (v/v) กรดคาซามิโน 0.5% (w/v) และการหมักที่อุณหภูมิ 30-37 °ซ. นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อสายพันธุ์ OR 56-1 สามารถผลิตกรดได้ที่อุณหภูมิ 40 °ซ. โดยมีค่าการหมักสัมพัทธ์ (Relative fermentation) เมื่อเทียบกับที่ 30 °ซ. เป็น 69.5% ในวันที่ 3 ของการหมัก

การศึกษาเปรียบเทียบการผลิตเซตดูโลส โดยใช้เชื้อตัวแทนที่คัดเลือกได้ 6 สายพันธุ์ คือ *Gluconoacetobacter xylinus* BB150-1, MM 151-1, JF 152-1, BS 153-1, AP154-1 และ LD 155-1 เปรียบเทียบกับสายพันธุ์ *Gluconoacetobacter xylinus* TISTR 893 ในอาหารสูตรน้ำมะพร้าวซึ่งประกอบด้วย แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.05% แมกนีเซียมซัลเฟต 0.05% เอทานอล 5.00% ซูโครส 5.00% และน้ำมะพร้าวแก่ 100 มล. ใช้เวลาในการหมัก 14 วัน โดยวัดความหนาทุก 3 วันของการหมักโดยใช้วอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ เมื่อสิ้นสุดการหมักนำเซลล์ที่ได้มาหาค่าที่หนักเปียก น้ำหนักแห้ง และเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสที่เจาะทะลุผ่านชั้นเซตดูโลส โดยใช้หัวเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. พบว่าเซลล์ที่ได้ให้ผลการทดสอบด้านความหนา และค่าแรงสูงสุดที่เจาะทะลุผ่านไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ภาควิชา.....
สาขาวิชา.....
ปีการศึกษา.....

ลายมือชื่อผู้คิด.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

3972377123 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: ACETIC ACID / ACETIC ACID BACTERIA / IDENTIFICATION / ISOLATION / CELLULOSE APHISIT SRIAROONRUANGCHAI : ISOLATION, IDENTIFICATION AND APPLICATIONS OF ACETIC ACID BACTERIA FROM FRUITS. THESIS ADVISOR : ASSI. PROF. SUWIMON KEERATIPIBUL, Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. SOMBOON TANASUPAWAT, Ph.D. 125 pp. ISBN 974-639-828-8.

Isolation, identification and the applications in acetic acid and cellulose production of the strains from fruits were studied. One hundred and forty eight strains were isolated from 34 kinds of fruits. They produced acetic acid ranged from 0.01-1.45 g/100 ml. Twelve strains could produce cellulose. The strains which produced high yield of acetic acid and cellulose were selected for applications. Based on morphological, cultural, physiological, biochemical characteristics, and ubiquinone system, the selected 74 strains were separated in 4 groups (3 genus). Group 1 (45 strains) were identified as *Acetobacter pasteurianus* and Group 2 (13 strains) were *A. aceti*. These two groups contained ubiquinone with 9 isoprene unit (Q-9) as the major component. Group 3 (12 strains) were identified as *Gluconoacetobacter xylinus* and Group 4 (4 strains) were *Gluconobacter* sp. These two groups had Q-10 as the major ubiquinone. The distribution of species of acetic acid bacteria was not depended on the total soluble solid in fruits.

Acetic acid production from 5 selected strains of *A. pasteurianus* GR 24-2, OR 56-1, BS 58-2, MG 69-2 and *A. aceti* SF 18-1 were compared with *Acetobacter aceti* subsp. *aceti* TISTR 354^T and *A. pasteurianus* TISTR 1056^T. Concentration of ethanol, acetic acid, casamino acid, and temperature affected on acetic acid production. The results showed that selected strains produced the highest amount of acetic acid at 4.0% (v/v) ethanol, 0.5 or 1.0% (v/v) acetic acid, 0.5% (w/v) casamino acid and at 30-37 °C. At 40 °C, strain OR 56-1 could produce acetic acid at the relative fermentation rate of 69.5% compared with the rate at 30 °C in the third day of fermentation.

Cellulose production of 6 selected strains of *Gluconoacetobacter xylinus* BB 150-1, MM 151-1, JF 152-1, BS 153-1, AP154-1, and LD 155-1 was compared with *Gluconoacetobacter xylinus* TISTR 893 in Coconut juice medium containing 0.05% of ammonium dihydrogen phosphate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), 0.05% magnesium sulfate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 5.00% ethanol, 5.00% sucrose, and 100 ml. coconut juice. The thickness of cellulose produced was measured by vernier caliper every 3 days. At the end of fermentation, the wet weight, dry weight and texture of cellulose pellicles were analysed. Penetration force of cellulose was measured using texture analyzer. The results showed that thickness and penetration force were not significantly different ($P \leq 0.05$).

ภาควิชา เทคโนโลยีอาหาร

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิติกร *ฟิว 25*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *อ.ดร. สุวิมล*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *อ.ดร. สมบูรณ์*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ โดยได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กิริติพิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ ธนาสุภวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. รมณี สวงนดิกุล ประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัย และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ที่ ให้เชื้อสายพันธุ์มาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบ

ขอกราบขอบพระคุณโครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์ ทบวงมหาวิทยาลัย ภายใต้อาจารย์ที่ต้องการ ของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้มีส่วนสำคัญในการ สนับสนุนทุนการศึกษาจนข้าพเจ้าได้มีโอกาสเข้ามาศึกษาในสาขาวิชานี้ด้วยดีตลอดมา และบัณฑิต วิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ช่วย อำนวยความสะดวก

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ และน้อง ที่ได้ให้กำลังใจช่วยเหลือสนับสนุน ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ฐ
คำย่อ.....	ฑ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วารสารปริทัศน์.....	3
3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย.....	26
4 ผลการทดลอง.....	38
5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	89
รายการอ้างอิง.....	97
ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก.....	104
ภาคผนวก ข.....	118
ประวัติผู้เขียน.....	125

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะเชื้ออะซิติกแอซิดแบคทีเรียจีโนส <i>Acetobacter, Gluconobacter, Acidomonas</i> และ <i>Gluconoacetobacter</i>	5
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มสายชูตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 83-2627.....	18
4.1 วันเดือนปีที่แยก ชนิดของผลไม้ แหล่งที่มา รหัสเชื้อ และคุณสมบัติบางประการของเชื้อ.....	39
4.2 ลักษณะทางฟิโนไทป์ของเชื้อที่คัดเลือก 74 สายพันธุ์	49
4.3 ลักษณะของกลุ่มเชื้ออะซิติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกได้	68
4.4 ลักษณะความแตกต่างของเชื้อที่แยกได้เปรียบเทียบกับเชื้อมาตรฐาน.....	72
4.5 การกระจายของเชื้ออะซิติกแอซิดแบคทีเรียในผลไม้ชนิดต่าง ๆ.....	73
4.6 การเจริญและปริมาณกรดที่ผลิตของสายพันธุ์ที่จะนำไปศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรด.....	76
4.7 ความหนาของชั้นเซลล์โลกจากเชื้อซึ่งจะนำไปศึกษาเปรียบเทียบการผลิตเซลล์โลก.....	77
4.8 ผลของเอทานอลที่เติมต่อปริมาณกรดอะซิติกที่ผลิตได้ในภาวะเขย่าจากเชื้อสายพันธุ์ต่างๆ.....	79
4.9 ผลของกรดอะซิติกที่เติมต่อปริมาณกรดอะซิติกที่ผลิตได้ในภาวะเขย่าจากเชื้อสายพันธุ์ต่างๆ.....	81
4.10 ผลของกรดคาซามิโนที่เติมต่อปริมาณกรดอะซิติกที่ผลิตได้ในภาวะเขย่าจากเชื้อสายพันธุ์ต่างๆ.....	83
4.11 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ต่อการผลิตกรดอะซิติกที่ได้ในภาวะเขย่าจากเชื้อสายพันธุ์ต่างๆ.....	85
4.12 ค่าการหมักสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิ 37 และ 40 °ซ. ของเชื้อสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิในการหมักที่ 30 °ซ.....	86
4.13 ความหนา (มม.) ของชั้นเซลล์โลกที่เชื้อผลิตได้ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 14 ของการหมักในอาหารเหลวสูตรน้ำมะพร้าวของเชื้อสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้.....	87
4.14 น้ำหนักเปียก น้ำหนักแห้ง (กรัม) และแรงสูงสุด (N.) ที่เจาะทะลุผ่านของชั้นเซลล์โลกภายหลังจากการหมัก 14 วัน.....	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.1 ลักษณะสีที่ปรากฏภายใต้แสงปกติ และรังสีอัลตราไวโอเลตบนโครมาโตแกรม.....	114
ข.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ เอธานอลในอาหารเหลว Y (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.1) ของเชื้อรหัส SF18-1 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	118
ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ เอธานอลในอาหารเหลว Y (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.1) ของเชื้อรหัส GR 24-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	118
ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ เอธานอลในอาหารเหลว Y (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.1) ของเชื้อรหัส OR 56-1 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	118
ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ เอธานอลในอาหารเหลว Y (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.1) ของเชื้อรหัส BS 58-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	118
ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ เอธานอลในอาหารเหลว Y (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.1) ของเชื้อรหัส MG 69-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	119
ข.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ เอธานอลในอาหารเหลว Y (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.1) ของเชื้อรหัส TISTR 354 ^T ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	119
ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ กรดอะซิดิกในอาหารเหลว EY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5) ของเชื้อรหัส SF18-1 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	119
ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ กรดอะซิดิกในอาหารเหลว EY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5) ของเชื้อรหัส GR 24-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ กรดอะซิดิกในอาหารเหลว EY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5) ของเชื้อรหัศ OR56-1 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	120
ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ กรดอะซิดิกในอาหารเหลว EY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5) ของเชื้อรหัศ BS58-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	120
ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ กรดอะซิดิกในอาหารเหลว EY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5) ของเชื้อรหัศ MG 69-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	120
ข.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับ กรดอะซิดิกในอาหารเหลว EY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5) ของเชื้อรหัศ TISTR 354 ^T ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	120
ข.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับกรดซามิโน ในอาหารเหลว EAY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.2) ของเชื้อรหัศ SF18-1 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	121
ข.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับกรดซามิโน ในอาหารเหลว EAY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.2) ของเชื้อรหัศ GR 24-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	121
ข.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับกรดซามิโน ในอาหารเหลว EAY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.2) ของเชื้อรหัศ OR 56-1 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	121
ข.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับกรดซามิโน ในอาหารเหลว EAY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.2) ของเชื้อรหัศ BS 58-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับกรดซามิโน ในอาหารเหลว EAY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.2) ของเชื้อรหัศ MG 69-2 ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	122
ข.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับกรดซามิโน ในอาหารเหลว EAY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.2) ของเชื้อรหัศ TISTR 354 ^T ที่ 30 °ซ. ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	122
ข.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ในการหมัก ในอาหารเหลว EACY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.3) ของเชื้อรหัศ SF18-1 ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	122
ข.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ในการหมัก ในอาหารเหลว EACY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.3) ของเชื้อรหัศ GR 24-2 ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	122
ข.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ในการหมัก ในอาหารเหลว EACY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.3) ของเชื้อรหัศ OR 56-1 ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	123
ข.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ในการหมัก ในอาหารเหลว EACY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.3) ของเชื้อรหัศ BS 58-2 ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	123
ข.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ในการหมัก ในอาหารเหลว EACY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.3) ของเชื้อรหัศ MG 69-2 ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	123
ข.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ในการหมัก ในอาหารเหลว EACY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.3) ของเชื้อรหัศ TISTR 354 ^T ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	123
ข.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด (กรัม/100 มล.) ต่อการแปรระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ในการหมัก ในอาหารเหลว EACY (ภาคผนวก ก ข้อ 1.5.3) ของเชื้อรหัศ TISTR 1056 ^T ในวันที่ 3 ของการหมัก.....	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาของชั้นเซลล์โลส (มม.) ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 14 ของการหมักในอาหารเหลวสูตรน้ำมะพร้าว (ภาคผนวก ก ข้อ 1.7) ของเชื้อรหัด BB 150-1, WM 151-1, JF 152-1, BS 153-1, AP 154-1, LD 155-1 และ TISTR 893.....	124
ข.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเปียก น้ำหนักแห้ง (กรัม) และแรงสูงสุดที่เจาะทะลุผ่าน (N.) ของชั้นเซลล์โลส ภายหลังจากการหมัก 14 วันในอาหารเหลวสูตรน้ำมะพร้าว (ภาคผนวก ก ข้อ 1.7) ของเชื้อรหัด BB 150-1, WM 151-1, JF 152-1, BS 153-1, AP 154-1, LD 155-1 และ TISTR 893.....	124

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	4
2.2	12
2.3	13
2.4	15
4.1	75
4.2	87



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำย่อ

°ซ.	=	องศาเซลเซียส
%	=	เปอร์เซ็นต์
O.D.	=	Optical density
นม.	=	นาโนเมตร
v/v	=	volume/volume
w/v	=	weight/volume
มม.	=	มิลลิเมตร
มก.	=	มิลลิลิตร
ชม.	=	ชั่วโมง
มก.	=	มิลลิกรัม
กก.	=	กิโลกรัม
TSS	=	Total soluble solid
°B	=	องศาบริกซ์ (Brix)
SEM	=	Scanning electron microscope
TISTR	=	Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Bangkok, Thailand

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย