

ผลของน้ำตาลอินเวิร์ตและการอบแห้งแบบสองชั้นต่อนตคุณภาพของมะละกอ

*Carica papaya* L. แเซ็อมอบแห้ง

นางสาววีรยา พรหมประเทศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF INVERT SUGAR AND TWO-STAGE DRYING ON QUALITIES OF  
OSMOTICALLY DEHYDRATED-AIR DRIED PAPAYA *Carica papaya* L.

Miss Veeraya Prohmpratase

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

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

511957

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของน้ำตาลอินเวิร์ตและการอบแห้งแบบสองขั้นตอนต่อ  
คุณภาพของมะละกอ *Carica papaya* L.  
แช่อบแห้ง

โดย

นางสาววีรยา พรหมประเทศ

สาขาวิชา

เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

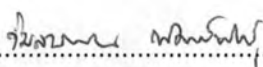
อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

อาจารย์ ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

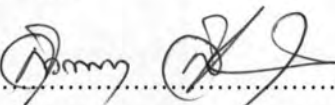
รองคณบดีฝ่ายบริหารรักษาการแทน



คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

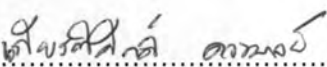
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลวรรณ พิมพ์พันธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



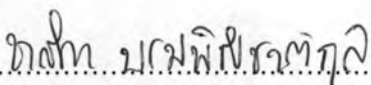
ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารต)



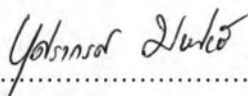
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมาลัย)



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ดร. ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล)



กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี )



กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธนจันทร์ มหาวนิช)

วีรยา พรหมประเทศ : ผลของน้ำตาลอินเวิร์ตและการอบแห้งแบบสองขั้นตอนต่อคุณภาพของมะละกอ  
*Carica papaya* L. แชน้ำเชื่อมอบแห้ง (EFFECTS OF INVERT SUGAR AND TWO-STAGE DRYING ON  
 QUALITIES OF OSMOTICALLY DEHYDRATED-AIR DRIED PAPAYA *Carica papaya* L.)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.เกียรติศักดิ์ ดวงมัลย์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : อ.ดร.ชาติดา  
 บรมพิชัยชาติกุล, 84 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำตาลอินเวิร์ตและการอบแห้งแบบสองขั้นตอนต่อคุณภาพของ  
 มะละกอแชน้ำเชื่อมอบแห้งโดยแช่มะละกอในสารละลายผลไม้ที่ประกอบด้วยกรดซิตริก 1.0% (w/v) โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์  
 0.5% (w/v) และแคลเซียมคลอไรด์แปรความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5% (w/v) แปรเวลาในการแช่ 1 ถึง  
 10 วัน พบว่าระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์และระยะเวลาในการแช่มะละกอ มีผลให้ค่าความแข็งของมะละกอ  
 และปริมาณแคลเซียมที่ซึมเข้าเนื้อมะละกามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วม  
 ระหว่างระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์และระยะเวลาในการแช่ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อพิจารณาค่าความแข็งควบคู่กับ  
 ปริมาณแคลเซียมที่ซึมเข้าเนื้อมะละกอพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% (w/v) ระยะเวลาในการแช่  
 5 วัน ส่งผลให้ค่าความแข็งและปริมาณแคลเซียมที่ซึมเข้าเนื้อมะละกอสูงที่สุด ในช่วงที่สองศึกษาผลของน้ำตาลอินเวิร์ต  
 และขั้นตอนการอบแห้ง โดยภาวะที่ศึกษาทั้งหมด 4 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 ผลิตรากมะละกอแชน้ำเชื่อมที่เติมน้ำตาล  
 อินเวิร์ตและผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 ชั่วโมง, แบบที่ 2 ผลิตรากมะละกอแชน้ำเชื่อมที่เติมน้ำตาล  
 อินเวิร์ต 10% และผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 ชั่วโมง, แบบที่ 3 ผลิตรากมะละกอ  
 แชน้ำเชื่อมที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามด้วย 50 องศา  
 เซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง และแบบที่ 4 ผลิตรากมะละกอแชน้ำเชื่อมที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และผ่านการอบแห้งที่  
 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่า  
 ผลิตรากทุกแบบมีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 18% (w.b.) และค่า  $a_w$  ต่ำกว่า 0.65 โดยผลของการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตใน  
 ผลิตรากแบบที่ 2, 3 และ 4 มีค่าความแข็งและค่างานที่ใช้ในการตัดน้อยกว่าผลิตรากแบบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ  
 ( $p \leq 0.05$ ) แต่มีค่าความเหนียวมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการอบแห้ง พบว่า  
 ผลิตรากแบบที่ 3 และ 4 มีค่าความแข็งและงานที่ใช้ในการตัดน้อยกว่าผลิตรากแบบที่ 2 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมี  
 นัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ดังนั้นการใช้น้ำตาลอินเวิร์ตจึงสามารถช่วยในเรื่องเนื้อสัมผัสโดยทำให้ผลิตรากที่ได้  
 มีความอ่อนนุ่มมากกว่าผลิตรากที่ไม่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต ส่วนการอบแห้งแบบสองขั้นตอนจะช่วยรักษาคุณภาพด้าน  
 เนื้อสัมผัสไม่ให้เกิดลักษณะที่แห้งแข็งบนผิวหน้าของผลิตรากได้ คุณภาพของผลิตรากในช่วงการเก็บรักษาเป็นเวลา  
 18 สัปดาห์ พบว่าผลิตรากแบบที่ 2, 3 และ 4 มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและลักษณะเนื้อสัมผัสน้อยกว่า  
 ผลิตรากแบบที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบวิธีที่ใช้ในการอบแห้ง พบว่าผลิตรากแบบที่ 3 และ 4 มีค่าการ  
 เปลี่ยนแปลงของสี ( $\Delta E^*$ ) และค่าความแข็งน้อยกว่าผลิตรากแบบที่ 1 และ 2 ซึ่งคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส  
 ของผลิตรากที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ตยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยมีคะแนนการยอมรับมากกว่า 5 คะแนน ตลอด  
 ระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์ ผลิตรากแบบที่ 3 และ 4 ได้คะแนนการยอมรับทั้งทางด้านสี ลักษณะปรากฏ และ  
 การยอมรับโดยรวมมากกว่าผลิตรากแบบที่ 2 ดังนั้นการใช้น้ำตาลอินเวิร์ตและการอบแห้งแบบสองขั้นตอน (อุณหภูมิ  
 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส) จึงเป็นภาวะในการอบแห้งที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพมะละกอแชน้ำ  
 เชื่อมอบแห้ง เนื่องจากใช้เวลาในการอบแห้งสั้นและได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบตลอดการเก็บเป็นเวลา 18 สัปดาห์

ภาควิชา : .....เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่อนิสิต : ..... วีรยา พรหมประเทศ .....  
 สาขาวิชา : ....เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ..... ชาติดา บรมพิชัยชาติกุล .....  
 ปีการศึกษา : ...2551..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ..... ชาติดา บรมพิชัยชาติกุล .....

# # 4772601823 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : PAPAYA / INVERT SUGAR / OSMOTICALLY DEHYDRATED-AIR DRIED

VEERAYA PROHMPRATASE : EFFECTS OF INVERT SUGAR AND TWO-STAGE DRYING ON QUALITIES OF OSMOTICALLY DEHYDRATED-AIR DRIED PAPAYA *Carica papaya* L.

THESIS PRINCIPAL ADVISOR : KIATTISAK DAUNGMAL, Ph.D., THESIS COADVISOR : CHALEEDA BOROMPICHAICHARTKUL, Ph.D., 84 pp.

The aim of this research was to investigate the effects of invert sugar and two-stage drying on qualities of osmotically dehydrated-air dried papaya and on the quality changes during storage. Papaya slices were soaked for various periods (1 to 10 days) in a solution containing 0.5% (w/v) sodium metabisulfite, 1.0% (w/v) citric acid and different levels of calcium chloride (0, 0.5, 1.0, 1.5% w/v). The amount of infused calcium and hardness of papaya slices were determined. Calcium concentration and immersion time significantly affected hardness and calcium contents of papaya slices ( $p \leq 0.05$ ). Papaya treated with solution containing 1.5%  $\text{CaCl}_2$  for 5 days was selected for further study as the treatment was the optimum condition for soaking time and amount of infused calcium. In the second part, effects of invert sugar and two-stage drying were studied. The conditions of invert sugar and drying were ; Condition 1 : papaya slices containing no invert sugar and dried at 60°C for 25 hour, condition 2 : papaya slices containing 10% invert sugar and dried at 60°C for 19 hour, condition 3 : papaya slices containing 10% invert sugar and dried at 60°C for 4 hour followed by 50°C for 15 hour and condition 4 : papaya slices containing 10% invert sugar and dried at 60°C for 4 hour followed by 40°C for 21 hour. The results showed that moisture content and  $a_w$  of product from each treatment were not significantly different ( $p > 0.05$ ). Moisture content of products was less than 18% (w.b) and  $a_w$  was less than 0.65. Hardness and cutting work of products from condition 2, 3 and 4 were less than those of products from condition 1 significantly ( $p \leq 0.05$ ). However, adhesiveness of products from condition 2, 3 and 4 were higher than those of products from condition 1 significantly ( $p \leq 0.05$ ). Comparing between drying processes, it was found that hardness and cutting work of products from condition 3 and 4 were less than those of products from condition 2 but not significantly ( $p > 0.05$ ). Using invert sugar led to a better texture of products and two-stage drying could prevent case-hardening on surface of the product. Qualities of product during storage were studied for over 18 weeks period. It was found that the products condition 2, 3 and 4 showed minor changes in colour and texture when compared to products from condition 1. Changing in colour and hardness of products with different drying process were less occurred in the products from condition 3 and 4 than those of condition 1 and 2. The score of acceptance test showed score more than 5 in the product containing invert sugar during storage period. The accepted score of the products from condition 3 and 4 in terms of colour, appearance and overall acceptability was more than those of products from condition 2. Therefore, the use of invert sugar combined with two-stage drying (60°C followed by 50°C) was possible strategy to apply to maintain the quality of osmotically dehydrated-air dried papaya since the drying time is shorter and the qualities was accepted over period of storage.

Department : .....Food Technology..... Student's Signature : Veeraya Prohmpratase

Field of Study : ....Food Technology..... Principal Advisor's Signature: Kiattisak Daungmal

Academic Year : .....2008..... Coadvisor's Signature: Chaleeda Borompichaichartkul

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์ ดวงมาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ คำปรึกษาคำแนะนำและความช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุวรรณ สุภิมารส ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ธนจันทร์ มหาวนิช และ ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี ที่ร่วมเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้คำแนะนำ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ตาม หลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

ขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ ระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับกำลังใจ ความช่วยเหลือและน้ำใจที่มอบให้ และขอบคุณพี่ๆ นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ สำหรับการอำนวยความสะดวกในการวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา สำหรับความรัก ความห่วงใย กำลังใจ และสนับสนุนเงินทุนตลอดการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญภาพ .....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ .....	1
2 วารสารปริทัศน์ .....	3
2.1 มะละกอ.....	3
2.2 การทำแห้งผลไม้ด้วยวิธีออสโมซิส.....	4
2.3 การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง.....	12
3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย .....	16
3.1 วัตถุประสงค์.....	16
3.2 สารเคมี.....	16
3.3 อุปกรณ์.....	17
3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	18
4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง .....	23
4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของมะละกอ.....	23
4.2 ศึกษาการซึมเข้าของแคลเซียมคลอไรด์ในเนื้อมะละกอช่วงการแช่สารละลาย ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ (pretreatment).....	24
4.3 ศึกษาผลของการใช้น้ำตาลอินเวิร์ตร่วมกับซูโครสที่มีต่อเวลาในการอบแห้ง มะละกอ.....	26
4.4 ศึกษาผลของน้ำตาลอินเวิร์ตร่วมกับซูโครสและอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิในการ อบแห้งสองระดับแบบต่อเนื่อง.....	32

4.5	ศึกษามลของการใช้น้ำตาลอินเวิร์ตและการอบแห้งแบบสองชั้นตอนที่มียีสต่อ คุณภาพของผลิตภัณฑ์มะละกอเชื่อมอบแห้งและการเปลี่ยนแปลงในช่วงการ เก็บรักษา.....	36
5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ .....	51
	รายการอ้างอิง .....	53
	ภาคผนวก .....	57
	ภาคผนวก ก .....	58
	ภาคผนวก ข .....	68
	ภาคผนวก ค .....	76
	ภาคผนวก ง .....	80
	ภาคผนวก จ .....	81
	ภาคผนวก ฉ .....	83
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	84



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	องค์ประกอบ สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของมะละกอ.....	23
4.2	ผลของความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าความแข็ง (gf) ของมะละกอ ในช่วงการ pretreatment.....	25
4.3	ผลของปริมาณแคลเซียมที่ซึมเข้าในเนื้อมะละกอที่แช่ในสารละลายผสมเป็น ระยะเวลาต่างกัน.....	27
4.4	เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ หลังการอบแห้ง.....	36
4.5	ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บ รักษา 18 สัปดาห์.....	38
4.6	ค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์ .....	39
4.7	ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	42
4.8	ค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บ รักษา 18 สัปดาห์.....	42
4.9	ค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการ เก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	43
4.10	ค่าการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการ เก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	45
4.11	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการ เก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	46
4.12	คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งในด้านสีตลอด ระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์ .....	47
4.13	คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งในด้าน ลักษณะปรากฏตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์ .....	48
4.14	คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งในด้านการ ยอมรับโดยรวมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์ .....	49

4.15	ผลการตรวจนับจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในสัปดาห์แรกและสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา.....	50
ข.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเนื้อสัมผัสในด้านความแข็ง (Hardness) และปริมาณแคลเซียมที่ซึมเข้าเนื้อมะละกอ เมื่อมีการแปรระดับแคลเซียมคลอไรด์ โดยระยะเวลาการแช่เป็นเวลา 10 วัน.....	68
ข.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง ที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 0 และ 10% และอบแห้งแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอน ที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	68
ข.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	69
ข.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 0 และ 10% และอบแห้งแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอน ที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	69
ข.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	70
ข.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางลักษณะเนื้อสัมผัสในแต่ละด้านของแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	70
ข.7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	71
ข.8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	71
ข.9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	71

ข.10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	72
ข.11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	72
ข.12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	72
ข.13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์..	73
ข.14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์มะละกอในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	73
ข.15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	74
ข.16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 0% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	74
ข.17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	75
ข.18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง ที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	75

ข.19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง ที่เติมน้ำตาลอินเวิร์ต 10% และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	75
ค.1	ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งในช่วงการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	76
ค.2	ค่า Water activity ( $a_w$ ) ของมะละกอในช่วงการอบแห้ง.....	77
ค.3	ปริมาณความชื้น (% dry basis) ในช่วงการอบแห้ง.....	78
ค.4	ค่าสีในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บ รักษา 18 สัปดาห์.....	79

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การถ่ายเทมวลสารระหว่างเนื้อเยื่อผลไม้กับสารละลายออสโมติก.....	5
2.2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำและปริมาณน้ำตาลในชั้นผลไม้ในระหว่างการออสโมซิส	6
2.3	กราฟอัตราการอบแห้ง.....	10
2.4	การเกิด cross linking ระหว่างโมเลกุลเพกทินด้วย calcium salt bridge.....	13
3.1	ขั้นตอนการผลิตมะละกอแช่อิ่ม.....	19
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบแห้งกับปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่แปรเปอร์เซ็นต์น้ำตาลอินเวิร์ต 0% และ 10%.....	29
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบแห้งกับค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่แปรเปอร์เซ็นต์น้ำตาลอินเวิร์ต 0% และ 10%.....	29
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการอบแห้งและอัตราส่วนความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งที่แปรเปอร์เซ็นต์น้ำตาลอินเวิร์ต 0% และ 10%.....	31
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 50 องศาเซลเซียส .....	33
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส ตามด้วย 40 องศาเซลเซียส .....	33
4.6	ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของมะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	40
4.7	ค่าความแตกต่าง ( $\Delta E^*$ ) ของค่าสีในมะละกอแช่อิ่มอบแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 18 สัปดาห์.....	41
ก.1	กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์.....	60
ก.2	กราฟจากเครื่อง Texture analyzer.....	64
ฉ.1	ผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้งหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 18 สัปดาห์.....	83