

ผลของวิธีแช่แข็งและแผ่นฟิล์มที่ใช้ทำภาชนะบรรจุต่อคุณภาพของปลาหมึกกระดองสด



นาย อุดลย์ ศิริจันทร์

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณทิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

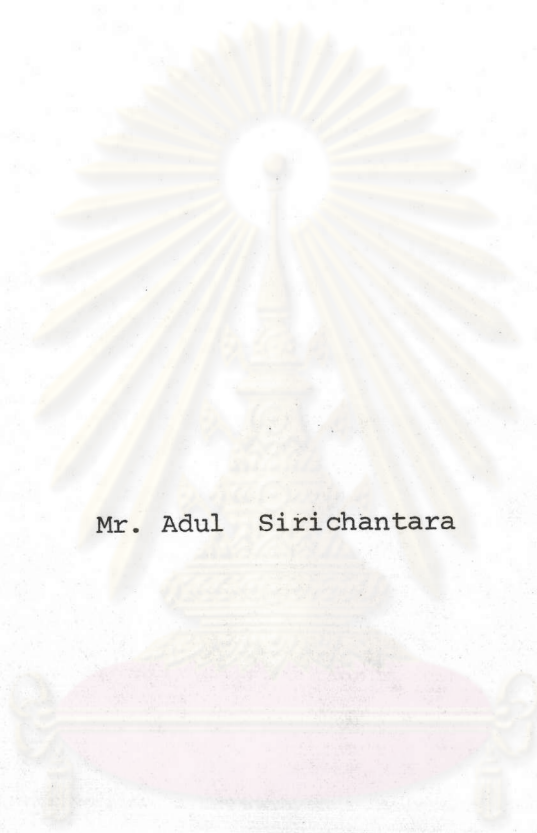
ISBN 974-564-948-1

009173

i1817707Δ

EFFECT OF FREEZING METHODS AND PACKAGING FILMS

ON THE QUALITIES OF FRESH CUTTLEFISH



Mr. Adul Sirichantara

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Mater of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

ISBN 974-564-948-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของวิธีแช่แข็งและแผ่นฟิล์มที่ไขทำภาชนะบรรจุต่อคุณภาพของ

ปลาหมึกกระดองสด

โดย

นาย อตุลย์ ศิริจันทร์

ภาควิชา

เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร. สุวรรณา สุภิमारส

อาจารย์ นินนาท ชินประหัชช์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สุวรรณา สุภิमारส
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ค้ำลัดตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

พัชรี ปานกุล
.....ประธานกรรมการ

(รองค้ำลัดตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล)

สุวรรณา สุภิमारส
..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุวรรณา สุภิमारส)

นวัจนันท์ นวัจนันท์
..... กรรมการ

(ผู้ช่วยค้ำลัดตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวัจนันท์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูญเสียน้ำหนักเนื้อเยื่อของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น เมื่อช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าคะแนนทางประสาทสัมผัส พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างวิธีแช่แข็ง กล่าวคือวิธีแช่แข็งแบบ air blast freezing จะให้สัมปติทาง organoleptic ของผลิตภัณฑ์ที่ลุดเมื่อเทียบกับวิธี still air freezing และ plate freezing ผู้ทดสอบยอมรับปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงทั้ง 2 ชนิด นอกจากนี้วิธีแช่แข็งแบบ plate freezing จะลดจำนวนแบคทีเรียได้น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีแช่แข็งแบบ air blast freezing และ still air freezing ตามลำดับ ชนิดแผ่นฟิล์มที่ใช้ทำภาชนะบรรจุมีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จำนวนแบคทีเรียจะลดลงในช่วง 6 สัปดาห์แรกของระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และหลังจากนั้นจำนวนจะคงที่แต่ก็ไม่เกินข้อกำหนดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกระดองแช่แข็ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Effect of Freezing Methods and Packaging Films
 on the Qualities of Fresh Cuttlefish.

Name Mr. Adul Sirichantara

Thesis Advisor Dr. Suwanna Subhimaros
 Mr. Ninnart Chinprahast

Department Food Technology

Academic Year 1985

ABSTRACT

Current frozen cuttlefish is exported in block type which is not suitable for retail consumer as time and expense involved in repacking the product to consumer pack. This research intends to investigate and collect fundamental data of various factors that affect the qualities of fresh cuttlefish in the type of consumer pack. Important factors under this investigation were freezing methods, types of packaging films, and storage time. Three different types of freezing methods were used in the study : still air freezing, air blast freezing, and plate freezing. Two different types of packaging films: high density polyethylene (HDPE) and low density polyethylene (LDPE) were compared. Cuttlefish was packed in 500 gram packages and frozen by different freezing methods. The frozen product was stored at -18°C for 24 weeks and sample was examined for the qualities of product every 6 weeks. The qualities of product were determined by weight loss, drip loss, sensory evaluation (both raw and cook), and reduction in bacterial count.

Air blast freezing method gave the highest weight loss of the product but lowest drip loss when compared with still air freezing and plate freezing methods. Cuttlefish packed in HDPE pouch showed lower weight loss and lower drip loss than that packed in LDPE pouch. The weight loss and drip loss increased with storage time. A statistical analysis of sensory scores pointed out that there was significantly difference between freezing methods. Air blast freezing gave best organoleptic properties of product when compared with still air freezing and plate freezing method. Cuttlefish packed in both types of pouchs were accepted by panelists. Plate freezing method showed the lowest reduction in bacterial count compared with air blast freezing and still air freezing respectively. The types of packaging films were not significantly different on bacterial growth. Bacterial count was decreased within 6 weeks of storage and became constant at level which was still accepted by Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, for frozen cuttlefish.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ อาจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิमारส และ อาจารย์ นิพนธ์ ชินประหัชฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาอบรมสั่งสอนและให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการตลอดจนให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และสถานที่ทำงานของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยคณบดี อาจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำทางด้านวิชาการ และให้คำปรึกษาในด้านการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้าจนกระทั่งเกิดภูมิปัญญาซึ่งสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่งานวิจัยนี้ได้

ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งที่ เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งด้านร่างกาย แรงใจ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ บิดา มารดา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านทุนทรัพย์ และเป็นผู้สนับสนุนข้าพเจ้าอยู่ตลอดเวลา จนกระทั่งได้สำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ทุนที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยนี้ เป็นทุนที่ได้รับจากเงินทุนอุดหนุนเพื่อเพิ่มทุนประสิทธิ-
ภาพทางวิชาการ ของคณะกรรมการปฏิบัติการกิจวิจัยอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปี
๒๕๒๖

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ท
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	3
2.1 ปลาหมึกกระดอง	3
2.2 กรรมวิธีแช่แข็ง	7
2.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขณะแช่แข็ง	7
2.4 เวลาสำหรับการแช่แข็ง	15
2.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเวลาสำหรับการแช่แข็ง	16
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในขณะแช่แข็ง	21
2.7 อัตราเร็วของการแช่แข็ง	24
2.8 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แช่แข็ง	24
2.9 การละลายน้ำแข็ง	26
2.10 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์แช่แข็ง	30
2.11 กระบวนการผลิตปลาหมึกกระดองแช่แข็งทั่ว ๆ ไป	30
3. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	45
4. วิธีทดลอง	52
5. ผลการทดลอง	58

บทที่	หน้า
6. วิจัยรณัผลการทดลอง	109
7. สรุปลผลและข้อเสนอนแนะ	122
เอกสารอ้างอิง	127
ภาคผนวก	130
ประวัติผู้เขียน	151



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	คุณค่าอาหารของสัตว์น้ำบางชนิดในล่วนที่กินได้ 100 กรัม	8
2.	ค่าการนำความร้อนของอาหารบางชนิด	11
3.	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนน้ำเป็นผลึกน้ำแข็งของอาหารบางชนิด ณ อุณหภูมิต่าง ๆ	23
4.	สมบัติบางประการของตัวทำความเป็นชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในวิธีแช่แข็งแบบโครโอติก	40
5.	สมบัติของพลาสติกชนิดต่าง ๆ	46
6.	แผนการทดลอง 3 x 2 x 5 asymmetrical factorials ของการแช่แข็งปลาหมึกกระดองสด	57
7.	เวลาที่ใช้ในการแช่แข็งและอัตราเร็วของการแช่แข็งปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มต่างชนิดกัน และแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน	62
8.	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็งที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งไว้เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส	64
9.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือวิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกและการเก็บ	65
10.	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ได้จากวิธีแช่แข็งต่างกัน เมื่อชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บเป็นตัวแปรคงที่	66
11.	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง ซึ่งพิจารณาเฉพาะชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก เมื่อวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บเป็นตัวแปรคงที่	66
12.	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในเนื้อเยื่อของปลาหมึกกระดองแช่แข็งที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งไว้เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส	71

ตารางที่

หน้า

13.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไนโตรเจนของปลาหมึกกระดองแช่แข็งหลังจากละลายน้ำแข็ง เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกและอายุการเก็บ	72
14.	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไนโตรเจนเมื่อได้จากวิธีแช่แข็งต่างกัน เมื่อชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกและอายุการเก็บเป็นตัวแปรคงที่	73
15.	อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกและวิธีแช่แข็ง ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไนโตรเจนเมื่อเยื่อ	73
16.	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียไนโตรเจนเมื่อเยื่อของผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำแข็ง ซึ่งพิจารณาเฉพาะชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก เมื่อวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บเป็นตัวแปรคงที่	74
17.	จำนวนผู้ทดลองที่ลงความเห็นว่าคุณสมบัติปลาหมึกกระดองดิบมีความผิดปกติเมื่อบรรจุปลาหมึกกระดองลงในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งต่างกันและเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งไว้เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส	79
18.	คะแนนเฉลี่ยของกลิ่นปลาหมึกกระดองดิบซึ่งได้จากปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกันและเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งไว้เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส	80
19.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นปลาหมึกกระดองดิบ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ	81
20.	อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่แข็ง และอายุการเก็บที่มีต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นปลาหมึกกระดองดิบ	82
21.	ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นเมื่อสัมผัสปลาหมึกกระดองดิบซึ่งได้จากปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส	83

ตารางที่

หน้า

22. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะเนื้อสัมผัสปลาหมึก
กระดองดิบ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศา-
เซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษา คือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และ
อายุการเก็บ 84

23. ค่าคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับปลาหมึกกระดองดิบ ซึ่งได้จากปลาหมึกกระดอง
ดิบที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธี
แช่แข็งต่างกัน และ เก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์
ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 85

24. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับปลาหมึกกระดองดิบ
เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยมี
ตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ 86

25. อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บที่มีต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของการ
ยอมรับปลาหมึกกระดองดิบ 87

26. เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของปลาหมึก
กระดองดิบที่ได้จากวิธีแช่แข็งต่างกัน เมื่อชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกและอายุการเก็บ
เป็นตัวแปรคงที่ 88

27. ค่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของปลาหมึกกระดอง เมื่อ
พิจารณาเฉพาะชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก ขณะที่วิธีแช่แข็งและอายุการเก็บเป็นตัว
แปรคงที่ 88

28. เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของปลาหมึก
กระดองดิบที่ได้จากอายุการเก็บต่าง ๆ เมื่อวิธีแช่แข็งและชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก
เป็นตัวแปรคงที่ 89

29. จำนวนผู้ทดสอบที่ลงความเห็นว่าคุณลักษณะปรากฏของปลาหมึกกระดองสุกมีความ
ผิดปกติ เมื่อบรรจุปลาหมึกกระดองลงในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิด
กัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งเป็นระยะ
เวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 90

ตารางที่	หน้า
30. ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นปลาหมึกกระดองลู่ก ซึ่งได้จากปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	91
31. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นปลาหมึกกระดองลู่ก เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ	92
32. ค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติปลาหมึกกระดองลู่ก ซึ่งได้จากปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส	93
33. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติปลาหมึกกระดองลู่ก เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ	94
34. ค่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะเนื้อสัมผัสปลาหมึกกระดองลู่ก ซึ่งได้จากปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจาก แผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	95
35. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะเนื้อสัมผัสปลาหมึกกระดองลู่ก เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ	96
36. ค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับปลาหมึกกระดองลู่ก ซึ่งได้จากปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตภัณฑ์แช่แข็งเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	97

ตารางที่	หน้า
37. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับปลาหมึกกระดอง ลูก เมื่อเก็บผลิตรักข์แช่แข็งที่ลภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดย มีตัวแปรที่ศึกษา คือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ	98
38. เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของปลาหมึก กระดองลูกที่ได้จากวิธีแช่แข็งต่างกัน เมื่อชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกและอายุการเก็บ เป็นตัวแปรคงที่	99
39. ค่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของปลาหมึกกระดองลูก ซึ่งพิจารณา เฉพาะชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก เมื่อวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บเป็นตัว แปรคงที่	99
40. เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของปลาหมึก กระดองลูกที่อายุการเก็บต่าง ๆ เมื่อวิธีแช่แข็งและชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก เป็นตัวแปรคงที่	100
41. จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ตรวจลอบได้จากปลาหมึกกระดองก่อนแช่แข็ง และปลาหมึก กระดองหลังจากแช่แข็งทันทีด้วย วิธีแช่แข็งต่างกัน	102
42. ค่าล็อกจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของปลาหมึกกระดองแช่แข็งที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่น ฟิล์มพลาสติกต่างชนิดกัน ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธีแช่แข็งต่างกัน และเก็บผลิตรักข์ แช่แข็งไว้เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ที่ลภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซล- เซียส	103
43. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าล็อกจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในปลาหมึกกระดอง แช่แข็ง เมื่อเก็บผลิตรักข์แช่แข็งที่ลภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยมีตัวแปรที่ศึกษา คือ วิธีแช่แข็ง ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บ	104
44. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าล็อกจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของวิธีแช่แข็งต่างกัน เมื่อ ชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกและอายุการเก็บเป็นตัวแปรคงที่	105
45. ค่าล็อกจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง ซึ่งพิจารณา เฉพาะชนิด แผ่นฟิล์มพลาสติก เมื่อวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บเป็นตัวแปรคงที่	105

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.	ปลาหมึกกระดอง <u>Sepia</u> sp.	4
2.	อิทธิพลของขนาดผลิตภัณฑ์ที่มีต่อเวลาสำหรับการแช่แข็ง	17
3.	อิทธิพลของอุณหภูมิตัวกลางในการแช่แข็งที่มีต่อเวลาสำหรับการแช่แข็ง	18
4.	อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อเวลาสำหรับการแช่แข็ง	19
5.	อิทธิพลของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแห่งการพาที่มีต่อเวลาสำหรับการแช่แข็ง	20
6.	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในขณะที่แช่แข็ง	22
7.	กระบวนการผลิตปลาหมึกกระดองแช่แข็งทั่ว ๆ ไป	31
8.	Multitier Freezer	34
9.	Fluidization Principle	36
10.	Cryogenic Freezer	41
11.	เครื่องบันทึกอุณหภูมิและเวลา	48
12.	อุปกรณ์ Still Air Freezer ที่ใช้ในการทดลอง	49
13.	อุปกรณ์ Air Blast Freezer ที่ใช้ในการทดลอง	50
14.	อุปกรณ์ Plate Freezer ที่ใช้ในการทดลอง	51
15.	ขั้นตอนการเตรียมปลาหมึกกระดองแช่แข็ง	53
16.	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาสำหรับการแช่แข็งปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE ซึ่งแช่แข็งด้วยวิธี still air freezing	59
17.	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาสำหรับการแช่แข็งปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE ซึ่งแช่แข็งด้วยวิธี air blast freezing	60

รูปที่	หน้า
18.	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาสำหรับการแช่แข็งปลาหมึกกระดองที่บรรจุในถุงที่ทำจากแผ่นฟิล์มพลาสติคชนิด HDPE และ LDPE ซึ่งแช่แข็งด้วยวิธี plate freezing 61
19.	ผลของอายุการเก็บที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็งเมื่อวิธีแช่แข็ง และชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติคเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 67
20.	ผลของวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติคเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 68
21.	ผลของชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติคและอายุการเก็บที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อวิธีแช่แข็งเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 69
22.	ผลของอายุการเก็บที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักในเนื้อเยื่อของปลาหมึกกระดองแช่แข็งหลังละลายน้ำแข็งแล้ว เมื่อวิธีแช่แข็งและชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติคเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส . . 75
23.	ผลของวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักในเนื้อเยื่อของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อวิธีแช่แข็งและชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติคเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 76
24.	ผลของชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติค และอายุการเก็บที่มีต่อการสูญเสียน้ำหนักในเนื้อเยื่อของปลาหมึกกระดองแช่แข็งหลังละลายน้ำแข็งแล้ว เมื่อวิธีแช่แข็งเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส . . 77
25.	ผลของอายุการเก็บที่มีต่อค่าลอคจํานวนבק.เตริทั้งหมดของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อวิธีแช่แข็งและชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติคเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส 106

รูปที่		หน้า
26.	ผลของวิธีแช่แข็งและอายุการเก็บที่มีต่อค่าล้าอก จำนวนบักเตรีทั้งหมดของ ปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติกเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บ ผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	107
27.	ผลของชนิดแผ่นฟิล์มพลาสติก และอายุการเก็บที่มีต่อค่าล้าอก จำนวนบักเตรี ทั้งหมดของปลาหมึกกระดองแช่แข็ง เมื่อวิธีแช่แข็งเป็นตัวแปรคงที่ โดยเก็บ ผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะแช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	108



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย