

การผลิตมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง

นางสาวรัญญา โชติช่วง



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-019-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRODUCTION OF FROZEN PREFRIED POTATO PATTIES



MISS WARUNYA CHOTCHUANG

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 1997


ISBN 974-638-019-2

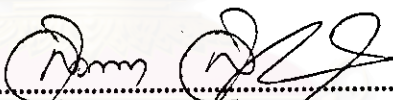
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง
โดย นางสาววิญญา ไซติช่วง
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุภิมารส
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นินนาท ชินประห์ษฐ์

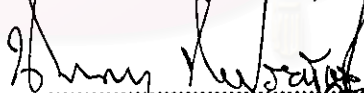
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

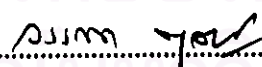
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุภิมารส)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นินนาท ชินประห์ษฐ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณา ตุลปัทธน์)

.....กรรมการ
(นายวัจน์ วีระวุฒิ)

วิทยานิพนธ์ ชีตช่วง : การผลิตมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง (PRODUCTION OF FROZEN PREFRIED POTATO PATTIES) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.สุวรรณา สุภิमारส,
อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.นินนาท ชินประหัชร์, 147 หน้า. ISBN 974-638-019-2.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งที่มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการลวกชิ้นมันฝรั่ง แปรงขนาดรูของ shredder อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ลวก และเวลาที่ใช้ พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการลวกมันฝรั่งที่ใส่ด้วย shredder ขนาด 3.6 และ 6.2 มิลลิเมตร คือลวกในน้ำที่มีอุณหภูมิ 95 °C เป็นเวลา 2 และ 3 นาทีตามลำดับ ศึกษาผลของขนาดรูของ shredder อุณหภูมิน้ำมัน และเวลาทอด พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมผลิตภัณฑ์คือ มันฝรั่งที่ใส่ด้วย shredder ขนาด 6.2 มิลลิเมตร ขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์รีเจลาติโนซึ่งเป็นตัวเชื่อม ทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 3 นาที แล้วศึกษาผลของเวลาทอด สำหรับ pre-frozen potato patties และเวลาทอดสำหรับ frozen potato patties ที่อุณหภูมิ 190 °C พบว่าภาวะที่เหมาะสมคือทอดผลิตภัณฑ์ก้อนแช่เยือกแข็งเป็นเวลา 1 นาทีและทอดหลังการแช่เยือกแข็งเป็นเวลา 2 นาที โดยปริมาณเกลือที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงรสชาติผลิตภัณฑ์ คือ 0.50% ของน้ำหนักมันฝรั่ง แล้วศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งแบบ air blast โดยหาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งแบบ air blast อุณหภูมิลมเย็นในตู้ -32 °C จนผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิใจกลางเป็น -18 °C พบว่าใช้เวลา 42 นาที ศึกษาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ด้วย liquid nitrogen แปรอุณหภูมิแช่เยือกแข็ง 4 ระดับ พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งคือ -60 °C เป็นเวลา 4 นาที 23 วินาที ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยแปรวิธีแช่เยือกแข็ง 2 วิธีคือ แบบใช้ liquid nitrogen และแบบ air blast แปรวิธีเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อบริโภค โดยการทอดที่ 190 °C และอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 250 °C พบว่าวิธีการให้ความร้อนโดยการทอดมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ศึกษาปริมาณ sodium acid pyrophosphate(SAPP) ที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งพบว่าปริมาณที่เหมาะสมคือ 0.075% (โดยน้ำหนัก/ปริมาตร) และศึกษาผลของปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บแช่เยือกแข็ง ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมี ประสาทสัมผัส และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ มันฝรั่งทอดแบบก้อนที่ได้ โดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon laminate กับ LDPE แล้วเก็บแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 °C เป็นเวลา 5 เดือน พบว่าการแช่เยือกแข็งโดยใช้ liquid nitrogen มีผลให้ค่า % weight loss, % thawing loss และ % heating loss ต่ำกว่า และคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัสสูงกว่า การใช้ air blast การใช้มันฝรั่งที่ลวกในน้ำที่มี SAPP 0.075 % (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองสูงกว่า มีแนวโน้มการลดลงของค่าความสว่าง และการเพิ่มขึ้นของค่า Thiobarbituric acid (TBA) ต่ำกว่า การใช้มันฝรั่งที่ลวกในน้ำที่ไม่มี SAPP เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 5 เดือน ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 300 โคโลนี / กรัม

สถาบันวิจัยและบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.....
ปีการศึกษา2549.....

ลายมือชื่อนิสิต วรณญา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C727387 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: BLANCHING / DEEP-FAT FRYING / AIR BLAST / LIQUID NITROGEN

WARUNYA CHOTCHUANG : PRODUCTION OF FROZEN PREFRIED POTATO PATTIES.

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SUWANNA SUBHIMAROS, Dr. Ing.

THESIS CO-ADVISOR : ASSIST. PROF. NINNART CHINPRAHAST, Ph.D. 147 pp.

ISBN 974-638-019-2.

The objectives of this research were to determine the appropriate conditions in preparing potato raw material and in processing of good quality frozen prefried potato patties acceptable to the consumers. Blanching was investigated and it was found that the suitable conditions were: shredding the potato with the perforation of 3.6 and 6.2 mm and blanching them with water (95°C) for 2 and 3 min respectively. In the next stage, processing variables were studied and it was revealed that shredded potatoes with a size of 6.2 mm, forming by using pregelatinized starch as binder and frying at 190 °C for 3 min. were appropriate parameters in preparation of the product. Subsequently, the effects of varying the deep-fat frying time at 190 °C for prefrozen potato patties and frozen potato patties were performed and the suitable conditions being ; frying time for prefrozen potato-1 min or frying time for frozen potato-2 min. Salt was then used to improve the flavor of the product and the proper level was 0.5% (based on the potato weight). Appropriate air blast freezing time; the freezing air temperature being -32 °C and the central temperature of the sample being -18 °C ,was 42 min and appropriate liquid nitrogen freezing conditions ; the temperatures being varied at 4 levels, were at a temperature of -60 °C and with a time of 4 min 23 sec. Subsequently, variables affecting the qualities of the product including means of freezing ; i.e. liquid nitrogen and air blast freezing and methods of preparation of the product for consumption ; i.e. deep-fat frying at 190 °C and baking in the oven at 250 °C were compared and it was apparent that frying affected the product's qualities. In order to improve the color of the product, it was found that sodium acid pyrophosphate (SAPP) at 0.075% (weight / volume) helped maintain good color. Finally, the developed product was prepared in order to investigate the effects of varying levels of SAPP in blanching water , means of freezing and freezing storage time on the physical, chemical, sensory and microbiological properties; i.e. the product being packed in Nylon laminated with LLDPE bags and kept frozen at -18 °C . It was obvious that liquid nitrogen freezing resulted in less % weight loss, % thawing loss and % heating loss but in higher sensory characteristic scores including appearance and texture when compared to air blast freezing. Blanching potato raw material with SAPP (0.075% weight / volume) yielded the product with higher lightness and yellowness and the tendency of decreasing lighness and increasing TBA values were inferior when compared to blanching with ordinary water. The product kept for 5 months still had the overall preference score between like moderately and like very much and the total plate count (TPC) and yeast and mold counts were still less than 300 colonies/g.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....เทคโนโลยีการอาหาร.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีการอาหาร.....

ปีการศึกษา..... 254๑.....

ลายมือชื่อนิสิต..... วรณญา..... รัตติกว.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณาสุภิมารส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นินนาท ชินประหันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งได้อบรมสั่งสอน ให้ศิษย์มีความรอบคอบ รับผิดชอบต่อหน้าที่ และตั้งใจปฏิบัติงาน ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณาสุภิมารส ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ คุณวัชรินทร์ ชีระวุฒิ กรรมการผู้จัดการบริษัท ฟู้ดโปรดิวเซอร์ จำกัด ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณและขอบคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ ของงานวิจัยนี้

- คุณวัชรินทร์ ชีระวุฒิ กรรมการผู้จัดการ บริษัท ฟู้ดโปรดิวเซอร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างมันฝรั่งพันธุ์ Kennebec ที่ใช้ในงานวิจัยนี้
- คุณวิภากร ภัทรชูพงศ์ บริษัท นิวทริชั่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างแป้งพรีเจลาตินไนซ์
- คุณเนาวรัตน์ สลักฤทัย บริษัท ฟู้ดส์ฟิลด์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างไซเดียมแอซิดไฟโรฟอสเฟต
- คุณสุภาพันท์ ศรีสถานนท์ ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างภาชนะบรรจุ
- คณะกรรมการบัณฑิตวิทยาลัย ที่พิจารณาให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยบางส่วน
- คุณทรงยศ ภารดี และคุณกิตติ ลีลาวณิชไชย ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในระหว่างพิมพ์ และเรียบเรียงวิทยานิพนธ์
- เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือ ในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้กำลังใจเสมอมา ทำให้งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	2
3. การทดลอง.....	27
4. ผลการทดลอง.....	38
5. วิจัยณ์ผลการทดลอง.....	84
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	104
รายการอ้างอิง.....	106
ภาคผนวก.....	112
ภาคผนวก ก.....	113
ภาคผนวก ข.....	124
ภาคผนวก ค.....	129
ภาคผนวก ง.....	134
ภาคผนวก จ.....	137
ประวัติผู้เขียน.....	147

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	คุณสมบัติของพลาสติกบางชนิดที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์..... 26
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของมันฝรั่งพันธุ์ Kennebec 38
4.2	ความสัมพันธ์ของขนาดรูของ shredder อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ลวก และเวลาที่ใช้ลวก กับแอกติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส..... 39
4.3	ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรขนาดรูของ shredder อุณหภูมิน้ำมัน และ เวลาในการทอด..... 40
4.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรขนาดรูของ shredder อุณหภูมิน้ำมัน และ เวลาในการทอด..... 41
4.5	ค่าเฉลี่ยสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรขนาดรูของ shredder อุณหภูมิน้ำมัน และเวลาในการทอด..... 42
4.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรขนาดรูของ shredder อุณหภูมิน้ำมัน และ เวลาในการทอด..... 43
4.7	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส การอมน้ำมัน ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรขนาดรูของ shredder อุณหภูมิน้ำมัน และ เวลาในการทอด..... 44
4.8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรขนาดรูของ shredder อุณหภูมิน้ำมัน และเวลาในการทอด..... 45
4.9	ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ และค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรเวลาที่ใช้ทอดก่อนแช่เยือกแข็ง และเวลาที่ใช้ทอดเพื่อให้ความร้อนหลังการแช่เยือกแข็ง..... 46
4.10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันและค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรเวลาที่ใช้ทอดก่อนแช่เยือกแข็ง และเวลาที่ใช้ทอดเพื่อให้ความร้อนหลังการแช่เยือกแข็ง..... 47
4.11	ค่าเฉลี่ยสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรเวลาที่ใช้ทอดก่อนแช่เยือกแข็ง และเวลาที่ใช้ทอดเพื่อให้ความร้อนหลังการแช่เยือกแข็ง..... 48
4.12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรเวลาที่ใช้ทอดก่อนแช่เยือกแข็ง และเวลาที่ใช้ทอดเพื่อให้ความร้อนหลังการแช่เยือกแข็ง..... 49

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.13	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส การอมน้ำมัน ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง ที่ได้จากการแปรเวลาที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ก้อนแช่เยือกแข็ง และเวลาที่ใช้ทอดเพื่อให้ความร้อนหลังการแช่เยือกแข็ง.....	50
4.14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง ที่ได้จากการแปรเวลาที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ก้อนแช่เยือกแข็ง และเวลาที่ใช้ทอดเพื่อให้ความร้อนหลังการแช่เยือกแข็ง.....	51
4.15	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสเค็ม ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนที่ผลิต โดยแปรปริมาณเกลือ.....	52
4.16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนที่ผลิตโดยแปรปริมาณเกลือ.....	53
4.17	ค่าเฉลี่ย %freezing loss และ %heating loss ของมันฝรั่งทอดแบบก้อนที่ได้จากการแช่เยือกแข็งโดยใช้ liquid nitrogen ที่อุณหภูมิต่างกัน.....	57
4.18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย % freezing loss และ % heating loss ของมันฝรั่งทอดแบบก้อนที่ได้จากการแช่เยือกแข็งโดยใช้ liquid nitrogen ที่อุณหภูมิ ต่างกัน.....	57
4.19	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส การอมน้ำมัน ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งที่ได้จากการแช่เยือกแข็งโดยใช้ liquid nitrogen ที่อุณหภูมิต่างกัน.....	58
4.20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งที่ได้จากการแช่เยือกแข็งโดยใช้ liquid nitrogen ที่อุณหภูมิต่างกัน.....	58
4.21	ค่าเฉลี่ยความแข็ง และค่าเฉลี่ยสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรวิธีแช่เยือกแข็ง และวิธีการให้ความร้อน.....	59
4.22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง และค่าเฉลี่ยสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรวิธีแช่เยือกแข็ง และวิธีการให้ความร้อน.....	60
4.23	ค่าเฉลี่ยความแข็ง ค่าความสว่าง และค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของวิธีการให้ความร้อน.....	61
4.24	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส การอมน้ำมัน ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรวิธีการแช่เยือกแข็ง และวิธีการให้ความร้อน.....	61
4.25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรวิธีการแช่เยือกแข็ง และวิธีการให้ความร้อน.....	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.26	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส การอมน้ำมัน ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม ของมันฝรั่งทอดแบบ ก้อนแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของวิธีการให้ความร้อน.....	62
4.27	ค่าเฉลี่ยปริมาณ phosphate ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ (mg P ₂ O ₅ / 100 g sample) และสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก.....	63
4.28	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณ phosphate ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ (mg P ₂ O ₅ / 100 g sample) และสี (L,a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน โดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก.....	64
4.29	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก.....	65
4.30	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก.....	65
4.31	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง.....	67
4.32	ค่า % weight loss, % thawing loss และ % heating loss ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ.....	68
4.33	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย % weight loss ,% thawing loss และ % heating loss ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งโดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ.....	69
4.34	ค่าเฉลี่ย % thawing loss ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง.....	69
4.35	ค่าเฉลี่ย % heating loss ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาเก็บ.....	70
4.36	ค่าเฉลี่ยสี (L, a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งโดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ.....	71
4.37	การวิเคราะห์ ความแปรปรวน ค่าเฉลี่ยสี (L, a,b) ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งโดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ.....	72
4.38	ค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก.....	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.39	ค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาเก็บ.....	73
4.40	ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง โดยแปรปริมาณ SAPP ใน น้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ.....	74
4.41	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือก แข็งโดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ.....	75
4.42	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง หลังให้ความร้อนอีก ครั้งโดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ.....	76
4.43	การวิเคราะห์ความแปรปรวน คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งหลังให้ความร้อนอีกครั้งโดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำ ที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ.....	77
4.44	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง หลังให้ความร้อนอีกครั้ง เมื่อ พิจารณาอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง.....	78
4.45	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ของผลิตภัณฑ์ มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง หลังให้ความร้อนอีกครั้ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของ ระยะเวลาเก็บ.....	78
4.46	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มันฝรั่ง ทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง หลังให้ความร้อนอีกครั้ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่าง วิธีแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ.....	80
4.47	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และรา (Yeast and Mold) ในผลิตภัณฑ์มัน ฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งโดยแปรปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง ระยะเวลาเก็บ.....	82
ก. 1	factors ของสารละลาย Fehling reagent 10 มิลลิลิตร.....	118
ค. 1	เวลาที่ใช้พ่น liquid nitrogen เมื่อแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนที่อุณหภูมิต่างกัน.....	129
ค. 2	การหาค่าของ liquid nitrogen ที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์.....	132
ง. 1	รายละเอียดเกี่ยวกับภาชนะบรรจุ.....	136

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 โครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิก.....	5
2 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) และไฮดรอกซิเลชัน (hydroxylation) ของ monophenol และ o-diphenol โดยเอนไซม์ PPO.....	7
3 ปฏิกิริยา secondary nonenzymatic จาก o-quinone.....	9
4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกายในชั้นอาหารระหว่างการแช่เยือกแข็ง.....	20
5 proposed TBA reaction.....	25
4.1 Freezing Curve ของการแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนด้วย air blast freezer ที่ อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส.....	54
4.2 Freezing Curve ของการแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนด้วย liquid nitrogen ที่ อุณหภูมิ -60 องศาเซลเซียส.....	55
4.3 Freezing Curve ของการแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนด้วย liquid nitrogen ที่ อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส.....	55
4.4 Freezing Curve ของการแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนด้วย liquid nitrogen ที่ อุณหภูมิ -90 องศาเซลเซียส.....	56
4.5 Freezing Curve ของการแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนด้วย liquid nitrogen ที่ อุณหภูมิ -110 องศาเซลเซียส.....	56
4.6 ค่า % heating loss ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน.....	70
4.7 ค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน....	73
4.8 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง หลังให้ความร้อนอีกครั้ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน...	79
4.9 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง หลังให้ความร้อนอีกครั้ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่าง วิธีแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ.....	81
ก. 1 กราฟมาตรฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 nm กับความเข้มข้นของ standard phosphate.....	121
จ. 1 มันฝรั่งพันธุ์ Kennebec ที่มีน้ำหนักในช่วง 60-120 กรัม/หัว.....	137
จ. 2 อุปกรณ์ที่ใช้ใส่มันฝรั่งเป็นเส้น.....	138
จ. 3 ถังบรรจุ liquid nitrogen และเครื่อง Cryo-Test Chamber	139
จ. 4 เครื่อง air blast freezer.....	140

สารบัญรูป (ต่อ)

จ. 5	ตู้แช่เยือกแข็งแบบนอนสำหรับเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -18°C	141
จ. 6	เครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ.....	142
จ. 7	เครื่องวัดเนื้อสัมผัสของอาหาร.....	143
จ. 8	ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก่อนแช่เยือกแข็ง.....	144
จ. 9	ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก่อนหลังแช่เยือกแข็ง.....	145
จ. 10	ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก่อน.....	146



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย