

ผลของสตาร์ชไฮโดรไลเสตต่อการคืนตัวของแป้งข้าวเจ้า



นายยุทธสิทธิ์ ตันตระกูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN-974-53-1923-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

122035588

EFFECTS OF STARCH HYDROLYSATE ON RETROGRADATION OF RICE FLOUR



Mr Yuttasitt Tantrajak

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2004


ISBN- 974-53-1923-6

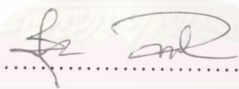
หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสตาร์ชไฮโดรไลเสตต่อการกินตัวของแป้งข้าวเจ้า
โดย	นายยุทธสิทธิ์ ตันตระจักร์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ตันตระเชียร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล

คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้แก่นักวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต)

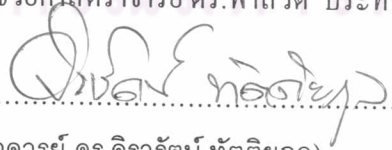
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณ ทุลยธัญ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเชียร)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พาสวดี ประทีปะเสน)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จิรวัฒน์ ทัดติยกุล)

ยุทธสิทธิ์ ดันตระจักร์ : ผลของสตาร์ชไฮโดรไลเสตต่อการคืนตัวของแป้งข้าวเจ้า. (EFFECTS OF STARCH HYDROLYSATE ON RETROGRADATION OF RICE FLOUR) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สุเมธ ดันตระเชียร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.รมณี สงวนดีกุล, 102 หน้า. ISBN 974-53-1923-6.

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของสตาร์ชไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อยสตาร์ชมันสำปะหลัง สตาร์ชข้าวเหนียว และสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงด้วยเอ็นไซม์แอลฟา-อะไมเลส (0.24 KNU / g สตาร์ช) ที่ 60°C pH 6.0 ต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งข้าวเจ้าความเข้มข้น 5% (w/v) แปรระดับเวลาการย่อยที่ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมงและระดับความเข้มข้น 1% 5% และ 10% ของของแข็ง วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของไฮโดรไลเสตที่ได้และติดตามการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้งข้าวเจ้าด้วยค่าลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimetry (DSC) จากผลการทดลองพบว่า สตาร์ชไฮโดรไลเสตจะมีค่า Dextrose equivalent (DE) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการย่อยจาก 4.02 ถึง 35.62 และเมื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของโมเลกุลแป้งพบว่าโมเลกุลแป้งแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่คือกลุ่มที่มีน้ำหนักโมเลกุลขนาดกลางที่มี DP อยู่ในช่วง 10 ถึง 190 และกลุ่มที่เป็นโอลิโกแซคคาไรด์ขนาดเล็กมีช่วง DP อยู่ในช่วง 4 ถึง 5 เมื่อระยะเวลาการย่อยเพิ่มขึ้นกลุ่มแป้งน้ำหนักโมเลกุลขนาดกลางถูกเปลี่ยนเป็นโอลิโกแซคคาไรด์ขนาดเล็กมากขึ้น เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสพบว่า การเติมสตาร์ชไฮโดรไลเสตลงในเจลแป้งข้าวเจ้าจะทำให้เจลแป้งข้าวเจ้ามีค่า tensile strength ต่ำลง นอกจากนี้ยังพบว่าเจลแป้งข้าวเจ้าที่ได้มีความสามารถในการยึดตัวในวันแรกลดลงเมื่อผสมไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชมันสำปะหลัง ความสามารถในการยึดตัวจะเพิ่มขึ้นเมื่อผสมไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชข้าวเหนียว และไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อผสมไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูง ค่าเอนทัลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นโค้งเข้าสู่ค่าคงที่ โดยในวันแรกไม่ตรวจพบเอนโดเทอร์มที่เกิดจากรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งข้าวเจ้า และเมื่อเติมสตาร์ชไฮโดรไลเสตลงไปพบว่า ค่าเอนทัลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันมีค่าที่ลดลงเมื่อเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4472377023 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: STARCH HYDROLYSATE / RETROGRADATION / TEXTURE / RICE FLOUR / GEL PERMEATION CHROMATOGRAPHY / DSC

YUTTASITT TANTRAJAK : EFFETCS OF STARCH HYDROLYSATE ON RETROGRADATION OF RICE FLOUR. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUMATE TANTRATIEN Ph.D., THESIS COADVISOR : ASST. PROF. ROMMANEE SANGUANDEEKUL, Ph.D. 102 pp. ISBN 974-53-1923-6.

The effects of starch hydrolysates from tapioca, sticky rice (SR) and high amylose maize starch (HAM) hydrolysed by enzyme α -amylase (0.24 KNU/g starch) at 60°C, pH 6.0 toward the retrogradation of 5% (w/v) rice flour gel were studied. Hydrolysatation time and concentration of starch hydrolysates added in rice flour gel were varied at 0.5, 1, 4, and 7 hours and 1%, 5% and 10% solid, respectively. Starch hydrolysates were chemically analysed and retrogradation was followed by texture analysis and thermal properties of rice flour gel using texture analyzer and differential scanning calorimetry, respectively. The results showed that the dextrose equivalent (DE) value increased when the hydrolysatation time increased, ie from 4.02 to 35.62. The starch molecules after hydrolysatation were devided by molecular weight into two major groups, ie middle molecular weight (DP range 10 to 190) and smaller oligosaccharides (DP range 4-5). As the hydrolysatation time increased, the middle molecular weight molecules were converted into smaller oligosaccharides. Texture analysis showed that the tensile strength of the rice gels decreased. Starch hydrolysate also affected the extensibility of rice flour gel. The extensibility increased with the addition of SR starch hydrolysate but decreased with tapioca starch hydrolysate while no changes in extensibility was observed with the addition of HAM hydrolysate No retrogradation endotherm was found at the initial day of retrogradation. Decrement of retrogradation enthalpy was founded in rice flour gel with the addition of starch hydrolysates.

DepartmentFood Technology..... Student's signature *Yuttasitt Tantrajak*
 Field of study.....Food TechnologyAdvisor's signature *Sumate Tantrati*
 Academic year2004..... Co-advisor's signature *Romane Sanguandeekul*

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณย่า และขอบพระคุณน้องสาวที่เป็นแรงผลักดันให้ผมมุ่งมั่นเรียนในระดับปริญญาบัณฑิตอีกทั้งยังเป็นกำลังใจให้ผมตลอดมา วิทยานิพนธ์เล่มนี้คงไม่สามารถสำเร็จได้หากปราศจากทุกคน

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ตันตระเชียร อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รมณี สงวนดีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สำหรับคำแนะนำ คำสั่งสอน ดักเตือน และความช่วยเหลือในด้านวิชาการตลอดระยะเวลาของการปฏิบัติงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณมา ตูลยธัญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน อาจารย์ ดร.จิรารัตน์ ทัดติยกุล และ อาจารย์ ดร. ศศิกานต์ กุ้งษ์ศักดิ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่องานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คุณเต็มสิริ หวังทวีทรัพย์จากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติที่ให้ทั้งความช่วยเหลือและคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องและผลการทดลองเกี่ยวกับเครื่อง Gel Permeation Chromatography อย่างมากมาย

ขอขอบพระคุณการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ชุด โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร - อุตสาหกรรมอาหาร ปีงบประมาณ 2546 และ 2547 และงบประมาณโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น (TJTTP)

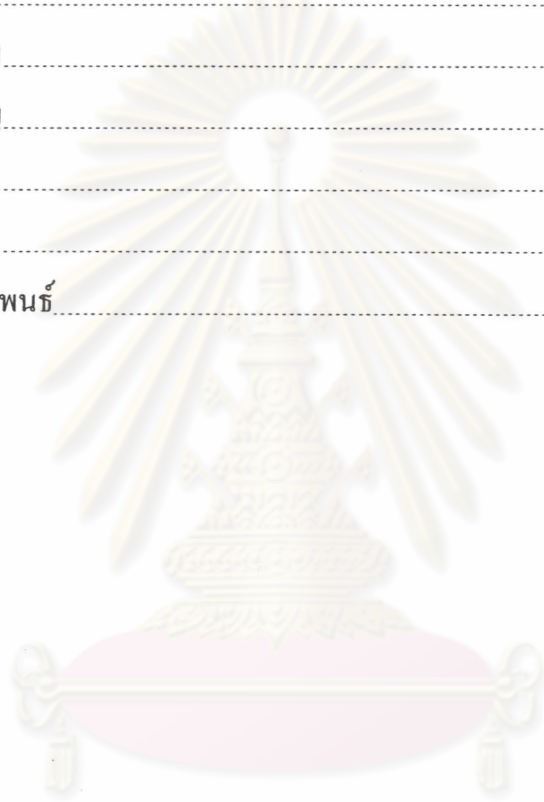
ขอขอบพระคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด Nutrition ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบแป้งข้าวโพดอะไมโลสสูง Gelose 50 ที่ใช้ในการทดลองโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ

ท้ายที่สุด ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในห้องวิจัยปริญญาโทเป็นอย่างสูง ที่ให้กำลังใจตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
2.1 การเกิดเจลาตินในเซชัน.....	3
2.2 การเกิดรีโทรเกรเดชัน.....	4
3. การทดลอง.....	14
3.1 วัตถุประสงค์.....	14
3.2 สารเคมี.....	14
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	16
3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	16
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	22
4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบของสตาร์ชที่ใช้เตรียมไฮโดรไลเสต.....	22
4.2 ศึกษาสมบัติทางด้านเคมีของไฮโดรไลเสตจากแป้งชนิดต่างๆ.....	24
4.3 ผลของสตาร์ชไฮโดรไลเสตที่เตรียมได้ต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันของ เจลแป้งข้าวเจ้า.....	28
4.4 ผลของสตาร์ชไฮโดรไลเสตที่เตรียมได้ต่อสมบัติทางด้านความร้อนของ เจลแป้งข้าวเจ้า.....	49
5. สรุปผลการทดลอง.....	59
รายการอ้างอิง.....	62
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก.....	68
ภาคผนวก ข.....	72
ภาคผนวก ค.....	74

บทที่	ช หน้า
ภาคผนวก ง.....	75
ภาคผนวก จ.....	76
ภาคผนวก ฉ.....	89
ภาคผนวก ช.....	92
ภาคผนวก ซ.....	95
ภาคผนวก ฌ.....	98
ภาคผนวก ญ.....	99
ภาคผนวก ฎ.....	100
ภาคผนวก ฏ.....	101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	102



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สภาวะต่างๆที่ถูกใช้เพื่อวัดเนื้อสัมผัสที่เกิด retrogradation	7
2	ความชื้น โปรตีน และไขมันของสตาร์ชที่ใช้เตรียมไฮโดรไลเสต	22
3	ปริมาณอะไมโลสของแป้งและสตาร์ชชนิดต่างๆ	24
4	Dextrose Equivalence (DE) ของสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชมันสำปะหลัง สตาร์ชข้าวเหนียว และสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (0.24 KNU / g สตาร์ช) ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง pH 6.0 อุณหภูมิ 60°C	25
5	การกระจายตัวของโอลิโกแซกคาไรด์ขนาดกลางและขนาดเล็กของไฮโดรไลเสต จากสตาร์ชมันสำปะหลังที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (0.24 KNU/ g สตาร์ช) ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง pH 6.0 อุณหภูมิ 60°C	26
6	การกระจายตัวของโอลิโกแซกคาไรด์ขนาดกลางและขนาดเล็กของไฮโดรไลเสต จากสตาร์ชข้าวเหนียวที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (0.24 KNU/ g สตาร์ช) ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง pH 6.0 อุณหภูมิ 60°C	26
7	การกระจายตัวของโอลิโกแซกคาไรด์ขนาดกลางและขนาดเล็กของไฮโดรไลเสต จากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (0.24 KNU/ g สตาร์ช) ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง pH 6.0 อุณหภูมิ 60°C	27
8	ค่า tensile strength ที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชมันสำปะหลังปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลากการย่อยของสตาร์ชไฮโดรไลเสตเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอนไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต	30
9	ค่า tensile strength ที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชข้าวเหนียวปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลากการย่อยของสตาร์ชไฮโดรไลเสตเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอนไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต	34

ตารางที่

หน้า

- 10 ค่า tensile strength ที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสด จากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลา การย่อยของสตาร์ชไฮโดรไลเสดเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอ็นไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสม สตาร์ชไฮโดรไลเสด..... 37
- 11 ค่า extensibility ที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสด จากสตาร์ชมันสำปะหลังปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลาการย่อย ของสตาร์ชไฮโดรไลเสดเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอ็นไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสม สตาร์ชไฮโดรไลเสด..... 41
- 12 ค่า extensibility ที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสด จากสตาร์ชข้าวเหนียวปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลาการย่อย ของสตาร์ชไฮโดรไลเสดเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอ็นไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสม สตาร์ชไฮโดรไลเสด..... 44
- 13 ค่า extensibility ที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสด จากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลา การย่อยของสตาร์ชไฮโดรไลเสดเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอ็นไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสม สตาร์ชไฮโดรไลเสด..... 47
- 14 ค่า onset temperature peak temperature และ final temperature เฉลี่ยของเจล แป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสดจากสตาร์ชมันสำปะหลัง สตาร์ชข้าวเหนียว และสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูง..... 50

ตารางที่

หน้า

15	เอนทัลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชมันสำปะหลังปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลาการย่อยของสตาร์ชไฮโดรไลสเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอ็นไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลส.....	54
16	เอนทัลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชข้าวเหนียวปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลาการย่อยของสตาร์ชไฮโดรไลสเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอ็นไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลส.....	54
17	เอนทัลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันที่วันที่ 0 และวันที่ 10 ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงปริมาณ 1% 5% และ 10% ของของแข็ง ระยะเวลาการย่อยของสตาร์ชไฮโดรไลสเท่ากับ 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง ความเข้มข้นเอ็นไซม์ 0.24 KNU / g สตาร์ชเก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลส.....	55
18	ค่า tensile strength ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชมันสำปะหลังระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C.....	89
19	ค่า tensile strength ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชข้าวเหนียวระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C.....	90
20	ค่า tensile strength ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C.....	91
21	ค่า extensibility ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชมันสำปะหลังระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C.....	92
22	ค่า extensibility ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชข้าวเหนียวระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C.....	93
23	ค่า extensibility ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลสได้จากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C.....	94

ตารางที่	หน้า
24	ค่า enthalpy of retrogradation ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสดจาก สตาร์ชมันสำปะหลังระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C..... 95
25	ค่า enthalpy of retrogradation ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสดจาก สตาร์ชข้าวเหนียวระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C..... 96
26	ค่า enthalpy of retrogradation ของเจลแป้งข้าวเจ้าที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสดจาก สตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงระยะเวลาการเก็บ 10 วันที่ 4°C..... 97



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1	ลักษณะของรูปแบบเนื้อสัมผัสโดยทั่วไป.....6
2	กระบวนการเตรียมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชมันสำปะหลัง สตาร์ชข้าวเหนียว และ สตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูง..... 18
3	กระบวนการเตรียมเจลแป้งข้าวเจ้า.....20
4	ค่า tensile strength ของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชมัน สำปะหลังตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(a) 5%(b) และ 10%(c) ของของแข็ง..... 31
5	ค่า tensile strength ของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชข้าวเหนียว ตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(a) 5%(b) และ 10%(c) ของของแข็ง..... 35
6	ค่า tensile strength ของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชข้าวโพด อะไมโลสสูงตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษา ไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(a) 5%(b) และ 10%(c) ของของแข็ง..... 38
7	ค่า extensibility ของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชมันสำปะหลัง ตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(a) 5%(b) และ 10%(c) ของของแข็ง..... 42
8	ค่า extensibility ของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชข้าวเหนียว ตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(a) 5%(b) และ 10%(c) ของของแข็ง..... 45
9	extensibility ของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสตจากสตาร์ชข้าวโพด อะไมโลสสูงตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษา ไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(a) 5%(b) และ 10%(c) ของของแข็ง..... 48

รูปที่	หน้า
10	แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าเอนทาลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งข้าวเจ้า เมื่อเก็บไว้ที่ 4°C เป็นเวลา 10 วัน.....51
11	เอนทาลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต จากสตาร์ชมันสำปะหลังตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(a) 5%(b) และ 10%(c) ของของแข็ง.....56
12	เอนทาลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต จากสตาร์ชข้าวเหนียวตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1% (รูปที่ 13a) 5% (รูปที่ 13b) และ 10%(รูปที่ 13c) ของของแข็ง.....57
13	เอนทาลปีของการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งข้าวเจ้า ที่ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต จากสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงตลอดอายุการเก็บ 10 วัน ที่เวลาการย่อย 0.5 1 4 และ 7 ชั่วโมง เก็บรักษาไว้ที่ 4°C เปรียบเทียบกับเจลแป้งข้าวเจ้าที่ไม่ได้ผสมสตาร์ชไฮโดรไลเสต (C) ปริมาณ 1%(รูปที่ 14a) 5%(รูปที่ 14b) และ 10%(รูปที่ 14c) ของของแข็ง.....58
14	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อยสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0.....76
15	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อยสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0.....77
16	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อยสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0.....78
17	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อยสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0.....79

รูปที่	หน้า
18	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อย สตาร์ชข้าวเหนียวด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 80
19	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อย สตาร์ชข้าวเหนียวด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 81
20	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการย่อย สตาร์ชข้าวเหนียวด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 82
21	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการ ย่อยสตาร์ชข้าวเหนียวด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 83
22	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการ ย่อยสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 84
23	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการ ย่อยสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 85
24	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการ ย่อยสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 86
25	โครมาโตแกรมของแซกคารไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของไฮโดรไลเสตที่ได้จากการ ย่อยสตาร์ชข้าวโพดอะไมโลสสูงด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส 0.24 KNU ต่อกรัม เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C pH 6.0..... 87
26	โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐาน..... 88