

ผลของการอบแห้งต่อสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าฮื้อ

Haliotis asinina Linnaeus

นางสาววณัญญา นันทราพนิชกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF DRYING ON PHYSICAL AND SENSORY PROPERTIES OF ABALONE

Haliotis asinina Linnaeus

Miss Wananya Nantawarapanichakul

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

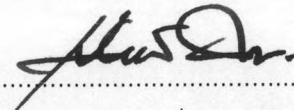
Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

490666

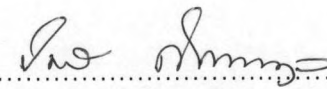
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการอบแห้งต่อสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของ
หอยเป่าชื่อ *Haliotis asinina* Linnaeus
โดย นางสาววณัญญา นันทวรภาพินชกุล
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรารัตน์ ทัดติยกุล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต


.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมณะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณฯ สุภิมาธ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรารัตน์ ทัดติยกุล)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล)

วณัญญา นันทวรภาพนิกุล : ผลของการอบแห้งต่อสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าฮือ *Haliotis asinina* Linnaeus (EFFECTS OF DRYING ON PHYSICAL AND SENSORY PROPERTIES OF ABALONE *Haliotis asinina* Linnaeus) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. รณณี สงวนดีกุล, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร. จิรารัตน์ ทัดติยกุล. 158 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตหอยเป่าฮืออบแห้ง ($a_w \leq 0.70$) โดยการอบแห้งด้วยลมร้อนแบบอุณหภูมิขาเข้าคงที่ และแบบอุณหภูมิขาเข้าแบบเป็นขั้น และศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตหอยเป่าฮืออบแห้งโดยผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายเกลือ โซรบีทอลและ/หรือซูโครส พบว่าหอยเป่าฮืออบแห้งที่อุณหภูมิ 55 และ 75°C มีความสามารถในการดูดน้ำคืน ค่าความแข็ง และคะแนนความชอบโดยรวมไม่ต่างกัน แต่อัตราการอบแห้งที่ 75°C สูงกว่าที่ 55°C นอกจากนี้หอยเป่าฮืออบแห้งที่อุณหภูมิ 55°C มีความสามารถในการดูดน้ำคืน และคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงกว่า และค่าความแข็งต่ำกว่าที่ 40 และ 90°C ส่วนหอยเป่าฮืออบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิขาเข้าแบบเป็นขั้นที่ภาวะการอบแห้งที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C มีความสามารถในการดูดน้ำคืนสูงที่สุดเท่ากับ 2.17 กรัมต่อกรัมของหอยเป่าฮืออบแห้ง ค่าความสว่าง (L) ค่าความเป็นสีแดง (a) และค่าความเป็นสีเหลือง (b) สูงที่สุดคือ 44.53 2.04 และ 14.83 ตามลำดับ และมีค่าความแข็งของหอยเป่าฮือคืนรูปต่ำที่สุด คือ 14597.25 gf ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านกายภาพ และด้านประสาทสัมผัสของหอยเป่าฮืออบแห้งที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุดที่ได้จากการอบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิขาเข้าคงที่และแบบเป็นขั้น พบว่าหอยเป่าฮือที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 10 ชั่วโมง มีคุณภาพดีกว่าหอยเป่าฮืออบแห้งที่อุณหภูมิขาเข้าคงที่ที่ 55°C ดังนั้นจึงเลือกภาวะการอบแห้งที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C เพื่ออบแห้งหอยเป่าฮือในขั้นต่อไป จากการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตหอยเป่าฮืออบแห้งโดยผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10-30% (w/v) ก่อนอบแห้ง พบว่าการแช่หอยเป่าฮือในสารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากหอยเป่าฮือที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) มีน้ำหนัก ปริมาณความชื้น และค่า a_w ลดลง โดยมีปริมาณเกลือเท่ากับ 27.22% (d.b.) เมื่อนำหอยเป่าฮือที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C พบว่าสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งลงได้ 4 ชั่วโมง และภาวะที่เหมาะสมในการผลิตหอยเป่าฮืออบแห้งโดยผ่านกระบวนการออสโมซิสด้วยสารละลายโซรบีทอล ซูโครส และโซรบีทอลผสมซูโครส คือ การแช่หอยเป่าฮือในสารละลายโซรบีทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอบแห้งที่อุณหภูมิ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งลงได้ 7 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสามารถในการดูดน้ำคืนสูง ค่าความแข็งต่ำ และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูง จึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ จากการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 10 ชั่วโมง หอยเป่าฮืออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) และหอยเป่าฮืออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายโซรบีทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) ที่บรรจุในถุง laminated aluminium foil/OPP ภายใต้ภาวะบรรยากาศ ที่อุณหภูมิ 30°C พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 68 23 และ 18 วัน ตามลำดับ

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....
 สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....
 ปีการศึกษา.....2549.....

ลายมือชื่อนิสิต.....วณัญญา นันทวรภาพนิกุล.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4672390223 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : ABALONE/DRYING/QUALITY/SENSORY

WANANYA NANTAWARAPANICHAKUL : EFFECTS OF DRYING ON PHYSICAL AND SENSORY PROPERTIES OF ABALONE *Haliotis asinina* Linnaeus. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. ROMANEE SANGUANDEEKUL, Ph.D. THESIS COADVISOR : ASST.PROF. JIRARAT TATTIYAKUL, Ph.D., 158 pp.

This research aimed to investigate the effects of drying methods; constant inlet air temperature drying (CTD) and stepwise change of inlet air temperature drying (SCTD) and the pretreatment of abalone using osmotic dehydration, which employed salt, sorbitol, and sucrose at various concentrations, on quality attributes of dried abalone. The drying process was carried out until the water activity (a_w) of the samples reached 0.70. In CTD, the rehydration capacity, hardness and overall acceptance scores was no difference but drying rate of 75°C was higher than that of 55°C. However inlet temperature at 55°C yielded the best quality dried abalone compared to drying at other temperatures. Dried abalone at 55°C had higher rehydration capacity and sensory quality and lower hardness value than those dried at 40 and 90°C. In SCTD, an initial inlet air temperature of 75°C for 4 hours followed by second-step drying at 55°C yielded, dried abalone having the best quality compared to other conditions. Dried abalone at this condition had the highest rehydration capacity, lightness (L), redness (a) and yellowness (b) (2.17 g/g of dried abalone, 44.53, 2.04 and 14.83 respectively) and the lowest hardness (14597.25 gf) ($p \leq 0.05$). Comparison between the best conditions chosen from both methods, an initial inlet air temperature of 75°C for 4 hours followed by second-step drying at 55°C yielded dried abalone with superior quality. Abalone dehydrated in 10% (w/v) salt solution had lower initial weight, moisture content, and a_w compared to fresh abalone. The salt content of the abalone dehydrated in 10% (w/v) salt solution for 5 hours was 27.22% (d.b.). When the abalone was dried at 75°C for 4 hours followed by second-step drying at 55°C until the a_w of the sample reached 0.70, it had better color quality than the control sample. Pretreatment of abalone using 10% salt solution osmotic dehydration caused a 4-hour reduction in drying time. Abalone dehydrated in 50% (w/v) sorbitol solution for 5 hours and dried at 75°C for 4 hours followed by second-step drying at 55°C until the a_w of the sample reached 0.7 was a suitable condition for osmotic dehydration by sorbitol sucrose and mixture of sorbitol and sucrose, Pretreatment of abalone using 50% (w/v) sorbitol solution osmotic dehydration caused a 7-hour reduction in drying time. This product has higher rehydration capacity and sensory quality and lower hardness value than other concentrations. The dried abalone produced by SCTD at 75°C for 4 hours followed by second-step drying at 55°C for 10 hours, dried abalone using 10% (w/v) salt solution osmotic dehydration and dried abalone using 50% sorbitol (w/v) solution osmotic dehydration were stored in laminated aluminium foil/OPP bags at atmosphere which kept the accelerated conditions (35 45 and 55°C). The predicted shelf-life at 30°C of these products were 68, 23 and 18 days, respectively.

Department.....Food Technology.....

Field of study....Food Technology.....

Academic year.....2006.....

Student's signature...W. Nantawarapanichakul

Advisor's signature...R. Sanguandeekul

Co-Advisor's signature...J. Jirarat

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรวรัตน์ ทัดติยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณนา สุภิमारส ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ และอาจารย์ ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล ที่ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งกรุณาชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนวิจัยในโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ ปริญญาโทภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร และเพื่อนสมัยปริญญาตรีและเพื่อนสมัยมัธยมศึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ สละเวลาและให้กำลังใจกันมาตลอดการวิจัย เจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และขอบคุณน้องชาย และญาติพี่น้องทุกคน ที่สนับสนุนในด้านการเงิน คำแนะนำ และให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ท
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	2
2.1 หอยเป่าอื้อ.....	2
2.2 การอบแห้ง.....	5
2.3 การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ระหว่างการอบแห้ง.....	16
2.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษามลิตภัณฑ์อาหาร.....	17
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง.....	19
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	29
4.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และจุลินทรีย์ของหอยเป่าอื้อ.....	29
4.2 การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตหอยเป่าอื้ออบแห้ง โดยใช้วิธีการอบแห้งด้วยลมร้อน.....	30
4.3 การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตหอยเป่าอื้ออบแห้ง โดยผ่านกระบวนการออสโมซิส.....	55
4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษามลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้ออบแห้งที่ภาวะเร่ง.....	81
5. สรุปผลการทดลอง.....	109
ข้อเสนอแนะ.....	111
รายการอ้างอิง.....	112
ภาคผนวก.....	120
ภาคผนวก ก.....	121
ภาคผนวก ข.....	132

	หน้า
ภาคผนวก ค.....	138
ภาคผนวก ง.....	148
ภาคผนวก จ.....	153
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	158

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สมบัติของหอยเป่าฮื้อไทย.....	3
2.2 คุณค่าทางโภชนาการของหอยเป่าฮื้อ (100 กรัม).....	4
2.3 ผลผลิตหอยเป่าฮื้อ.....	5
4.1 องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และจุลินทรีย์ของหอยเป่าฮื้อสด <i>H. asinina</i> ที่เอาเครื่องในออกแล้ว.....	29
4.2 ระยะเวลาอบแห้ง ค่า a_w และปริมาณความชื้นของหอยเป่าฮื้ออบแห้ง ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 40 55 75 และ 90°C.....	33
4.3 ค่าสี L a และ b ของหอยเป่าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิคงที่ ที่ 40 55 75 และ 90°C.....	33
4.4 ความสามารถในการดูดน้ำคืน และค่าความแข็งของหอยเป่าฮื้อคั้นรูป ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิคงที่ที่ 40 55 75 และ 90°C.....	34
4.5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย <i>Cl. perfringens</i> <i>Vibrio spp.</i> และ <i>S. aureus</i> ในหอยเป่าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิคงที่ที่ 40 55 75 และ 90°C.....	37
4.6 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าฮื้ออบแห้ง ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 40 55 75 และ 90°C.....	38
4.7 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิคงที่ ที่ 40 55 75 และ 90°C เมื่อคั้นรูป.....	39
4.8 คะแนนความชอบเฉลี่ยของหอยเป่าฮื้ออบแห้ง ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 40 55 75 และ 90°C.....	39
4.9 ระยะเวลาในการอบแห้ง ค่า a_w และปริมาณความชื้นของ หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ.....	43
4.10 ค่าสี L a และ b ของหอยเป่าฮื้ออบแห้งที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ.....	44
4.11 ความสามารถในการดูดน้ำคืน และค่าความแข็งของ หอยเป่าฮื้อคั้นรูปที่ผ่านการอบแห้งที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ.....	45

ตารางที่	หน้า
4.12 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย <i>Cl. Perfringens</i> <i>Vibrio spp.</i> และ <i>S. aureus</i> ในหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ.....	47
4.13 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าอื้ออบแห้ง ที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ.....	48
4.14 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าอื้ออบแห้ง ที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ เมื่อคืนรูป.....	49
4.15 คะแนนความชอบเฉลี่ยของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ.....	49
4.16 คุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของหอยเป่าอื้ออบแห้ง ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 55°C และที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h).....	53
4.17 ร้อยละของน้ำหนักที่ลดลง ค่า a_w ปริมาณความชื้น และปริมาณเกลือ ในหอยเป่าอื้อที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10 20 และ 30% (w/v).....	57
4.18 ระยะเวลาในการอบแห้ง ค่า a_w ปริมาณความชื้น และปริมาณเกลือ ของหอยเป่าอื้อที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v).....	58
4.19 ค่าสี L a และ b ของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v).....	59
4.20 ความสามารถในการดูดน้ำคืน และค่าความแข็งของหอยเป่าอื้ออบแห้ง ที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) เมื่อคืนรูป.....	60
4.21 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย <i>Cl. perfringens</i> <i>Vibrio spp.</i> และ <i>S. aureus</i> ในหอยเป่าอื้ออบแห้ง ที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v).....	62
4.22 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v).....	63
4.23 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) เมื่อคืนรูป.....	64
4.24 คะแนนความชอบเฉลี่ยของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v).....	65

ตารางที่	หน้า
4.25	ร้อยละของน้ำหนักที่ลดลง ค่า a_w ปริมาณความชื้น และปริมาณซอร์บิทอล และซูโครสในหอยเป่าอึ่งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครส ที่ความเข้มข้น 50% (w/v).....70
4.26	ระยะเวลาในการอบแห้ง ค่า a_w และปริมาณความชื้นของหอยเป่าอึ่ง ที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครส ที่ความเข้มข้น 50% (w/v).....71
4.27	ค่าสี L a และ b ของหอยเป่าอึ่งอบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลาย ซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่าง ซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v).....72
4.28	ความสามารถในการดูดน้ำคืน และค่าความแข็งของหอยเป่าอึ่งอบแห้ง ที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสม ระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v) เมื่อคืนรูป..... 74
4.29	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย <i>Cl. perfringens</i> <i>Vibrio</i> spp. และ <i>S. aureus</i> ในหอยเป่าอึ่ง อบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v).....76
4.30	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าอึ่ง อบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v)..... 77
4.31	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของหอยเป่าอึ่งอบแห้ง ที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v) เมื่อคืนรูป.....78
4.32	คะแนนความชอบเฉลี่ยของหอยเป่าอึ่งอบแห้งที่ผ่านการแช่ สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v).....79
4.33	ค่าสีของผลิตภัณฑ์หอยเป่าอึ่งอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C..... 82

ตารางที่	หน้า
4.34	ค่าสีของผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....83
4.35	ค่าสีของผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้อที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอล ที่ความเข้มข้น 50% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (3 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....84
4.36	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้ออบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C..... 93
4.37	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้อหอยเป่าอื้ออบแห้ง ที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) และอบแห้ง ที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....94
4.38	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่ สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (3 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....94
4.39	ปริมาณราและยีสต์ในผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้ออบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C94
4.40	ปริมาณราและยีสต์ในผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้อหอยเป่าอื้ออบแห้ง ที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....95
4.41	ปริมาณราและยีสต์ในผลิตภัณฑ์หอยเป่าอื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่ สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (3 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....95
4.42	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35°C.....96
4.43	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 45°C 96
4.44	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าอื้ออบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 55°C.....96

ตารางที่	หน้า
4.45	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) แล้วอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35°C 97
4.46	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) แล้วอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 45°C 97
4.47	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) แล้วอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 55°C 97
4.48	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการแช่ สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) แล้วอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (3 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35°C 98
4.49	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการแช่ สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) แล้วอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (3 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง ที่ 45°C 98
4.50	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของหอยเป่าฮื้อที่ผ่านการแช่ สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 50% (w/v) แล้วอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (3 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 55°C 98
ข.1	ค่า Most Probable Number (MPN) ต่อกรัมของตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความเจือจาง 0.1 ลบ. ชม., 0.01 ลบ. ชม. และ 0.001 ลบ. ชม. 137
จ.1	ต้นทุนการผลิตหอยเป่าฮื้ออบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้ลมร้อนขาเข้า แบบคงที่และแบบเป็นขั้น 153
จ.2	ต้นทุนการผลิตหอยเป่าฮื้ออบแห้งโดยผ่านกระบวนการออสโมซิส ด้วยสารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครส 50% (w/v) 155

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	หอยเป่าฮือ <i>H. asinina</i> 2
2.2	เปลือกของหอยเป่าฮือ <i>H. asinina</i> 3
2.3	การเคลื่อนที่ของน้ำระหว่างการอบแห้ง..... 6
2.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นตามระยะเวลาอบแห้ง..... 7
2.5	การถ่ายโอนมวลสารระหว่างกระบวนการอบแห้ง..... 10
2.6	ปริมาณของน้ำและตัวถูกละลายระหว่างกระบวนการอบแห้ง..... 11
2.7	การเชื่อมประสานของโมเลกุลของน้ำกับโซเดียมคลอไรด์..... 13
2.8	โครงสร้างของซอร์บิทอล..... 14
4.1	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการอบแห้งหอยเป่าฮือด้วยลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิคงที่ที่ 40 55 75 และ 90°C..... 31
4.2	อัตราการอบแห้งของหอยเป่าฮือที่อุณหภูมิคงที่ที่ 40 55 75 และ 90°C..... 32
4.3	โครงสร้างตัดตามขวางของหอยเป่าฮืออบแห้งที่อุณหภูมิคงที่ ที่ 40 55 75 และ 90°C..... 36
4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการอบแห้งหอยเป่าฮือ ด้วยลมร้อนโดยใช้ อุณหภูมิอากาศเป็นขั้นที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ..... 42
4.5	อัตราการอบแห้งของหอยเป่าฮือที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ 43
4.6	โครงสร้างตัดตามขวางของหอยเป่าฮืออบแห้งที่ภาวะการอบแห้งต่างๆ 46
4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการอบแห้งหอยเป่าฮือด้วยลมร้อน ที่อุณหภูมิคงที่ที่ 55°C และที่ภาวะการอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h)..... 51
4.8	อัตราการอบแห้งของหอยเป่าฮือที่อุณหภูมิคงที่ที่ 55°C และที่ภาวะการอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h)..... 52
4.9	โครงสร้างตัดตามขวางของหอยเป่าฮืออบแห้งที่อุณหภูมิ 55°C และที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h)..... 55
4.10	การเปลี่ยนแปลงร้อยละของน้ำหนักที่ลดลงเมื่อแช่หอยเป่าฮือ ในสารละลายเกลือที่มีความเข้มข้น 10-30% (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง..... 56
4.11	โครงสร้างของหอยเป่าฮืออบแห้งที่ไม่ผ่านการแช่และที่ผ่านการแช่ สารละลายเกลือที่มีความเข้มข้น 10% (w/v)..... 61

รูปที่	หน้า
4.12 การเปลี่ยนแปลงร้อยละของน้ำหนักที่ลดลงเมื่อแช่หอยเป่าฮือในสารละลายซูโครสที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง.....	67
4.13 การเปลี่ยนแปลงร้อยละของน้ำหนักที่ลดลงเมื่อแช่หอยเป่าฮือในสารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง.....	67
4.14 การเปลี่ยนแปลงร้อยละของน้ำหนักที่ลดลงเมื่อแช่หอยเป่าฮือในสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครส อัตราส่วนของสารละลายซอร์บิทอลต่อซูโครสเท่ากับ 1:1 ที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง.....	68
4.15 โครงสร้างตัดตามขวางของหอยเป่าฮืออบแห้งที่ไม่ผ่านการแช่และที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอล 50% (w/v).....	75
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า ΔE กับระยะเวลาในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C	86
4.17 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C	87
4.18 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....	89
4.19 ความสามารถในการดูดน้ำคืนของผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....	90
4.20 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่ง 35 45 และ 55°C.....	92
4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสีกับค่า ΔE ของผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (10 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่งที่ 35 45 และ 55°C.....	100
4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสีกับค่า ΔE ของผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮืออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (6 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่งที่ 35 45 และ 55°C.....	101

รูปที่	หน้า
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับเฉลี่ยด้านสีกับค่า ΔE ของผลิตภัณฑ์ หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลเข้มข้น 50% (w/v) และอบแห้งที่ 75°C (4 h)/ 55°C (3 h) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิแรงที่ 35 45 และ 55°C.....	102
4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์หอยเป่าฮื้ออบแห้งทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิแรงที่ 35 45 และ 55°C.....	103
ก.1 กราฟแสดงการวัดค่าความแข็ง โดยใช้ Warner-Bratzler Blade.....	126
ง.1 หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิเข้าคองที่.....	148
ง.2 หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิเข้าคองที่ เมื่อคั้นรูปแล้ว.....	148
ง.3 หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิเข้าแบบเป็นชั้น.....	149
ง.4 หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่อุณหภูมิเข้าแบบเป็นชั้น เมื่อคั้นรูปแล้ว.....	149
ง.5 หอยเป่าฮื้อที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือที่ความเข้มข้น 10% (w/v) และอบแห้ง ที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 6 ชั่วโมง และที่คั้นรูปแล้ว	150
ง.6 หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v) ที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 6 ชั่วโมง.....	151
ง.7 หอยเป่าฮื้ออบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซอร์บิทอลที่ความเข้มข้น 10-50% (w/v) และสารละลายผสมระหว่างซอร์บิทอลและซูโครสที่ความเข้มข้น 50% (w/v) ที่ 75°C นาน 4 ชั่วโมง แล้วลดอุณหภูมิเป็น 55°C นาน 3 ชั่วโมง เมื่อคั้นรูปแล้ว	152