

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตขนุน *Artocarpus heterophyllus* Lamk. แซ่เยือกแข็ง



นางสาวประภาพรพรณ ดุจดา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-0941-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FACTORS AFFECTING PRODUCTION OF FROZEN JACKFRUIT

Artocarpus heterophyllus Lamk.



Miss Prapapan Dujda

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 2002

ISBN 974-17-0941-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตขนุน *Artocarpus heterophyllus*
Lamk. แฉะเยือกแข็ง

โดย

นางสาว ประภาพรพรณ ดุจดา

สาขาวิชา

เทคโนโลยีทางอาหาร

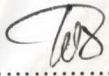
อาจารย์ที่ปรึกษา

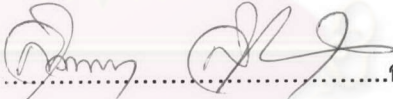
รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุภิมารส

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจริต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุภิมารส)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)


.....กรรมการ
(คุณสงวน บุญธรรมน้อย)

ประภาพรรณ ดุจดดา : ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตขนุน *Artocarpus heterophyllus* Lamk. แช่เยือกแข็ง (FACTORS AFFECTING PRODUCTION OF FROZEN JACKFRUIT *Artocarpus heterophyllus* Lamk.) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. สุวรรณ สุภิมารส,
149 หน้า. ISBN 974-17-0941-2

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตขนุนแช่เยือกแข็ง ขึ้นต้นศึกษาหาพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการแช่เยือกแข็ง พบว่าขนุนพันธุ์เหลืองบางเตย ซึ่งมีองค์ประกอบเป็น ความชื้น 75.74% โปรตีน 2.67% ไขมัน 1.24% คาร์โบไฮเดรต 18.21% เถ้า 1.19% เส้นใยอาหาร 0.95% น้ำตาลรีดิวซ์ 3.65 g/100g มีลักษณะยวงเหมาะสมในการแช่เยือกแข็งมี % freezing loss %thawing loss และค่า shear force หลังละลายน้ำแข็งเท่ากับ 0.62 % 0.30% และ 72.52 N ตามลำดับ ศึกษาการเตรียมวัตถุดิบโดยแช่สารละลายต่างๆ พบว่าการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.75% w/v เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด สามารถลด % freezing loss %thawing loss แต่เพิ่มค่า shear force หลังละลายน้ำแข็ง และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูง ต่อมาศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่เยือกแข็งขนุนแบบโครโอจีนิก พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ -70°C ใช้เวลาแช่เยือกแข็ง 3 นาที 30 วินาที ทำให้ขนุนแช่เยือกแข็งมี % freezing loss % thawing loss และค่า shear force หลังละลายน้ำแข็งเท่ากับ 0.45% 0.36% 89.25N และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาวิธีการละลายที่เหมาะสม พบว่าการละลายขนุนที่อุณหภูมิตู้เย็น ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) ทำให้ขนุนแช่เยือกแข็งมี % thawing loss ต่ำ ค่า shear force หลังละลายน้ำแข็ง และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการละลายขนุนที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$) ($p \leq 0.05$) เมื่อศึกษาอายุการเก็บขนุนแช่เยือกแข็ง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นขนุนแช่เยือกแข็งมี % thawing loss สูงขึ้น ขณะที่ค่า shear force หลังละลายน้ำแข็ง ค่าความสว่าง (L) สีเขียว (-a) สีเหลือง (b) คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ และรำน้อยกว่า 300 โคโลนี/กรัม เมื่อนำขนุนแช่เยือกแข็งวิเคราะห์ลักษณะทางเนื้อเยื่อด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) และวิเคราะห์ลักษณะทางเนื้อเยื่อด้วยวิธีทาง Histology พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เซลล์เนื้อเยื่อถูกทำลายมากขึ้น

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิสิต.....*ประภาพรรณ ดุจดดา*
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*สุภิมารส*
ปีการศึกษา.....2545.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172573323 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : JACKFRUIT / FREEZING / THAWING / CALCIUM CHLORIDE

PRAPAPAN DUJDA : FACTORS AFFECTING PRODUCTION OF FROZEN

JACKFRUIT *Artocarpus heterophyllus* Lamk. THESIS ADVISOR :

ASSOC. PROF. SUWANNA SUBHIMAROS, Ph.D., 149 pp. ISBN 974-17-0941-2

The propose this research was to study factors affecting production of frozen jackfruit. Laungbangtoey was suitable to be frozen. It consists of 75.74% of moisture, 2.67% of protein, 1.24% of fat, 18.21% of carbohydrate, 1.19% of ash, 0.95% of fiber, 3.65% of reducing sugar and % freezing loss % thawing loss shear force after thawing was 0.62%, 0.30% and 72.52 N ,respectively. The study of the preparation of raw material by soaking in the different solution showed that calcium chloride solution at 0.75% w/v was the most suitable level, which got the highest sensory score and could decrease % freezing loss % thawing loss but increased shear force after thawing. Another study showed that the suitable temperature for cryogenic freezing was -70°C at 3.3 minutes, the result of % freezing loss % thawing loss shear force after thawing was 0.45%, 0.36% and 89.25 N, respectively, with the highest sensory score ($p \leq 0.05$). The study of suitable thawing method showed that the thawing of frozen jackfruit at refrigerated temperature ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) gave low %thawing loss but high shear force and highest sensory score than the thawing of frozen jackfruit at water temperature ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$) ($p \leq 0.05$). The study of the shelf-life of frozen jackfruit showed that the longer the storage period the higher % thawing loss would be, but shear force after thawing, lightness (L), greenness (-a), yellowness (b), sensory score, reducing sugar, total acidity, total soluble solid was decreased. The total plate count, yeast and mold count less than 300 colony/g. The analysis of frozen jackfruit's tissue by SEM and Histology showed that the longer the storage the more damaged the cell tissue.

Department.....Food Technology.....Student's signature.....PRAPAPAN DUJDA.

Field of study.....Food Technology.....Advisor's signature.....Suanna Subhimaros

Academic year.....2002.....Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ และเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ทำวิจัย ตลอดจนตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พันธิพา จันทวัฒน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล และ คุณสงวน บุญธรรมน้อย บริษัท บางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด ที่กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ และให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ ของงานวิจัยนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ เบญจณี พันธุ์ภูวงศ์ ภาควิชาพยาธิวิทยาเขตร้อน คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล และ คุณรุจิพร ประทีปเสน ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ลักษณะทาง Histology และการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

คุณชนะ ตันติวสินชัย และบริษัทบางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส จำกัด ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนอนุเคราะห์อุปกรณ์ แขนงเยือกแข็งแบบไครโอจีนิกในการวิจัย

คุณสุภาพันท์ ศรีสกันนธ์ ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างภาชนะบรรจุ

คณะกรรมการบัณฑิตวิทยาลัยที่พิจารณาให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยบางส่วน

คุณจีระศักดิ์ ทนสมัย ที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือต่างๆ ด้วยดีเสมอมา

เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านในและเจ้าหน้าที่สำนักส่งเสริมวิชาการ สถาบันราชภัฏนครปฐม ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขบใจน้องชาย สำหรับกำลังใจ และความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ด้วยดีเสมอมา ทำให้งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฎ

บทที่

1 บทนำ.....	1
2 วารสารปริทัศน์.....	3
3 การทดลอง.....	22
4 ผลการทดลอง.....	33
5 วิจัยรณัผลการทดลอง.....	71
6 สรุปลผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	93
รายการอ้างอิง.....	96
ภาคผนวก.....	101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนั.....	149

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของผลไม้ไทยในสวนที่รับประทานได้ 100 กรัม.....6
4.1	ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และคุณภาพของยวงขนุนสดต่างพันธุ์.....33
4.2	ลักษณะคุณภาพของยวงขนุนหลังละลายน้ำแข็ง.....34
4.3	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนต่างพันธุ์ที่แช่เยือกแข็งโดยวิธีพ่นอากาศเย็น.....35
4.4	องค์ประกอบโดยประมาณของขนุนสดพันธุ์เหลืองบางเตย.....36
4.5	สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างกัน (0.5 – 2 %) เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....38
4.6	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (0.5 – 2%) ความเข้มข้นต่างกันเทียบกับตัวอย่างควบคุม.....39
4.7	สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ (0.6 – 0.9%) ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....41
4.8	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (0.6 – 0.9%) ความเข้มข้นต่างกันเทียบกับตัวอย่างควบคุม.....42
4.9	สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....43
4.10	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครส ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....44
4.11	สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้น ต่างกันเทียบกับตัวอย่างควบคุม.....45
4.12	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ 1% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	47
4.14 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	48
4.15 สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ 2% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	49
4.16 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้นต่างกัน เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	50
4.17 สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ 0.5 1 และ 2% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครส 30 °Brix เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	52
4.18 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5 1 และ 2% w/v แล้วแช่ในสารละลายซูโครส 30 °Brix เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	53
4.19 สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายต่าง ๆ เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	55
4.20 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายต่าง ๆ เทียบกับตัวอย่างควบคุม.....	56
4.21 สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่อุณหภูมิต่างกัน.....	61
4.22 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนุนแช่เยือกแข็งแบบ โครโอจีนิกที่อุณหภูมิต่างกัน.....	62
4.23 สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็ง แบบโครโอจีนิกที่ใช้วิธีละลายต่างกัน.....	63
4.24 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่ใช้วิธีละลายต่างกัน.....	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.25 สมบัติทางกายภาพของขนุนแช่เยือกแข็งที่มีอายุการเก็บ 6 เดือน เทียบกับขนุนสด.....	65
4.26 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของขนุนแช่เยือกแข็งที่มีอายุการเก็บ 6 เดือน.....	66
4.27 สมบัติทางเคมีของขนุนแช่เยือกแข็งที่มีอายุการเก็บ 6 เดือน เทียบกับขนุนสด.....	67
4.28 สมบัติทางจุลินทรีย์ของขนุนแช่เยือกแข็งที่มีอายุการเก็บ 6 เดือน เทียบกับขนุนสด.....	68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. ลักษณะโครงสร้างของดอกขนุนสัมพันธ์กับโครงสร้างของผล.....	4
2. ขั้นตอนการแกะขนุน.....	9
3. โครงสร้างเซลล์ภายในผลไม้.....	17
4. เซลล์คอลเลินโคมา (ตัวเชื่อมเซลล์ให้ติดกัน คือ middle lamella).....	17
5. โครงสร้างเพกตินและการเข้าทำปฏิกิริยาของเอนไซม์.....	18
6. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการแช่เยือกแข็งขนุนแบบ โครโอจีนิกที่อุณหภูมิ -50°C	58
7. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการแช่เยือกแข็งขนุนแบบ โครโอจีนิกที่อุณหภูมิ -60°C	58
8. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการแช่เยือกแข็งขนุนแบบ โครโอจีนิกที่อุณหภูมิ -70°C	59
9. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการแช่เยือกแข็งขนุนแบบ โครโอจีนิกที่อุณหภูมิ -50 -60 และ -70°C	59
10. ลักษณะทางเนื้อเยื่อขนุนแช่เยือกแข็งตัดขวางที่อายุการเก็บรักษาต่างกัน และส่อง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) (a) กำลังขยาย 50 เท่า (b) กำลังขยาย 100 เท่า.....	69
11. ลักษณะทางเนื้อเยื่อขนุนแช่เยือกแข็งตัดขวางที่อายุการเก็บรักษาต่างกัน วิเคราะห์ ด้วยวิธีทาง Histology (a) กำลังขยาย 200 เท่า (b) กำลังขยาย 400 เท่า.....	70