

การผลิตและการศึกษาลักษณะเฉพาะของสารเสริมการผลิตสุราจากแป้งข้าวเจ้า

นางสาว อังคนา น้อยสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-721-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I2051380X

**PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF LIQUORS ADJUNCT
FROM RICE FLOUR**

Miss Angkana Noisuwan

**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 1996

ISBN 974-635-721-2

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

อังคณา น้อยสุวรรณ: การผลิตและการศึกษาลักษณะเฉพาะของสารเสริมการผลิตสุราจากแป้งข้าวเจ้า
(Production and Characterization of Liquors Adjunct from Rice Flour) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ปราณี อำนประิ่ง,
118 หน้า. ISBN 974-635-721-2.

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการผลิตและลักษณะเฉพาะของสารเสริมการผลิตสุราจากแป้งข้าวเจ้าโดยใช้แอลฟา-อะมิเลส (A-3403 Sigma, 15,500 ยูนิตต่อมิลลิกรัม) ร่วมกับกลูโคอะมิเลส (A-7255 Sigma, 12,100 ยูนิตต่อกรัม) ในระบบไม่ต่อเนื่อง เตรียมสารละลายแป้งให้เหมาะสมต่อการย่อยสลายของเอนไซม์โดยตรวจวัดระดับการเกิดเจลาติโนเซชันด้วยกลูโคอะมิเลส (A-3042 Sigma, 7,100 ยูนิตต่อมิลลิเมตร) ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 โดยปริมาตร คำนวณค่าด้วยสูตรที่ได้จากการทดลองดังนี้ $Y=(X-3.37) \times 100/(T-0.037)$ เมื่อ Y คือ ระดับการเกิดเจลาติโนเซชัน X คือ ร้อยละของแป้งที่ถูกกลูโคอะมิเลสย่อยและ T คือ ร้อยละ ของแป้งทั้งหมด พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายแป้งคือ ความเข้มข้นของสารละลายแป้งร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที มีระดับการเกิดเจลาติโนเซชันร้อยละ 97.36 ภาวะในการผลิตสารเสริมการผลิตสุราจากแป้งข้าวเจ้าโดยใช้แอลฟา-อะมิเลสและกลูโคอะมิเลสร่วมกันคือ ความเป็นกรดต่าง 5.5 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของแอลฟาอะมิเลสร้อยละ 0.05-0.10 โดยปริมาตร ความเข้มข้นของกลูโคอะมิเลสร้อยละ 2-3 โดยน้ำหนักและเวลาในการผลิต 60-150 นาที พบว่าน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารเสริมการผลิตสุรา คือ กลูโคส โดยมีค่าอยู่ช่วงร้อยละ 52.99 ถึง 95.84 และร้อยละ 55.81 ถึง 98.91 ตามลำดับ สารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตได้ สามารถทำได้เป็น 2 ผลิตภัณฑ์ คือ สารเสริมผลิตสุรา สำหรับผลิตพันธุ์สุราที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบตั้งต้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ การย่อยสลายแป้งข้าวเจ้าด้วยเอนไซม์ 2 ชนิด ร่วมกับที่ความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสร้อยละ 0.05 โดยปริมาตร และกลูโคอะมิเลสร้อยละ 3 โดยน้ำหนักเทียบกับแป้ง ใช้เวลาการย่อยสลาย 60 วินาที จะได้สารเสริมการผลิตสุราที่มีค่าสมมูลย์กลูโคส 58.27 และมีค่าของแข็งที่หมักได้ร้อยละ 58.90 รวมทั้งมีกลูโคสเป็นองค์ประกอบเพียงร้อยละ 55.00 สำหรับสารเสริมผลิตสุราอีกประเภทหนึ่งก็คือ สารเสริมผลิตสุราสำหรับผลิตพันธุ์สุราที่ใช้วัตถุดิบที่มีกลูโคสเป็นองค์ประกอบหลัก หรือสารเสริมผลิตสุราที่มีค่าสมมูลย์กลูโคสเกินกว่า 80 จากการทดลองพบว่า ภาวะที่จะผลิตสารเสริมการผลิตสุราดังกล่าวได้จากการย่อยสลายแป้งข้าวเจ้าได้ด้วยแอลฟา-อะมิเลส เข้มข้นร้อยละ 0.10 โดยปริมาตรเทียบกับแป้ง และกลูโคอะมิเลส เข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักเทียบกับแป้ง เป็นระยะเวลา 150 นาที จะได้สารเสริมการผลิตสุราที่มีค่าสมมูลย์กลูโคส 95.84 ค่าของแข็งที่หมักได้ร้อยละ 98.47 แต่มีปริมาณกลูโคสถึงร้อยละ 93.88

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.....
ปีการศึกษา2539.....

ลายมือชื่อนิติอังคณา น้อยสุวรรณ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาดร.ปราณี อำนประิ่ง.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C6270050 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD:

LIQUORS ADJUNCT / ALPHA -AMYLASE / GLUCOAMYLASE / RICE FLOUR

ANGKANA NOISUWAN : PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF LIQUORS ADJUNCT FROM RICE FLOUR. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. PRANEE ANPRUNC, Ph.D. 118 pp. ISBN 974-635-721-2

This research was investigated the production and charcterization of liquors adjunct from rice flour by using alpha-amylase mixed with glucoamylase in conventional batch process. The process started with the preparation and then measured the degree of gelatinization by glucoamylose (A-3042 Signal, 7,100 unit per ml.) at the concentration of 0.15% (V/W) And then calculated outcome by the formular from the experiment as followed. $Y=(x-3.37 100)/(T-0.37)$ Y was the degree of gelatinization. X was the percentage of starch that was hydrolyzed by glucoamylase. T was the perecentage of total starch. From the formular, it was found that the optimun condition for the preparation of starch slurry was starch slurry at the concentration of 40% of gelatinization was at the temperature of 80 °C for 60 minutes. The degree of gelatinization was at the percentage of 97.36. The condition in the production of liquors adjunct from rice flour by using alpha-amylase mixed with gluccamylase was at pH 5.5 at temperature of 65°C and the concentration of alpha-amylase was at 0.05-0.10% (V/W). The concentration of glucoamylase was 2-3% (W/W) and the production time was 60-150 minutes. Moreover, it was found that the obtained sugar which was the major factor of liquor adjunct was glucose at the perecentage of 52.99-93.88 since glucose was reducing sugar which has high fermentability, it could make liquor products that had high value of dextrose equivalent (DE) and fermentable extract at the percentage of 52.99-98.84 and 55.81-98.91, respectively. The amount of protein in produced liquors adjunct was zero. Liquors adjunct could be divied into 2 types. the first type had sugar factor similar to liquors product that had rice at started. Dextrose Equivalent of this liquors adjunct was lower than 80. The optimun condition in the production of this type was the concentration of alpha-amylase at 0.05% (V/W). The concentration of glucoamylase was 3% (W/W) and the production time was 60 minutes. It could make liquor products that has DE 58.27. fermentable extract at the percentage of 58.90 and glucose at the percentage of 55.00. The second type was liquors adjunct which had DE higher than 80. It had glucose as major factor. The optimum condition in the production of this high fernemtable liquors adjunct was the concentration of alpha-amylase at 0.10% (V/W). The concentration of glucoamylase was 3% (W/W) and production time was 150 minutes. It could make liquors adjunct that had DE 95.84, fermentable extract at the percentage of 98.47 and glucose at the percentage of 93.88.

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....

ปีการศึกษา..... 2539.....

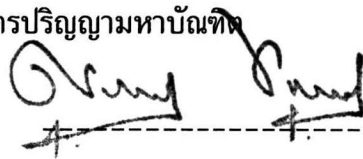
ลายมือชื่อนิสิต..... อัญญา น้อยสุวรรณ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ.จ. อานพรัตน์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตและการศึกษาลักษณะเฉพาะของสารเสริมการผลิตสุรา
จากแป้งข้าวเจ้า
โดย นางสาวอังคณา น้อยสุวรรณ
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อำนเป็ร็อง

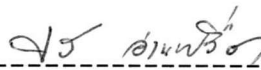
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์นี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

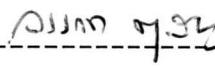


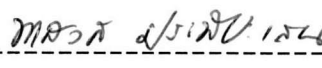
----- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


----- ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธีญพิทยากุล)


----- อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อำนเป็ร็อง)


----- กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณมา ตุลยชัย)


----- กรรมการ
(อาจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน)

กิติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ปราวณี อานเป็รื่อง ที่ได้สละเวลาอันมีคุณค่าเป็นอย่างยิ่งในการให้คำปรึกษา แนะนำ ให้แง่คิดอันจะยังประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตและการทำงานให้ได้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดีในอนาคต ตลอดจนทุ่มเททั้งแรงใจแรงกายในการผลักดันให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และผู้วิจัยขออุทิศความดีและคุณประโยชน์ทั้งหลายจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ มอบแด่อาจารย์อันเป็นที่เคารพรักอย่างสูงสุดของผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธีญพิทยากุล ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเป็นอย่างยิ่งในการเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณภา ตุลงชัย และ อาจารย์ ดร.พาสวดี ประทีประเสน ที่ได้กรุณาใช้ความรู้ความสามารถ และความเชี่ยวชาญที่สั่งสมจากประสบการณ์อันยาวนาน และสละเวลาอันมีค่าเป็นอย่างยิ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิ ภมรสมิต คณบดีคณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และน้องๆ ในคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ช่วยดูแล และอำนวยความสะดวกตลอดการทำวิจัย ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านเป็นอย่างดี

และท้ายที่สุดขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ชายและน้องสาวผู้เป็นแรงใจ และสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
3. การดำเนินงานวิจัย.....	20
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	33
5. สรุปผลการทดลอง.....	86
รายการอ้างอิง.....	93
ภาคผนวก ก.....	98
ภาคผนวก ข.....	102
ภาคผนวก ค.....	115
ภาคผนวก ง.....	116
ประวัติผู้เขียน.....	118

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบทางเคมีของข้าวหักและมอลท์.....	4
2.2	ผลของขนาดสารตั้งต้นต่ออัตราการย่อยสลายของแอลฟา-อะมิเลส.....	7
2.3	เปรียบเทียบราคาต่อกิโลกรัมของแข็งของสารเสริมการผลิตสุรา.....	9
2.4	สมบัติในการหมักของกลูโคสไซรัป.....	17
2.5	สมบัติของไซรัปชนิดต่างๆที่ใช้เป็นสารเสริมการผลิตสุราในการผลิตเบียร์...	19
3.1	รายละเอียดของวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย.....	20
3.2	รายละเอียดของสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	21
3.3	รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	23
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้า.....	33
4.2	ปริมาณกลูโคสจากการย่อยสลายแป้งข้าวเจ้า 100 มิลลิกรัมใน อะซิเทตบัฟเฟอร์ 0.05 M pH 5.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสด้วย กลูโคอะมิเลส.....	35
4.3	การย่อยสลายแป้งข้าวเจ้าติดด้วยกลูโคอะมิเลสร้อยละ 0.15 โดยปริมาตร ต่อน้ำหนักเมื่อเวลาในการย่อย 120 นาที.....	38
4.4	เปรียบเทียบระดับการเกิดเจลาตินในเซชันของตัวอย่างมาตรฐานและที่ คำนวณ.....	39
4.5	ระดับการเกิดเจลาตินในเซชันของแป้งข้าวเจ้าที่ความเข้มข้นของแป้ง เวลา และอุณหภูมิต่างๆ ที่ pH 5.5.....	41
4.6	อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อค่าเฉลี่ยระดับการเกิด เจลาตินในเซชันของแป้งข้าวเจ้าที่ pH 5.5.....	42
4.7	ผลของความเป็นกรดต่างต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร) ในการย่อยแป้งข้าวเจ้า 10 ไมโครกรัมโดยแอลฟา-อะมิเลส ความเข้มข้นร้อยละ 0.10 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักแป้ง และกลูโคอะมิเลส ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เวลาในการย่อย 30 นาที.....	47

ตารางที่

หน้า

4.8 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ในการ
 ย่อยแป้งข้าวเจ้า 10 ไมโครกรัมโดยแอลฟา-อะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ
 0.10 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักแป้ง และกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2
 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งที่อุณหภูมิ 30 pH 5.0 เวลาในการย่อย 30 นาที 49

4.9 อิทธิพลร่วมระหว่างความเป็นกรดต่างและอุณหภูมิต่อการย่อยแป้งข้าวเจ้า
 10 ไมโครกรัมโดยแอลฟา-อะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยปริมาตร
 ต่อน้ำหนักและกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก
 ร่วมกัน..... 51

4.10 เปรียบเทียบปริมาณของแข็ง (extract)(ร้อยละ)ของสารเสริมการผลิตสุราที่
 ผลิตโดยการย่อยแป้งเข้มข้นร้อยละ 40 pH 5.5 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ผลิตเมื่อเวลา ความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสและ
 กลูโคอะมิเลสระดับต่าง ๆ..... 57

4.11 เปรียบเทียบปริมาณความชื้น(ร้อยละ)ของสารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตโดย
 การย่อยแป้งเข้มข้นร้อยละ 40 pH 5.5 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ผลิต
 เมื่อเวลา ความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสและกลูโคอะมิเลสที่ระดับต่าง ๆ 60

4.12 เปรียบเทียบค่า(ร้อยละ)ของสารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตโดยการย่อยแป้ง
 เข้มข้นร้อยละ 40 pH 5.5 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ผลิตเมื่อเวลา
 ความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสและกลูโคอะมิเลสที่ระดับต่าง ๆ..... 62

4.13 เปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่หมักได้ของสารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตโดย
 การย่อยแป้งเข้มข้นร้อยละ 40 pH 5.5 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ผลิต
 เมื่อเวลา ความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสและกลูโคอะมิเลสที่ระดับต่าง ๆ 65

4.14 อิทธิพลร่วมระหว่างเวลาและความเข้มข้นของกลูโคอะมิเลสต่อค่าเฉลี่ยของ
 แข็งที่หมักได้เมื่อใช้สารเสริมการผลิตที่ผลิตได้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต..... 67

4.15 อิทธิพลร่วมระหว่างเวลาและความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสต่อค่าเฉลี่ย
 ของแข็งที่หมักได้เมื่อใช้สารเสริมการผลิตที่ผลิตได้เป็นแหล่ง
 คาร์โบไฮเดรต..... 67

4.16 อิทธิพลร่วมระหว่างแอลฟา-อะมิเลสและความเข้มข้นของกลูโคอะมิเลสต่อ
 ค่าเฉลี่ยของแข็งที่หมักได้..... 68

4.17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าสมมูลย์ของกลูโคสของสารเสริมการผลิตสุราที่ผลิต
 โดยการย่อยแป้งเข้มข้นร้อยละ 40 pH 5.5 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
 ผลิตเมื่อเวลา ความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสและกลูโคอะมิเลสต่าง ๆ.... 73

ตารางที่

หน้า

4.18	อิทธิพลร่วมระหว่างเวลาและความเข้มข้นของกลูโคอะมิเลสต่อค่าเฉลี่ย ค่าสมมูลย์กลูโคสของสารเสริมการผลิตสุรา.....	75
4.19	อิทธิพลร่วมระหว่างเวลาและความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลสต่อ ค่าเฉลี่ยของสารเสริมการผลิตสุรา.....	75
4.20	อิทธิพลร่วมระหว่างแอลฟา-อะมิเลสและความเข้มข้นของกลูโคอะมิเลสต่อ ค่าเฉลี่ยค่าสมมูลย์กลูโคสของสารเสริมการผลิตสุรา.....	76
4.21	สมการและรายละเอียดของสมการความสัมพันธ์ของค่าสมมูลย์กลูโคสและ สัดส่วนของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ.....	79

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตเบียร์.....	11
2.2	กระบวนการผลิตกลูโคสไซรัปโดยใช้เอนไซม์.....	13
2.3	การย่อยแป้งโดยแอลฟา-อะมิเลส.....	14
2.4	ปฏิกิริยาการย่อยสลาย (hydrolysis)/การรวมตัว(condensation)ที่ควบคุม การเปลี่ยนแป้งเป็นกลูโคสโดยกลูโคอะมิเลส.....	15
2.5	เปรียบเทียบการย่อยเต็กซ์ทรินสายตรงและเต็กซ์ทรินที่มีสายสาขาโดย กลูโคอะมิเลส.....	15
3.1	ขอบเขตของการวิจัย.....	25
3.2	ขั้นตอนการหาความเข้มข้นและเวลาในการย่อยแป้งข้าวเจ้าติดด้วย กลูโคอะมิเลส.....	27
3.3	ขั้นตอนการศึกษาผลของความเป็นกรดต่างและอุณหภูมิต่อการย่อยแป้งข้าว เจ้าโดยแอลฟา-อะมิเลส กลูโคอะมิเลส และแอลฟา-อะมิเลสร่วมกับ กลูโคอะมิเลส.....	30
3.4	การผลิตสารเสริมการผลิตสุราจากแป้งข้าวเจ้าโดยใช้แอลฟา-อะมิเลส และ กลูโคอะมิเลสร่วมกันในการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง.....	32
4.1	ปริมาณกลูโคสที่ได้จากการย่อยสลายแป้งข้าวเจ้าติด 100 มิลลิกรัม อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ด้วยกลูโคอะมิเลสร้อยละ 0.10, 0.15 และ 0.20.....	36
4.2	อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อค่าเฉลี่ยระดับการเกิด เจลาตินในเซชัน.....	43
4.3	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการเกิดเจลาตินในเซชันของแป้งข้าวเจ้าที่ระดับ ความเข้มข้นของสารละลายแป้ง เวลา และอุณหภูมิต่าง ๆ.....	44
4.4	ผลของความเป็นกรดต่างต่อการย่อยแป้งข้าวเจ้า 10 ไมโครกรัม อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาทีด้วยแอลฟา-อะมิเลสร้อยละ 0.1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักแป้งและกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้ง.....	46

รูปที่	หน้า	
4.5	ผลของอุณหภูมิต่อการย่อยแป้งข้าวเจ้า 10 ไมโครกรัมความเป็นกรดต่าง 6.0 และ 5.0 เมื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อแอลฟา-อะมิเลสร้อยละ 0.1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักแป้งและกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งตามลำดับ.....	48
4.6	อิทธิพลร่วมระหว่างความเป็นกรดต่างและอุณหภูมิต่อการย่อยแป้งข้าวเจ้า 10 ไมโครกรัมเวลา 30 นาทีโดยใช้แอลฟา-อะมิเลสเข้มข้นร้อยละ 0.10 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักแป้งและกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งร่วมกัน.....	52
4.7	สารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตจากแอลฟา-อะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 0.05 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักร่วมกับกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2, 3 และ 4 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งตามลำดับ.....	54
4.8	สารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตจากแอลฟา-อะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 0.10 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักร่วมกับกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2, 3 และ 4 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งตามลำดับ.....	54
4.9	สารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตจากแอลฟา-อะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 0.15 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักร่วมกับกลูโคอะมิเลสความเข้มข้นร้อยละ 2, 3 และ 4 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งตามลำดับ.....	55
4.10	เปรียบเทียบสีของสารเสริมการผลิตสุราที่ได้จากกลูโคอะมิเลสเข้มข้นร้อยละ 2, 3 และ 4 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้ง.....	55
4.11	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแข็งในสารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตโดยการย่อยสลายแป้งเข้มข้นร้อยละ 40 pH 5.5 และอุณหภูมิ 65°C ที่เวลาและความเข้มข้นของแอลฟาอะมิเลส(ร้อยละโดยปริมาตรต่อน้ำหนักแป้ง)ต่าง ๆ.....	58
4.12	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแข็งที่หมักได้ในสารเสริมการผลิตสุราที่ผลิตโดยการย่อยสลายแป้งเข้มข้นร้อยละ 40 pH 5.5 และอุณหภูมิ 65°C ที่เวลาและความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลส (ร้อยละโดยปริมาตรต่อน้ำหนักแป้ง) ความเข้มข้นของกลูโคอะมิเลส (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อน้ำหนักแป้ง) ต่าง ๆ.....	66
4.13	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสมมูลย์ของกลูโคสเมื่อเวลาความเข้มข้นของแอลฟา-อะมิเลส และกลูโคอะมิเลสต่าง ๆ.....	72
4.14	ความสัมพันธ์ของค่าสมมูลย์กลูโคสกับของแข็งที่หมักได้.....	75

รูปที่	หน้า	
4.15	ผลของเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 40 ต่อสัดส่วนของน้ำตาลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ (DP_1, DP_2, DP_3 และ $>DP_3$) อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดต่าง 5.5 แอลฟา-อะมิเลส ร้อยละ 0.05 ปริมาตรต่อน้ำหนักแป้ง.....	80
4.16	ผลของเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 40 ต่อสัดส่วนของน้ำตาลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ (DP_1, DP_2, DP_3 และ $>DP_3$) อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดต่าง 5.5 แอลฟา-อะมิเลส ร้อยละ 0.10 ปริมาตรต่อน้ำหนักแป้ง.....	81
4.17	ผลของเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 40 ต่อสัดส่วนของน้ำตาลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ (DP_1, DP_2, DP_3 และ $>DP_3$) อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดต่าง 5.5 แอลฟา-อะมิเลส ร้อยละ 0.15 ปริมาตรต่อน้ำหนักแป้ง.....	82
4.18	โครมาโตแกรมของสารเสริมการผลิตสุราที่ให้กลูโคสสูงสุด ภาวะในการผลิตคือ เวลา 150 นาที แอลฟา-อะมิเลสเข้มข้นร้อยละ 0.10 และ กลูโคอะมิเลสเข้มข้นร้อยละ 3 pH 5.5 และอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส	83
4.19	องค์ประกอบคาร์โบไฮเดรตของสารเสริมการผลิตสุราที่ค่าสมมูลย์กลูโคสต่าง ๆ.....	84