

ผลของการแข่งขันและการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง

นางสาวสมจิต ประภาเดิศจิตต์



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-718-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17290106

**EFFECT OF FREEZING AND STORAGE ON QUALITIES OF
FROZEN COOKED RICE**



MISS SOMJIT PRAPALERTRASAMBE

**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science**

Department of Food Technology

Graduate School

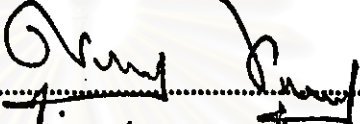
Chulalongkorn University

Academic Year 1996

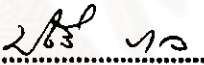
ISBN 974-635-718-2

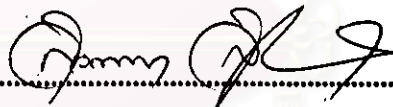
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง
โดย นางสาวสมจิต ประภาณเลิศศรีศรี
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุภิมารต

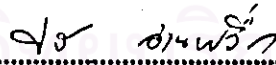
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นพ. ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการสอบ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีร์ ปานกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุภิมารต)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณิ อานเป็ร็อง)


..... กรรมการ
(นางสาวงามชื่น คงเสริ)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สมจิต ประภาเลิศศรีศรี : ผลของการแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง (EFFECT OF FREEZING AND STORAGE ON QUALITIES OF FROZEN COOKED RICE.)
อ.ที่ปรึกษา : ศศ. คร.สุวรรณา สุภิมาต, 95 หน้า. ISBN 974-635-718-2 .

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเตรียมข้าวสุกแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม และผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง ข้าวที่ใช้ทดลองมี 2 ชนิด คือข้าวขาว (อะมิโลส 26%) และข้าวหอมมะลิ (อะมิโลส 17.8 %) พบว่าอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมสำหรับหุงข้าวคือ 1:1.9 และ 1:1.4 ตามลำดับ และวิธีการหุงข้าวที่ดีที่สุดคือวิธีนี้ เนื่องจากให้ข้าวสุกมีค่าความชื้นสูงสุดและข้าวขาวได้คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านดีสูงสุด ส่วนข้าวหอมมะลิได้คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านดีและเนื้อสัมผัสสูงที่สุด อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการแช่เยือกแข็งข้าวสุกที่บรรจุในกล่องกระดาษเคลือบไขปิดสนิทด้วยไอโซโครเจนเหลว คือ -70°C แปรปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็งได้แก่ชนิดข้าว 2 ชนิด(ข้าวขาวและข้าวหอมมะลิ) วิธีแช่เยือกแข็ง 2 วิธี(ใช้ไอโซโครเจนเหลวที่อุณหภูมิ -70°C และวิธี air blast ที่อุณหภูมิ -32°C) และวิธีอุ่นข้าวสุกแช่เยือกแข็ง 2 วิธี(นิ่ง และใช้ไมโครเวฟ) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าชนิดข้าวมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสคือข้าวหอมมะลิได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นเนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าข้าวขาว ผลของวิธีอุ่นพบว่า การอุ่นด้วยวิธีนิ่งได้คะแนนเฉลี่ยด้านดีสูงกว่าวิธีใช้ไมโครเวฟ แต่คะแนนด้านอื่นไม่แตกต่างกัน ส่วนวิธีแช่เยือกแข็งไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัส

การศึกษาผลของวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บ ได้แปรปัจจัยวิธีแช่เยือกแข็ง 2 วิธี ภาวะการเก็บรักษา 2 ภาวะ(อุณหภูมิคงที่ -18°C และอุณหภูมิไม่คงที่ระหว่าง -8 ถึง -18°C) เก็บรักษาไว้นาน 5 เดือน พบว่าการแช่เยือกแข็งด้วยไอโซโครเจนเหลว มีผลให้ค่า %weight loss %ข้าวสุกหักต่ำกว่า และคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏสูงกว่า วิธี air blast การเก็บรักษาที่อุณหภูมิคงที่มีผลให้ %weight loss คะแนนด้านลักษณะปรากฏ และ ความชอบรวมสูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิไม่คงที่ ส่วนผลของอายุการเก็บ พบว่า %weight loss ค่าแรงต้านของข้าวสุก และคะแนนลักษณะปรากฏ ดี และความชอบรวมมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ %ข้าวสุกหักและ %ความชื้นข้าวสุกมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น โดยที่อายุการเก็บ 5 เดือนจะได้ค่าและคะแนนดังกล่าวแตกต่างจากการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) แต่ผู้ทดสอบก็ยังให้การยอมรับโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก และผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณฮีสต์และราน้อยกว่า 30 โคโลนิ/กรัม

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.....
ปีการศึกษา2539.....

ลายมือชื่อนิติกร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

** C627184 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEY WORD:

FROZEN COOKED RICE / AIR BLAST / CRYOGENIC / STORAGE / QUALITIES

SOMJIT PRAPALERTRASAMEE : EFFECT OF FREEZING AND STORAGE ON QUALITIES OF FROZEN COOKED RICE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUWANNA SUBHIMAROS, Ph.D.
95 pp. ISBN 974-635-718-2.

Cooked rice preparation and effects of freezing and storage of frozen cooked rice were studied. Ratio of rice to water for cooking White rice harvested from wet season crop (26% amylose) and jasmín fraganced rice (17.8% amylose) are 1:1.9 and 1:1.4 respectively. Steam cooking was the appropriate method for preparing cooked rice due to higher moisture content, bright color for white rice and good color with good texture for jasmín fraganced rice. Appropriate freezing temperature for cooked rice which was packed into waxed paper box with liquid nitrogen freezing was -70°C . Three factors which might affect qualities of frozen cooked rice, i.e. rice varieties, freezing methods and thawing methods were investigated. Sensory test showed that fragrance rice had better score in appearance, odor, texture and acceptance than white rice. Thawing frozen cooked rice by steaming gave cooked rice slightly whiter color than using microwave. No difference was distinguished by panelists between the methods of freezing (liquid nitrogen and air blast freezing).

Effect of freezing methods, storage conditions and storage time on qualities of frozen cooked rice were studied. It was found that freezing with liquid nitrogen resulted in lower %weight loss and %broken cooked rice but higher appearance score than freezing by air blast. Storage of frozen cooked rice at constant temperature (-18°C) would reveal higher %weight loss, appearance score and acceptance score than those stored in fluctuated temperature (-8 to -18°C). During storage %weight loss, firmness, sensory score of appearance, color and acceptance trended to be decrease while % broken rice and moisture content of frozen cooked rice increased. Even though the qualities of frozen cooked rice after 5 months storage differed significantly ($p \leq 0.05$) from beginning product are still in the rank of moderately like to mostly like by the panelists. Microbiological test showed a result of total plate count and yeast & mold count less than 30 colonies / gram.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร.....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร.....

ปีการศึกษา 2539.....

ลายมือชื่อนิติกร..... *ศิริจิตต์ ประภากรวิไลรัตน์*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *[Signature]*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ สุภิมารต เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวี ปานกุล รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อานเป็รื่อง ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคุณงามชื่อน คงเสรี จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่กรุณาสะดวกเวลามาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ เพื่อทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณและขอบคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้การสนับสนุนในด้านต่างๆของงานวิจัยนี้

- คุณวรากร ไรวา บริษัท S&P Syndicates จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความ อนุเคราะห์ ภาชนะบรรจุ และอนุญาตให้ใช้เครื่องมือบางชิ้นในงานวิจัย
- คณะกรรมการบัณฑิตวิทยาลัยที่พิจารณาให้ทุนอุดหนุนบางส่วน
- คุณนรัช ศรีสมวงศ์ บริษัทปทุม ไรซ์มิลล์แอนด์แกรนารี จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ ตัวอย่างข้าวสาร
- คุณประภาพร จริงจิตร และน้องๆพนักงานบริษัท S&P Syndicates จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมตัวอย่างข้าวสุกบรรจุกล่อง
- เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือ และความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัส
- คุณสุวรรณ เติศกนิค ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในระหว่างพิมพ์ และเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และพี่ๆทุกคนในครอบครัว ที่ให้กำลังใจเสมอมา ทำให้งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	2
3. การดำเนินงานวิจัย.....	17
4. ผลการทดลอง.....	30
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....	63
6. สรุปผลการทดลอง.....	76
รายการอ้างอิง.....	78
ภาคผนวก.....	82
ภาคผนวก ก.....	83
ภาคผนวก ข.....	89
ภาคผนวก ค.....	90
ภาคผนวก ง.....	94
ประวัติผู้เขียน.....	95

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ระดับชั้นของเมล็ดข้าวตามมาตรฐานข้าวไทย และสหรัฐอเมริกา ..	3
2.2 มาตรฐานรูปร่างเมล็ดข้าวของสหรัฐอเมริกา.....	3
2.3 การจำแนกชนิดข้าวตามปริมาณอะมิโลส.....	5
2.4 การแบ่งประเภทข้าวตามค่าความคงตัวของแป้งสุก.....	7
2.5 การแบ่งประเภทข้าวตามอุณหภูมิแป้งสุก.....	7
4.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของข้าวขาว และข้าวหอมมะลิ.....	30
4.2 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของข้าวขาวที่หุงโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างกัน.....	31
4.3 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของข้าวหอมมะลิที่หุงโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างกัน.....	32
4.4 เปรียบเทียบ % น้ำทั้งหมดก่อนหุงต้ม และค่า % ความชื้นของข้าวสุก 2 ชนิดที่หุงด้วยวิธีต่างกัน.....	33
4.5 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของข้าวขาวที่หุงด้วยวิธีต่างกัน.....	33
4.6 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของหอมมะลิที่หุงด้วยวิธีต่างกัน.....	34
4.7 ค่า % freezing loss ของข้าวขาว และข้าวหอมมะลิแช่เยือกแข็งด้วยไอโนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน.....	35
4.8 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของข้าวขาวที่แช่เยือกแข็งด้วยไอโนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน.....	35

ตารางที่	หน้า
4.9 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของข้าวหอมมะลิที่แช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน.....	36
4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งเมื่อชนิดข้าว วิธีการแช่เยือกแข็ง และวิธีอุ่นต่างกัน.....	37
4.11 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของชนิดของข้าว.....	38
4.12 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตจ) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีอุ่น.....	38
4.13 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง % ข้าวสุกหัก และ%ความชื้นของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน.....	40
4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ % weight loss % ข้าวสุกหัก และ% ความชื้นของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน.....	41
4.15 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง และ % ข้าวสุกหัก ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง.....	42
4.16 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของภาวะการเก็บ.....	42
4.17 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง % ข้าวสุกหัก และ%ความชื้นของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอายุการเก็บรักษา.....	43
4.18 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและภาวะการเก็บ.....	45
4.19 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง และ%ข้าวสุกหักของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและอายุการเก็บ.....	46

ตารางที่	หน้า	
4.20	ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บ.....	48
4.21	ค่าแรงดันของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็ง และข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บ และอายุการเก็บต่างกัน.....	50
4.22	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม(แบบHedonic 9 สเตก) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน.....	53
4.23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน.....	54
4.24	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และสี(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง.....	55
4.25	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบHedonic 9 สเตก) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของภาวะการเก็บรักษา.....	55
4.26	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม(แบบHedonic 9 สเตก) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอายุการเก็บ.....	56
4.27	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และสี(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และภาวะการเก็บรักษา.....	58
4.28	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บ.....	59
4.29	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และรา ในข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน.....	61
ค1	เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง และอัตราเร็วการแช่เยือกแข็ง เมื่อวิธีแช่เยือกแข็งต่างกัน.....	93

ตารางที่

หน้า

๙1 เวลาพ่นในไตรเจนเหตุ เมื่อแช่เยือกแข็งข้าวสุกที่อุณหภูมิต่างกัน.....

94



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 เครื่องCryo-Test Chamber และถังบรรจุไนโตรเจนเหลว.....	19
3.2 เครื่องAir Blast Freezer.....	19
3.3 ตู้แข็งข้าว Houmo.....	20
3.4 เครื่องปิดฝากล่อง (Tray Sealer).....	21
3.5 กล่องกระดาษเคลือบไขสำหรับบรรจุข้าวสุก.....	21
3.6 เครื่อง Instron Model 1140.....	22
3.7 ข้าวสุกที่บรรจุอยู่ในกล่องกระดาษเคลือบไข.....	27
4.1 กราฟแสดงค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่ออายุการเก็บต่างกัน....	43
4.2 กราฟแสดงค่า %ข้าวสุกหัก ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่ออายุการเก็บต่างกัน	44
4.3 กราฟแสดงค่า %ความชื้น ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่ออายุการเก็บต่างกัน	44
4.4 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บต่อค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง.....	47
4.5 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บต่อค่า %ข้าวสุกหัก ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น.....	47
4.6 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างภาวะการเก็บ และอายุการเก็บต่อค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง.....	49
4.7 กราฟแสดงค่าแรงต้านของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็งและหลังแช่เยือกแข็ง ด้วยวิธีใช้ไอไนโตรเจนเหลว เมื่ออายุการเก็บต่างกัน.....	51
4.8 กราฟแสดงค่าแรงต้านของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็งและหลังแช่เยือกแข็ง ด้วยวิธี air blast เมื่ออายุการเก็บต่างกัน.....	52
4.9 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบรวมของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่ออายุการเก็บต่างกัน.....	57
4.10 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น.....	60

รูปที่	หน้า
5.1 ลักษณะโครงสร้างภาคตัดขวางของเมล็ดข้าวสุก ถ่ายด้วยเครื่อง SEM กำดั่งขยาย 100 เท่า (1)ข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็ง (2)ข้าวสุกหลังแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลว (3)ข้าวสุกหลังแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast	71
5.2 ลักษณะโครงสร้างภาคตัดขวางของเมล็ดข้าวสุก ถ่ายด้วยเครื่อง SEM กำดั่งขยาย 100 เท่า (1)ข้าวสุกหลังแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจน อายุ 6 เดือน (2)ข้าวสุกหลังแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast อายุ 6 เดือน	72
ก1 ข้าวสุกที่เริ่มถูกคดออกมาทางเอกซัทรูชั่นเซลล์.....	85
ก2 ข้าวสุกที่ถูกคดออกมาจนเกือบหมดทางเอกซัทรูชั่นเซลล์.....	85
ก3 กราฟมาตรฐานของอะมิโดส.....	87
ค1 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยไอไนโตรเจนเหลว ตั้งอุณหภูมิตั้งที่ -70 องศาเซลเซียส.....	90
ค2 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยไอไนโตรเจนเหลว ตั้งอุณหภูมิตั้งที่ -90 องศาเซลเซียส.....	91
ค3 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยไอไนโตรเจนเหลว ตั้งอุณหภูมิตั้งที่ -110 องศาเซลเซียส.....	91
ค4 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยวิธี air blast.....	92