

ผลของแคลเซียมคลอไรด์และน้ำตาลอินเวิร์ตต่อคุณภาพของมะละกอ *Carica papaya* L.
ที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส



นางสาวอาพร ละออกอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

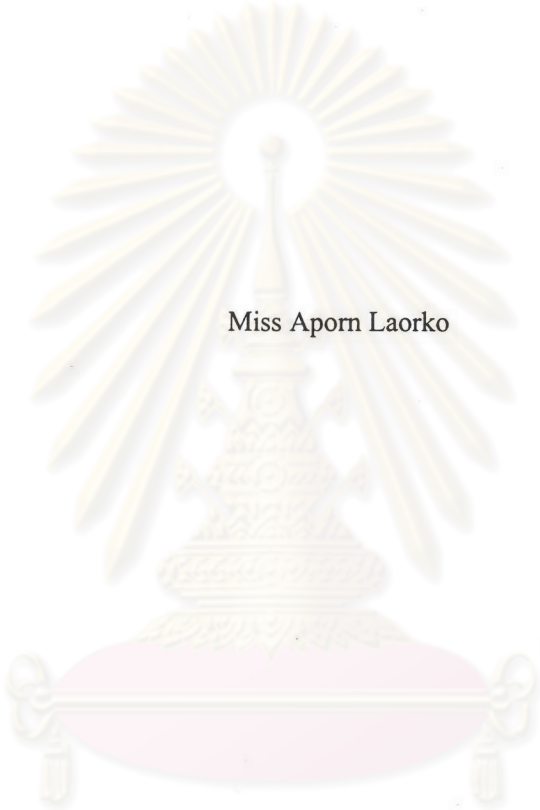
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1054-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE AND INVERT SUGAR ON THE QUALITY OF
OSMOTICALLY DEHYDRATED PAPAYA *Carica papaya* L.



Miss Aporn Laorko

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 974-53-1054-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของแคลเซียมคลอไรด์และน้ำตาลอินเวิร์ตต่อคุณภาพของมะละกอ
Carica papaya L. ที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส

โดย

นางสาวอาพร ละออกอ

สาขาวิชา

เทคโนโลยีทางอาหาร

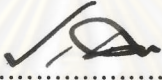
อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมาลัย

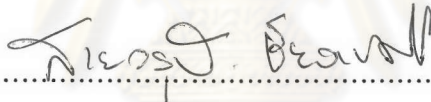
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

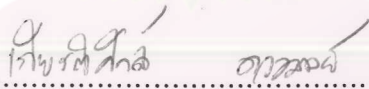
อาจารย์ ดร. จิรรัตน์ ทัดติยกุล

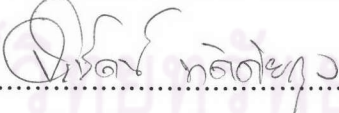
คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมาลัย)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. จิรรัตน์ ทัดติยกุล)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วรภา โล่ห์ทอง)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทรารวม)

อาพร ละออ กอ : ผลของแคลเซียมคลอไรด์และน้ำตาลอินเวิร์ตต่อคุณภาพของมะละกอ
Carica papaya L. ที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส (EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE
 AND INVERT SUGAR ON THE QUALITY OF OSMOTICALLY DEHYDRATED
 PAPAYA *Carica papaya* L.) อ. ที่ปรึกษา : อ.ดร.เกียรติศักดิ์ ดวงมาลัย
 อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.ดร.จิรารัตน์ ทัดติยกุล, 106 หน้า, ISBN 974-53-1054-9

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส โดยขั้นต้นได้ศึกษาภาวะที่เหมาะสมของการแช่มะละกอในสารละลายผสมช่วงการ pretreatment โดยแปรระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์เป็น 5 ระดับคือ 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 % (w/v) และแช่เป็นเวลา 7 วัน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็ง (hardness, g) และปริมาณแคลเซียมในเนื้อมะละกอทุกวัน พบว่าระดับแคลเซียมคลอไรด์และระยะเวลาการแช่มีผลต่อค่าความแข็งและปริมาณแคลเซียมในเนื้อมะละกออย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมต่อค่าเนื้อสัมผัส ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมต่อการซึมเข้าของปริมาณแคลเซียม ($P > 0.05$) จากข้อมูลข้างต้นสามารถแบ่งภาวะการแช่ได้ 5 กลุ่ม จากนั้นใช้มะละกอที่ได้จากทั้ง 5 ภาวะการแช่ มาทำเป็นผลิตภัณฑ์มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง พบว่าผลของภาวะการแช่ที่มีแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% แช่เป็นเวลา 5 วัน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งสูงสุดและมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับมากที่สุด จึงเลือกภาวะนี้ในการศึกษาผลของน้ำตาลอินเวิร์ตต่อการถ่วงมวลสารของผลิตภัณฑ์ในช่วงการออสโมซิสและการอบแห้ง โดยแปรน้ำตาลอินเวิร์ตในสารละลายซูโครสเป็น 4 ระดับ คือ 0 5 10 และ 15% ตามลำดับ พบว่าปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ตที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่า water loss และ solid gain มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การศึกษาผลของค่า A_w และปริมาณความชื้นในช่วงการอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ตที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า A_w ของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่ความชื้นทั้งสิ้นชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ตที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่มกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้เติมน้ำตาลอินเวิร์ต และเมื่อเวลาการเก็บนานขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมน้ำตาลอินเวิร์ตมีค่าการยอมรับน้อยที่สุด ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตมากกว่ายังคงมีค่าการยอมรับมากกว่าหลังผ่านการเก็บไปแล้ว 21 สัปดาห์ ส่วนผลการตรวจสอบด้านปริมาณความชื้น พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาการเก็บรักษา ค่าสีในระบบ CIE พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดอื่นๆ ในขณะที่ค่า ΔE^* มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นทั้งสิ้นชุดการทดลอง ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งสิ้นชุดการทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่ออายุการเก็บนานขึ้น ในขณะที่ผลการเกิดสีน้ำตาลมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ค่าน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์

ภาควิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิสิต..... อาพร ละออ กอ
 สาขาวิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... เกียรติศักดิ์ ดวงมาลัย
 ปีการศึกษา...2547.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... จิรารัตน์ ทัดติยกุล

4572654923 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: PAPAAYA/CALCIUM CHLORIDE/INVERT SUGAR/OSMOTIC DEHYDRATION

APORN LAORKO: EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE AND INVERT SUGAR ON THE QUALITY OF OSMOTICALLY DEHYDRATED PAPAAYA *Carica papaya* L.

THESIS ADVISOR: KIATTISAK DAUNGMAL, Ph.D. THESIS COADVISOR: JIRARAT TATTIYAKUL, Ph. D., 106 pp. ISBN 974-53-1054-9

The aim of this research was to improve the quality of osmotic dehydration papaya. Initially, papaya sticks were soaked for 7 days in a mix solution containing 1% sodium metabisulphite, 1% citric acid and calcium chloride at difference levels. Five levels of calcium chloride (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% w/v) were employed . The hardness and calcium contents were determined. Both calcium chloride concentration and immersion time affected hardness of papaya sticks ($P \leq 0.05$) and calcium content present in papaya sticks ($P \leq 0.05$). Conditions that give different hardness values were selected as representatives for further study. Among the five conditions, papaya treated with 1.5% $CaCl_2$ for 5 days was selected due to the highest value in hardness and the best acceptability on sensory analysis. Four levels of invert sugar in sucrose syrup were employed in the final step of osmotic dehydration. The increase in invert sugar in sucrose syrup led to an increase in water loss and solid gain over the course of immersion. During drying process, there was a significant difference ($P \leq 0.05$) in A_w in each level of invert sugar. However, the amount of invert sugar did not affect the moisture content of the product during drying. The presence of invert sugar in sucrose syrup reduced case hardening. After 21-week storage period, the sensory analysis result showed that the product containing higher amount of invert sugar was more acceptable. This was, possibly, because invert sugar served as a humectant in the product. The lightness of the product from each treatment was rather constant over a 21-week storage period. However, product without invert sugar showed higher lightness compared to other treatments. Sulfur dioxide content significantly decreased ($P \leq 0.05$) while the trend of browning increased. The microbiological assay (total plate count, yeast and mold) showed that the products were acceptable during a period of 21 weeks.

Department.....Food Technology.....Student's signature..... Aporn Laorko.....

Field of study....Food Technology..... Advisor's signature..... K. Duangmal.....

Academic year.....2004.....Co-Advisor's signature..... J. Tattiyakul.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมัลย์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยในทุกด้าน ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. จิราวัฒน์ ทัตติยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม วิทยานิพนธ์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ ประธาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ และ อาจารย์ ดร. วรภา โล่ห์ทอง ที่ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งกรุณาชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบคุณเพื่อน ๆ และน้องๆ ประิญาโททุกคนและเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยี ทางอาหารที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจกันมาตลอดการวิจัย

ขอบคุณ คุณอุทัย ประทุมทอง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดการศึกษา

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่สาว คุณณฤมล ละอออก ที่ สนับสนุนในด้านการเงิน คำแนะนำ และให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
2.1 มะละกอ	3
2.2 การทำแห้งโดยการออสโมซิส.....	5
2.3 การผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง.....	6
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง.....	13
2.5 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง.....	17
3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย	19
3.1 วัตถุประสงค์	19
3.2 สารเคมี.....	19
3.3 อุปกรณ์.....	20
3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	20
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	26
4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของมะละกอ	26
4.2 ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ซึมเข้าเนื้อมะละกอในช่วงการ pretreatment.....	27
4.3 ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์และเวลาแช่ที่มีผลต่อคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์มะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส	33
4.4 ศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนของการใช้น้ำตาลอินเวิร์ตร่วมกับ สารละลายซูโครสที่มีต่อเวลาของการออสโมซิสและเวลาในการอบแห้ง.....	38
4.5 ศึกษาปริมาณร้อยละของน้ำตาลอินเวิร์ตที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์มะละกออบแห้ง และการเปลี่ยนแปลงในช่วงการเก็บรักษา.....	47

	หน้า
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	64
รายการอ้างอิง.....	66
ภาคผนวก.....	71
ภาคผนวก ก.....	72
ภาคผนวก ข.....	85
ภาคผนวก ค.....	102
ภาคผนวก ง.....	104
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	106



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบหลักของมะละกอ	4
2.2	สารอาหารในมะละกอต่๑00 กรัมที่รับประท๑น	5
4.1	องค์ประกอบ สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของมะละกอ	26
4.2	ผลของปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (hardness) ของมะละกอในช่วงการ pretreatment	28
4.3	ผลของปริมาณแคลเซียมที่ซึมเข้าในเนื้อมะละกอที่แช่ในสารละลายผสมเป็นระยะเวลาต่างๆ	31
4.4	คุณภาพของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิสที่ภาวะต่างๆ ในช่วงการ pretreatment .	33
4.5	ค่าสีของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิสที่ภาวะการแช่ต่างกัน	34
4.6	ค่าเนื้อสัมผัสของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิสที่ภาวะการแช่ต่างกัน.....	35
4.7	คะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิสที่ภาวะต่างกัน	36
4.8	ปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ตที่เติมลงในสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ใช้ในการออสโมซิสทั้ง 4 ชุดการทดลอง.....	38
4.9	ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์	48
4.10	ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มะละกอตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์.....	50
4.11	ค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์มะละกอตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์.....	51
4.12	ค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์มะละกอตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์.....	51
4.13	ผลของอายุการเก็บรักษาต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์....	56
4.14	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm ของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิสตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์.....	58
4.15	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิสในช่วงการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 สัปดาห์	59

4.16	คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะละกอที่ทำแห้งโดยการอบสโมคซิส ในด้านสีตลอดระยะเวลาการเก็บ 21 สัปดาห์	61
4.17	คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะละกอที่ทำแห้งโดยการอบสโมคซิส ในด้านลักษณะปรากฏตลอดระยะเวลาการเก็บ 21 สัปดาห์	62
4.18	คะแนนประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะละกอที่ทำแห้งโดยการอบสโมคซิส ในด้านการยอมรับโดยรวมด้านลักษณะปรากฏตลอดระยะเวลาการเก็บ 21 สัปดาห์	63
ก.1	ปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ต (mg/100 ml) ของสารละลายซูโครส	82
ข.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเนื้อสัมผัสในด้านความแข็ง (Hardness) และปริมาณ แคลเซียมที่ซึมเข้าเมื่อมีการแปรระดับแคลเซียมคลอไรด์โดยระยะเวลาการแช่เป็นเวลา 7 วัน	85
ข.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอในด้านความชื้น ปริมาณซัลเฟอร์- ไดออกไซด์ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ที่มีภาวะการแช่แตกต่างกัน	85
ข.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีภาวะ การแช่แตกต่างกัน	86
ข.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง	86
ข.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มะละกอที่มีการเติม น้ำตาลอินเวิร์ตที่ 0 5 10 และ 15%	87
ข.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มะละกอที่มี การเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 0 5 10 และ 15% ที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดอายุการ เก็บ 21 สัปดาห์	87
ข.7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ในแต่ละด้านที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 0 % ตลอดการเก็บรักษา 21 สัปดาห์	88
ข.8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ในแต่ละด้านที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 5 % ตลอดการเก็บรักษา 21 สัปดาห์	88
ข.9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ในแต่ละด้านที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 10 % ตลอดการเก็บรักษา 21 สัปดาห์	89
ข.10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ในแต่ละด้านที่มีการเติมน้ำตาลอินเวิร์ตที่ 15 % ตลอดการเก็บรักษา 21 สัปดาห์	89

ตารางที่	หน้า
ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์มะละกอในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ในแต่ละด้านทั้งในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์	90
ข.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ มะละกอในแต่ละชุดการทดลองตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์.....	91
ข.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ มะละกอในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์.....	91
ข.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. ของผลิตภัณฑ์ มะละกอในแต่ละชุดการทดลองตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์.....	92
ข.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm. ของผลิตภัณฑ์มะละกอ ในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์.....	92
ข.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์มะละกอใน แต่ละชุดการทดลองตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์	93
ข.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลิตภัณฑ์มะละกอ ในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์.....	93
ข.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มะละกอในแต่ละชุดการทดลองตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์.....	94
ข.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอ ในแต่ละชุดการทดลองที่ช่วงเวลาต่างกันตลอดการเก็บ 21 สัปดาห์.....	95
ข.20 ผลของ Water loss และ Solid gain ของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส	96
ข.21 ผลของ Water loss และ Solid gain ของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส (ต่อ).....	97
ข.22 ค่า Aw ของมะละกอในช่วงการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 ชั่วโมง.	98
ข.23 ปริมาณความชื้นในช่วงการอบแห้ง.....	99
ข.24 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในช่วงการออสโมซิส	100
ข.25 ค่าสีในระบบ CIE ของผลิตภัณฑ์ในช่วงการเก็บรักษา.....	101

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การถ่ายเทมวลสารระหว่างภายในเซลล์และสารละลายภายนอกในกระบวนการ ออสโมซิส	6
2.2 กราฟอัตราการทำแห้ง	12
2.3 ก โมโนเมอร์ของกรดกาแลคตอโรนิกและหมู่เมทิลเอสเทอร์ ข. ส่วนของโมเลกุลเพกทิน.....	14
2.4 การเกิด cross linking ระหว่างโมเลกุลเพกทินด้วย calcium salt bridge	15
2.5 ไฮโดรไลซิสของน้ำตาลซูโครสด้วยกรดและความร้อนเป็นน้ำตาลอินเวิร์ต.....	16
3.1 ขั้นตอนการผลิตมะละกอแช่อบแห้ง.....	22
4.1 ค่าเนื้อสัมผัส (hardness) ของมะละกอที่แปรความเข้มข้นแคลเซียมคลอไรด์ในช่วง การ pretreatment	29
4.2 ผลของการแช่แคลเซียมคลอไรด์ต่อการซึมเข้าของปริมาณแคลเซียมในเนื้อมะละกอ	30
4.3 ค่า water loss ของมะละกอ.....	40
4.4 ค่า solid gain ของมะละกอ	41
4.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในช่วงการออสโมซิสซึ่งแปรระดับน้ำตาลอินเวิร์ตในช่วง การออสโมซิสที่ 13-16 ชั่วโมง.....	42
4.6 ปริมาณความชื้นของมะละกอ.....	44
4.7 ค่า Aw ของมะละกอที่ผ่านการออสโมซิสที่ระดับน้ำตาลอินเวิร์ตต่างๆ หลังอบ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	46
4.8 ปริมาณความชื้นของมะละกอที่ผ่านการออสโมซิสที่ระดับน้ำตาลอินเวิร์ตต่างๆ หลังอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	46
4.9 ค่าความสว่าง (L*) ของมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิสตลอดระยะเวลาการ เก็บ 21 สัปดาห์	49
4.10 ค่าความแตกต่าง (ΔE^*) ของค่าสีในมะละกอที่ทำแห้งโดยการออสโมซิส ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 21 สัปดาห์	49
4.11 ค่า hardness ของผลิตภัณฑ์มะละกอตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์	53
4.12 ค่างานที่ใช้ในการตัดของผลิตภัณฑ์มะละกอตลอดอายุการเก็บ 21 สัปดาห์	54
4.13 ค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์มะละกอตลอดอายุการเก็บรักษา 21 สัปดาห์.....	55

รูปที่	หน้า
ก.1 Standard curve ของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์.....	74
ก.2 กราฟจากเครื่อง Texture analyzer	76
ก.3 Standard curve ของการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม.....	78
ก.4 Standard curve ของการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	80
ง.1 รูปการเกิดผลึกน้ำตาลของผลิตภัณฑ์มะละกอ ภาพถ่ายกำลังขยาย 10 เท่า	104
ง.2 ผลิตภัณฑ์มะละกอหลังการเก็บเป็นเวลา 21 สัปดาห์.....	105



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย