การแปรรูปหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์

นางสาวจิรรัชต์ กันทะขู้

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROCESSING OF ABALONE *Haliotis asinina* L. IN BRINE IN RETORT POUCH

Miss Jirarat Kantakhoo

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

490581

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแปรรูปหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์
โดย	นางสาวจิรรัชต์ กันทะขู้
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรารัตน์ ทัตติยกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล

คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาหสงคราม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรารัตน์ ทัตติยกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์)

จิรรัชต์ กันทะขู้ : การแปรรูปหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ (PROCESSING OF ABALONE *Haliotis asinina* L. IN BRINE IN RETORT POUCH) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. จิรารัตน์ ทัตติยกุล, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร. รมณี สงวนดีกุล. 126 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแปรรูปหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ เริ่มตั้งแต่การศึกษาการจัดการวัตถุดิบเพื่อรักษาคุณภาพ โดยเก็บรักษาหอยเป๋าฮื้อแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก ที่อุณหภูมิ 0°C และ 10°C พบว่า ค่า pH ของหอยเป๋าฮื้อที่เก็บที่ทุกสภาวะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ค่า firmness ลดลงเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น โดยหอยเป๋าฮื้อที่เก็บแบบทั้งตัวมีค่า firmness ต่ำกว่าแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก พบแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ $>10^6$ cfu/g เมื่อเก็บหอยเป๋าฮื้อแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออกที่อุณหภูมิ 0°C เป็นเวลา 6 และ 9 วัน ตามลำดับ และที่ 10°C เป็นเวลา 3 และ 4 วัน ตามลำดับ แต่ไม่พบแบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซีเลสและไม่พบฮิสตามีนตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาหอยเป๋าฮื้อที่ทุกสภาวะการเก็บ ต่อมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหอยเป๋าฮื้อเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที พบว่า ปริมาณ cooking loss เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนเช่นเดียวกับค่า degree of browning โดยหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 80°C เกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าที่ 100°C และ 120°C ซึ่งสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดหลังจากให้ความร้อนที่ 100°C เป็นเวลา 60 นาที และ 20 นาที ที่ 120°C การเปลี่ยนแปลงค่า water-holding capacity (WHC) มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส โดยพบว่า 10 นาทีแรกของการให้ความร้อนทุกอุณหภูมิ ค่า WHC และค่า toughness มีค่าลดลง และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการให้ความร้อนเมื่อให้ความร้อนที่ 80°C ในขณะที่การให้ความร้อนที่ 100°C และ 120°C เป็นเวลา 60 นาที ขึ้นไป ค่า WHC เพิ่มขึ้น และที่ค่า toughness ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากคอลลาเจนเปลี่ยนไปเป็นเจลาติน น้ำถูกจับไว้ในเนื้อมากขึ้นทำให้เนื้อนุ่มขึ้น rate constant ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ cooking loss ค่า degree of browning ค่า WHC และค่า toughness เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการให้ความร้อน และค่า Ea ของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 6.23, 6.33, 7.09 และ 13.34 $kcal.mol^{-1}.K^{-1}$ ตามลำดับ ในการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ โดยการให้ความร้อนที่ 110°C เป็นเวลา 50 นาที ได้ heat penetration parameters คือ f_h= 6.7 นาที และ j = 1.059 ซึ่งสามารถทำนายเวลาการฆ่าเชื้อตามวิธี Formula เพื่อให้ได้ F_0 = 4 นาที ดังนี้ เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 50°C ต้องให้ความร้อนที่ 114°C และ 121°C เป็นเวลา 23 นาที และ 7 นาที ตามลำดับ และเมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 70°C ต้องให้ความร้อนที่ 114°C และ 121°C เป็นเวลา 22 นาที เป็นเวลา 6 นาที ตามลำดับ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121°C มากกว่าที่ 114°C จึงเลือกภาวะดังกล่าวมาผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ทุกคุณลักษณะระหว่างการเก็บรักษาทุกเดือนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและทำให้เกิดการเน่าเสียตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่อนิสิต.....จิรรัชต์ กันทะขู้.....

สาขาวิชา....เทคโนโลยีทางอาหาร.... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2549..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4672533723 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: ABALONE /PROCESSING/ RETORT POUCH

JIRARAT KANTAKHOO: PROCESSING OF ABALONE *Haliotis asinina* L. IN BRINE IN RETORT POUCH. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. JIRARAT TATTIYAKUL, Ph.D. THESIS COADVISOR: ASST.PROF. ROMANEE SANGUANDEEKUL, Ph.D., 126 pp.

This research aimed to study the processing of abalone *Haliotis asinina* L. in brine in retort pouch. Initially, the effect of handling temperature (0°C and 10°C) on raw material (whole abalone and shelled-off gutted abalone) quality was studied. As storage time increased, the pH of abalone changed slightly. The firmness of abalone stored at 0°C and 10°C tended to decrease. The shelled-off gutted abalone had a better texture quality than whole abalone. Aerobic bacteria count reached 6 log cfu/g when storing shelled-off gutted abalone and whole abalone at 0°C for 6 and 9 days, respectively, and at 10°C for 3 and 4 days, respectively. Histidine decarboxylase producing bacteria and histamine were not found in abalone stored in all conditions. The effect of heating process was also studied by heating abalone at 80°C, 100°C, and 120°C for 2-240 minutes. As heating temperature and time increased, the cooking loss and degree of browning of abalone tended to increase. Heated abalone at 100°C and 120°C had more degree of browning compared to that at 80°C. A significant increase in browning was observed when heating abalone at 100°C for 60 minutes and 100°C for 20 minutes and longer. There was an obvious relationship between water-holding capacity (WHC) and toughness of abalone during heating. WHC and toughness decreased during the first 10 minutes of all heating temperatures, but remained rather constant over the range of heating time at 80°C. WHC increased and toughness concomitantly decreased when heating at 100°C and 120°C for up to 60 minutes, which were caused principally by complete gelation of collagen. Rate constant of cooking loss, degree of browning, WHC, and toughness increased with heating temperature. The activation energy of which was 6.23, 6.33, 7.09 and 13.34 $kcal.mol^{-1}.K^{-1}$, respectively. Heat penetration study of abalone in brine in retort pouch (150 g net weight) at 110°C for 50 minutes yielded a heating rate index (f_h) of 6.7 minutes and a heating lag factor (j) of 1.059. These values were further used to predict thermal process time for the product to be processed at 114°C and 121°C retort temperatures (RT) and 50°C and 70°C initial temperatures (IT). The predicted process time at IT = 50°C and RT = 114°C and 121°C were 23 and 7 minutes, respectively, while the predicted process time at IT = 70°C and RT = 114°C and 121°C were 22 and 6 minutes, respectively. The result from sensory evaluation of abalone processed in the above four conditions shows that the overall acceptability of the products processed at 121°C were higher than those processed at 114°C. During 6 months storage at room temperature, sensory score of all product attributes did not change significantly. Hazardous and spoilage bacteria were not found in all products during storage.

Department.....Food Technology.....
Field of study....Food Technology.....
Academic year.....2006.....

Student's signature.....JIRARAT KANTAKHOO.....
Advisor's signature.....
Co-Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งและอย่างเต็มที่เต็มกำลังของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรารัตน์ ทัตติยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา เลาหสงคราม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ และ อาจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์ ที่ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งกรุณาชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดหาหอยเป๋าฮื้อที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอบคุณเพื่อน พี่ และน้อง ปริญญาโท และพี่ปริญญาเอก ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจกันมาตลอดการวิจัย ขอบคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์

ขอบคุณพี่ๆ จากบริษัทกุยบุรีผลไม้กระป๋อง จำกัด สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ และขอบคุณพี่ๆ จากชมรมอีสาน สถาบันเทคโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ให้ความช่วยเหลือแก้ปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ตลอดการทำวิจัย

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ และขอบคุณพี่สาวและครอบครัว และน้องสาวที่น่ารักสำหรับกำลังใจดีดีและความเข้าใจ รวมถึงการสนับสนุนกำลังทรัพย์ที่ทุ่มเทอย่างเต็มที่และเต็มใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1

2. วารสารปริทัศน์ 3

2.1 หอยเป๋าฮื้อ 3

2.2 ฮิสตามีนในอาหารทะเล 6

2.3 รีทอร์ตเพาช์ 10

2.4 การฆ่าเชื้ออาหารบรรจุในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว 12

2.4.1 การกำหนดภาวะในการฆ่าเชื้อ 13

2.4.2 การเตรียมวัตถุดิบและการรักษาคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำบรรจุกระป๋องหรือในภาชนะปิดสนิท 16

2.5 คุณภาพของเนื้อสัตว์ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค 18

2.5.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อเนื้อสัมผัส 18

2.5.2 ผลของกระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหอยเป๋าฮื้อ 21

3. วิธีการทดลอง 26

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ 42

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของหอยเป๋าฮื้อ 42

4.2 ผลของวิธีการจัดการ อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเกิดฮิสตามีนในหอยเป๋าฮื้อสด 43

4.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหอยเป๋าฮื้อ 52

4.4 กระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ 64

หน้า

4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ตลอดอายุการเก็บรักษา 6 เดือน 72
5. สรุปผลการทดลอง 75

รายการอ้างอิง 77
ภาคผนวก 91
ภาคผนวก ก 92
ภาคผนวก ข 96
ภาคผนวก ค 102
ภาคผนวก ง 104
ภาคผนวก จ 107
ภาคผนวก ฉ 111
ภาคผนวก ช 113
ภาคผนวก ซ 116
ภาคผนวก ฌ 119
ภาคผนวก ญ 123
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 126

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของหอยเป๋าฮื้อ	42
4.2	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของหอยเป๋าฮื้อที่เก็บแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0°C และ 10°C	45
4.3	การเปลี่ยนแปลงค่า firmness ($\times 10^3$ g.mm) ของหอยเป๋าฮื้อที่เก็บแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0°C และ10°C	47
4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ ($\times 10^6$ cfu/g) ของหอยเป๋าฮื้อที่เก็บแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0°C และ 10°C	49
4.5	rate constant (k) และ activation energy (Ea) ของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่างๆ ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อ *H. asinina* ในระหว่างการให้ความร้อน	63
4.6	ผลการคำนวณเวลาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารและอุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อต่างๆ ตามวิธี Formula	66
4.7	เวลาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารและอุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อต่างๆ ที่ทำให้ได้ F_0 = 4 นาที โดยคำนวณตามวิธี General	67
4.8	เวลาในการฆ่าเชื้อจริงและค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ได้จากกระบวนการผลิตจริง	67
4.9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักเนื้อ ค่า degree of browning ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ และค่า toughness ของหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อในภาวะอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารและอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อต่างๆ	69
4.10	ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในภาวะที่อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารและอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อต่างๆ ..	69
4.11	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในภาวะที่อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารและอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อต่างๆ	70

หน้า

4.12 คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสของหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารและอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อต่างๆ 71

4.13 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน 73

4.14 คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสของหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน 73

ง.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอาหารภายในรีทอร์ตเพาช์ที่วางไว้ในตำแหน่งต่างๆ ภายในหม้อฆ่าเชื้อ 105

ช.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ปริมาณแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bactria) และค่า firmness ของหอยเป๋าฮื้อที่มีการจัดการ (เก็บรักษาแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก) ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0°C เป็น เวลา 0, 3, 6, 9,12, 15, 18, และ 21 วัน 116

ช.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ปริมาณแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bactria) และค่า firmness ของหอยเป๋าฮื้อที่มีการจัดการ (เก็บรักษาแบบ ทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออก) ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็น เวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, และ 7 วัน 117

ช.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ cooking loss ค่า degee of browning ค่า water-holding capacity และค่า toughness ของหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ 118

ฌ.1 ปริมาณ cooking loss (%) ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที 119

ฌ.2 ค่า degree of browning (A420nm/g sample) ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที 120

ฌ.3 ค่า water-holding capacity (%) ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที 121

ฌ.4 ค่า toughness ($\times 10^3$ g.mm)ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที 122

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ระบบอวัยวะภายในของหอยเป๋าฮื้อ	3
2.2	ปฏิกิริยา decarboxylation ของกรดอะมิโนฮิสติดีนทำให้เกิดฮิสตามีน	6
2.3	ลักษณะการถ่ายเทความร้อนในอาหาร	14
2.4	จุด cold point ในอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาและการนำความร้อน	15
2.5	ลำดับกรดอะมิโนและโครงสร้างของโมเลกุลคอลลาเจน	19
3.1	ขั้นตอนการเตรียมหอยเป๋าฮื้อเพื่อใช้ศึกษาผลของวิธีการจัดการ อุณหภูมิ และ ระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเกิดฮิสตามีนในหอยเป๋าฮื้อสด	32
3.2	ขั้นตอนการผลิตหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์	36
4.1	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ cooking loss ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที	53
4.2	การเปลี่ยนแปลงการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที	55
4.3	การเปลี่ยนแปลง water-holding capacity ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที	56
4.4	การเปลี่ยนแปลงค่า toughness ของหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C เป็นเวลา 2-240 นาที	58
4.5	การเปลี่ยนแปลงค่า toughness กับ ค่า water-holding capacity (WHC) ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 80°C 100°C และ 120°C	59
ง.1	ตำแหน่งการวางเข็มวัดอุณหภูมิคู่ควบเพื่อหาจุดร้อนช้าที่สุดในหม้อฆ่าเชื้อ	104
จ.1	Heat penetration curve ของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่วางที่ตำแหน่ง P3 ในหม้อฆ่าเชื้อ	107
ฉ.1	กราฟมาตรฐานไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline standard curve)	112
ญ.1	Kinetics ของการเปลี่ยนแปลง cooking loss ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C	123
ญ.2	Kinetics ของการเปลี่ยนแปลงค่า degree of browning ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C	123
ฌ.3	Kinetics ของการเปลี่ยนแปลง water-holding capacity ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C	124

หน้า

ฌ.4 Kinetics ของการเปลี่ยนแปลงค่า toughness ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C 124

ฌ.5 Arrhenius plots ของการเปลี่ยนแปลงค่า degree of browning ค่า toughness ปริมาณ cooking loss และค่า water-holding capacity ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C (แสดง activation energy) 125

ฌ.6 Arrhenius plots ของการเปลี่ยนแปลงค่า degree of browning ค่า toughness ปริมาณ cooking loss และค่า water-holding capacity ของเนื้อหอยเป๋าฮื้อระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C 100°C และ 120°C (แสดงสมการเส้นตรง) 125