วิทยานิพนธ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

PRODUCT DEVELOPMENT OF SERGESTID SHRIMP SAUCE

นางสาวสุทธินี ตันติปัญญาเทพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)

ปริญญา

ผลิตภัณฑ์ประมง — สาขา

ผลิตภัณฑ์ประมง — ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

Product Development of Sergestid Shrimp Sauce

นามผู้วิจัย นางสาวสุทธินี ตันติปัญญาเทพ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์จุฑา มุกดาสนิท, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

Product Development of Sergestid Shrimp Sauce

โดย

นางสาวสุทธินี ตันติปัญญาเทพ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)
พ.ศ. 2551

สุทธินี ตันติปัญญาเทพ 2551: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสเคย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง) สาขาผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D. 100 หน้า

ศึกษาวิธีการผลิตซอสเคย โดยทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของซอสหอยนางรมต้นแบบจากท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด มาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์กำหนดสัดส่วนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสเคย ศึกษาการผลิตน้ำเคยสกัดโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลนโดยมีตัวแปร คือ ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.50 และ 0.75 ของน้ำหนักเคย บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า สภาวะที่มีความเหมาะสมต่อการสกัดน้ำเคยสกัด คือ การสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 เวลา 4 ชั่วโมง รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ระยะเวลา 6 ชั่วโมง และที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำเคยสกัดทั้งสามมาผลิตเป็นซอสเคย ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสเคย พบว่าซอสเคยที่ใช้น้ำเคยสกัดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 เวลา 4 ชั่วโมง มีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุดในทุกคุณลักษณะแต่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะรสเค็ม จึงนำมาพัฒนาสูตรโดยปรับปริมาณเกลือ สูตรซอสเคยที่มีคะแนนการยอมรับสูงสุด คือ สูตรที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 5 ของปริมาณซอสเคย องค์ประกอบทางเคมีของซอสเคยประกอบด้วย โปรตีน ความชื้น ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 6.79, 60.48, 0.09, 10.93 และ 21.71 ตามลำดับ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนี/กรัม ไม่พบยีสต์, รา รวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสเคย คิดเป็นร้อยละ 97 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมวัตถุกันเสีย (เกลือเบนโซเอต) ร้อยละ 0.1 ของปริมาณซอสที่ผลิต และไม่ได้เติมวัตถุกันเสีย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 55 องศาเซลเซียส พบว่า ทุกสภาวะการทดลองสามารถเก็บรักษาได้ไม่ต่ำกว่ากว่า 12 สัปดาห์

สุทธินี ตันติปัญญาเทพ — 23 / พ.ค. / 51

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Suttinee Tantipanyathap 2008: Product Development of Sergestid Shrimp Sauce. Master of Science (Fishery Products), Major Field: Fishery Products, Department of Fishery Products. Thesis Advisor: Associate Professor Nongnuch Raksakulthai, Ph.D. 100 pages.

Sensory evaluation of 5 brands of commercial oyster sauces was conducted and the sample with the highest acceptability score was analyzed for total nitrogen and amino nitrogen contents to be used as a guideline for developing of sergestid shrimp sauce. Sergestid shrimp extract was prepared by hydrolysing with 0, 0.25, 0.50 and 0.75 % bromelain w/w of sergestid shrimp at 55°C for 0, 2, 4, 6 and 8 hour. It was found that the suitable conditions were extraction with enzyme at 0.75 % for 4 hour, 0.25% for 6 hour and 0.5% for 4 hour. Preparation of sergestid shrimp sauce from three suitsble conditions. The selected formula with the highest sensory evaluation scores was 0.75 % for 4 hour and adjusted for saltiness. The formula with 5 % salt received the highest acceptability scores. The proximate compositions of prepared sergestid shrimp sauce were 6.79 % protein, 60.48 % moisture, 0.09 % fat, 10.93 % ash and 21.71 % carbohydrate. Total bacterial count was < 30 CFU/g. Yeast, mold and pathogenic microorganism were not found. Consumer test with 100 paticipants indicated that 97 % accepted sergestid sauce. Shelflife study of the product with and without 0.1 % sodium benzoate at ambient and 55 °C temperature showed that all samples could be kept for longer than 12 weeks.

Suttinee Tantipanyathap
Student's signature

Nongnuch Raksakulthai 23, May, 2008
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.นงนุช รักสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.จุฑา มุกดาสนิท อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาดูแลให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร ประธานการสอบ และดร.พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล ผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และกรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์เปรมวดี เทพวงศ์ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับข้อสงสัยในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบคุณคณาจารย์ในภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ข้าพเจ้าจนสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโทและตรีภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่านที่มีน้ำใจ และคอยให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านมาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณอภิรัต ลิมป์ธนกุลชัย คุณชัชนนท์ อนันตโสภาจิตร์ คุณปฏิยุทธ ขวัญอ่อน ตลอดจนผู้ชิมและเพื่อน ๆ ทุกท่านที่มิได้ระบุนาม ณ ที่นี้

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสัมพันธ์ คุณแม่สมจิตต์ และน้องชาย ที่มอบความรักกำลังใจ และความปรารถนาดีแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

สุทธินี ตันติปัญญาเทพ

เมษายน 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	16
อุปกรณ์	16
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	27
สรุปและข้อเสนอแนะ	63
สรุป	63
ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	66
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก แบบทดสอบ	72
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยา	77
ภาคผนวก ค ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติและตารางแสดงผลการทดลอง	87
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	100

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สูตรต้นแบบการผลิตซอสเคย	22
2	องค์ประกอบทางเคมีของเคยสด	27
3	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสซอสหอยนางรมจากท้องตลาด จำนวน 5 ยี่ห้อ	29
4	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเคยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน บ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาต่างกัน	31
5	ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในน้ำเคยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน บ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาต่างกัน	33
6	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสเคย	34
7	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just-About Right Scale ของซอสเคย	35
8	การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสเคย	36
9	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just-About Right Scale เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานซอสเคย	37
10	องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซอสเคย	39
11	คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ซอสเคย	40
12	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบซอสเคย	41
13	คะแนนเฉลี่ยระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	43
14	ทัศนคติของผู้บริโภคด้านการยอมรับในตัวของผลิตภัณฑ์ ลักษณะของบรรจุ-ภัณฑ์ และราคาของผลิตภัณฑ์ซอสเคย	44
15	ราคาต้นทุนของวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตซอสเคย	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสซอสหอยนางรมจากท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ	88
ค2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในน้ำเคยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลนบ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาต่างกัน	89
ค3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานซอสเคย	90
ค4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสเคย โดยกำหนดระดับปริมาณเกลือเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 3, ร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ของปริมาณซอสเคยที่ผลิต	91
ค5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสเคย ในช่วงเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	92
ค6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของซอสเคยในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	95
ค7	ค่าความหนืด และค่าสีเฉลี่ยของซอสเคย ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	97
ค8	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะ-การทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	99

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเตรียมน้ำเคยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์	21
2	ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ซอสเคย	23
3	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	48
4	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	49
5	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	49
6	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	50
7	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	50
8	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	51
9	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	53
10	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านสีของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	54
11	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	54
12	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	55
13	ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	57
14	ค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	58
16	ค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	58
17	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) ของซอสเคยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส	60

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

PRODUCT DEVELOPMENT OF SERGESTID SHRIMP SAUCE

คำนำ

เคยเป็นสัตว์น้ำเค็มชนิดหนึ่ง จัดเป็น planktonic และ semi planktonic crustacean มีรูปร่างเช่นเดียวกับกุ้ง แต่มีขนาดเล็กกว่า เคยเป็นสัตว์เศรษฐกิจซึ่งให้คุณค่าทางโภชนาการสูง มีประโยชน์ต่อร่างกาย ปริมาณการจับเคยของประเทศไทย ในปี 2546 มีปริมาณ 4,933 ตัน คิดเป็นมูลค่า 76.7 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2543, 2544 และ 2545 ซึ่งมีปริมาณ 3,757, 4,007 และ 4,613 ตัน ซึ่งมีมูลค่า 48.3, 57.7 และ 56.3 ล้านบาท ตามลำดับ ส่วนปี 2547 มีการจับเพิ่มขึ้นเป็น 5,734 ตัน แต่มูลค่าของเคยลดลงจากปี 2546 คือ 71.7 ล้านบาท และในปี 2548 มีปริมาณ 9,900 ตัน คิดเป็นมูลค่า 142.7 ล้านบาท (กรมประมง, 2551)

สัตว์น้ำประเภทเคยจะสูญเสียความสดอย่างรวดเร็วหลังจากการจับ เนื่องจากการเกิด autolysis รวมทั้งผลผลิตเคยขึ้นกับฤดูกาล ในบางครั้งปริมาณที่จับได้มีมากเกินกำลังการแปรรูปในท้องถิ่น ทำให้ราคาวัตถุดิบตกต่ำ ประกอบกับมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพียงไม่กี่ชนิด หากมีการทดลองนำเคยมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่เช่นซอสเคย โดยที่ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อาจเป็นทางเลือกใหม่ของผลิตภัณฑ์ประเภทซอส และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเคย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากเคย โดยนำมาผลิตเป็นซอสเคย ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำเคยสกัดโดยใช้เอนไซม์เพื่อย่อยโปรตีน จากนั้นนำมาปรุงแต่งสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เพื่อผลิตเป็นซอสเคย นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบ และนำไปตรวจสอบคุณภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และจุลชีววิทยา เปรียบเทียบกับซอสหอยนางรมที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด และเปรียบเทียบกับมาตรฐานซอสหอยนางรม รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพขณะเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

ผู้วิจัยคาดว่าผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการในครั้งนี้ จะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตซอสจากวัตถุดิบชนิดอื่น และเป็นการนำเคยมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณเอนไซม์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำเคยสกัดด้วยเอนไซม์บรอมิเลน

2. พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสเคย

3. ศึกษาผลการเติมวัตถุกันเสียและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพขณะเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

การตรวจเอกสาร

เคย

เคยเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง มีประโยชน์ต่อร่างกายของมนุษย์ เคยเป็นสัตว์น้ำเค็มในกลุ่มครัสเตเชียน มีขนาดเล็ก รูปร่างลักษณะคล้ายกุ้ง แต่ตัวเล็กกว่า และไม่มีกรีที่บริเวณหัวเหมือนกุ้ง ขนาดยาว 1 - 2 เซนติเมตร ตัวสีขาว ตาสีดำ มีเปลือกบางและนิ่ม ชอบหากินเป็นฝูงใกล้กับชายฝั่ง ห่างจากชายฝั่งไม่เกิน 2 กิโลเมตร นับจากแนวขอบน้ำ เป็นสัตว์ที่ชอบลอยตัวขึ้นมาบนผิวน้ำเหมือนกับฝูงปลาทูหรือปลาหัวอ่อน สามารถมองเห็นฝูงเคยได้แต่ไกล ในบางขณะจะคลานไปตามหน้าดินเป็นฝูง ๆ มองเห็นได้ชัดเจนจากเรือ (เติมศักดิ์, 2523)

ปริมาณการจับเคยของประเทศไทย ในปี 2546 มีปริมาณ 4,933 ตัน คิดเป็นมูลค่า 76.7 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2543, 2544 และ 2545 ซึ่งมีปริมาณ 3,757, 4,007 และ 4,613 ตัน ซึ่งมีมูลค่า 48.3, 57.7 และ 56.3 ล้านบาท ตามลำดับ ส่วนปี 2547 มีการจับเพิ่มขึ้นเป็น 5,734 ตัน แต่มูลค่าของเคยลดลงจากปี 2546 คือมีมูลค่าเพียง 71.7 ล้านบาท และในปี 2548 มีปริมาณ 9,900 ตัน คิดเป็นมูลค่า 142.7 ล้านบาท (กรมประมง, 2551) ในประเทศไทยผลิตภัณฑ์จากเคยมีเพียงการแปรรูปเป็นกะปิ และเคยตากแห้ง ในฟิลิปปินส์มีการแปรรูปเคยเป็นผลิตภัณฑ์หมักดองเรียกว่า bagoong alamang มีกลิ่นคล้ายกะปิ แต่จะมีลักษณะเหลวเนื่องจากไม่ผ่านกระบวน การตาก มีอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องเพียง 5-7 วัน ในประเทศญี่ปุ่นมีการนำกุ้งขนาดเล็กหรือเคยมาทำผลิตภัณฑ์ตากแห้ง เรียกว่า sakura-ebi มีทั้งชนิดที่ทำจากวัตถุดิบสด (suboshi sakura-ebi) และชนิดที่นำไปต้มก่อนตากหรืออบให้แห้ง (niboshi sakura-ebi) เมื่อเคี้ยว suboshi sakura-ebi นาน ๆ จะรับรสของกุ้งได้มากยิ่งขึ้น สำหรับ niboshi sakura-ebi จะมีเนื้อสัมผัสที่กรอบมากกว่า

เนื่องจากเคยเป็นสัตว์น้ำที่สูญเสียความสดอย่างรวดเร็วหลังจับ บางครั้งปริมาณที่จับได้มีมากเกินความสามารถการแปรรูปในท้องถิ่น ทำให้วัตถุดิบมีราคาตกต่ำ จึงน่าจะนำมาทดลองใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซอสปรุงรส โดยใช้วิธีการย่อยสลายโปรตีนเพื่อให้ได้กลิ่นรสที่ดียิ่งขึ้น

ซอสหอยนางรม

1. บทนิยาม

ซอสหอยนางรม หมายถึง เครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรสอาหารชนิดหนึ่ง มีลักษณะข้น ประกอบด้วยเนื้อหอยนางรมบด หรือน้ำสกัดหอยนางรม หรือส่วนที่ได้จากการย่อยสลายหอยนางรมด้วยกรดหรือเอนไซม์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันเป็นส่วนประกอบสำคัญ และมีส่วนประกอบอื่นรวมทั้งเครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรสผสมอยู่ด้วย บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดได้สนิท (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2538)

2. ส่วนประกอบของซอสหอยนางรม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2538) ได้กำหนดส่วนประกอบของซอสหอยนางรมเป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.1 ส่วนประกอบหลัก

2.1.1 หอยนางรมสด หรือหอยนางรมสกัด หรือหอยนางรมย่อยสลาย
2.1.2 เกลือบริโภค
2.1.3 แป้ง เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลังดัดแปร

2.2 ส่วนประกอบอื่นๆ

2.2.1 โปรตีนสกัดจากพืช
2.2.2 สารปรุงแต่งกลิ่นรส

3. อุตสาหกรรมซอสหอยนารม

ซอสหอยนางรมเป็นเครื่องปรุงรสชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมาก และมีราคาค่อนข้างแพง บริษัทผู้ผลิตในประเทศไทยบางบริษัทสั่งหัวเชื้อน้ำมันหอยจากต่างประเทศเข้ามาแล้ว

นำ มาเจือจางก่อนการบรรจุออกจำหน่าย ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของซอสหอยนางรมซึ่งส่วนใหญ่จะนำเข้าจากฮ่องกงและมาเลเซีย มีปริมาณการนำเข้าในปี พ.ศ. 2547 เท่ากับ 263,056 และ 83,574 ตัน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 15,850,324 และ 4,933,272 บาท ตามลำดับ ปัจจุบันสามารถผลิตซอสหอยนางรมได้ในประเทศ และส่วนหนึ่งยังสามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ สำหรับปริมาณโดยรวมการส่งออกซอสหอยนางรมในปี พ.ศ. 2547 เท่ากับ 3,322,619 ตัน คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 155,332,284 บาท โดยประเทศที่รับซื้อซอสหอยนางรมจากประเทศไทยมากที่สุดคือ กัมพูชา ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเท่ากับ 626,806 ตัน รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกา ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเท่ากับ 397,090 ตัน และลาว ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเท่ากับ 214,338 ตัน เป็นต้น (กรมศุลกากร, 2547)

Chen (1992) รายงานว่า การผลิตซอสหอยนางรมของประเทศไทยได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการนำเครื่องมือแบบอัตโนมัติ และทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อให้การผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะเป็นหอยนางรมสด นำมาสกัดด้วยความร้อนโดยการต้มด้วยไอน้ำแล้วนำน้ำสกัดมาผสมปรุงแต่ง ผลิตภัณฑ์ซอสผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส บรรจุขวดขณะร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในช่วงที่มีวัตถุดิบหอยนางรมมาก ทางโรงงานจะนำมาแปรรูปเป็นหอยนางรมผง เพื่อเป็นวัตถุดิบในช่วงที่ขาดแคลนหอยนางรมสด

4. วิธีการผลิตซอสหอยนางรมในประเทศไทย

4.1 วิธีของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2519) รายงานวิธีการผลิตซอสหอยนางรมไว้ดังนี้ นำเนื้อหอยนางรมมาบดให้ละเอียดแล้วผสมน้ำในอัตราส่วน 1:10 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส นาน 2-5 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง ส่วนที่กรองได้นี้เรียกว่า น้ำหอยนางรมสกัดนำน้ำหอยนางรมสกัดใส่ภาชนะที่เหมาะสมตั้งไฟให้ร้อน เติมน้ำตาลทรายแล้วคนจนน้ำตาลทรายละลาย ค่อย ๆ เติมแป้งที่ละลายในน้ำเล็กน้อยและคนตลอดเวลา เพิ่มความร้อนจนแป้งสุกจึงเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป ตั้งไฟต่อไปจนเดือด เคี่ยวอีกประมาณ 15 นาที ทำให้เย็นลง เล็กน้อยก่อนเติมวัตถุกันเสีย (ใช้กรดเบนโซอิกหรือเกลือโซเดียมเบนโซเอต) ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.1 ของซอสหอยที่ผลิตได้ นำมาบรรจุในขวดที่สะอาดปิดฝาให้สนิท ถ้าต้องการให้มีสีเข้มขึ้น

ควรเติมสีจากน้ำตาลเคี่ยวไหม้ (caramel) เล็กน้อย หรืออาจเพิ่มปริมาณของแป้งเพื่อให้ข้นขึ้นตามต้องการ ส่วนผสมในการผลิตมีดังนี้

หอยนางรมสกัด	13.00 %
ซีอิ๊วขาว	67.00 %
น้ำตาลทราย	9.00 %
แป้งมันหรือแป้งข้าวโพด	3.60 %
เกลือ	3.00 %
โซเดียมซักซิเนต	1.03 %
กรดซักซินิก	0.31 %
ผงชูรส (โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.70 %
พริกไทย	0.06 %

4.2 วิธีของสมาน (2532)

สมาน (2532) รายงานถึงวิธีการผลิตซอสหอยนางรมในอุตสาหกรรมไว้ดังนี้ ต้มหอยนางรมที่บดละเอียดผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 จนเดือดต้มต่ออีก 30 นาที แล้วลดอุณหภูมิให้เหลือ 80 องศาเซลเซียส ต้มต่อไปอีกนาน 3 ชั่วโมง นำมาบดซ้ำอีกครั้งแล้วกรองได้หอยนางรมสกัด นำหอยนางรมสกัดมาปรับความเป็นกรดด่างด้วยน้ำส้มสายชูก่อนผสมส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ซอสปรุงรส น้ำตาลทราย เกลือ ผงชูรส และแป้งข้าวโพดดัดแปร (Modified corn starch)

4.3 วิธีการของสิติมา และ จิราพรรณ (2528)

สิติมา และ จิราพรรณ (2528) ซึ่งทดลองผลิตซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ โดยมีส่วนผสมดังนี้

หอยนางรมสกัด (หรือหอยแมลงภู่สกัด)	40.00 %
ซีอิ๊วขาว	40.00 %
น้ำตาลทราย	9.00 %
แป้งข้าวโพด	3.60 %

เกลือ	3.00 %
โซเดียมซักซิเนต	1.03 %
กรดซักซินิก	0.31 %
ผงชูรส (โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.70 %
พริกไทย	0.06 %

วิธีการเตรียมน้ำหอยนางรมสกัด (หรือหอยแมลงภู่สกัด) มีวิธีการดังนี้ นำเนื้อหอย 100 กรัม ล้างน้ำให้สะอาดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เติมกรดเกลือความเข้มข้น 6 N ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปวางในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 โดยใช้แรงดูด ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้เท่ากับ 7 โดยใช้สาร- ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 N

จากนั้นนำน้ำหอยนางรมสกัด (หรือหอยแมลงภู่สกัด) ใส่ภาชนะที่เหมาะสม เติมซีอิ๊วขาว ตั้งไฟให้ร้อน แล้วเติมน้ำตาลทราย คนจนละลายหมด ค่อย ๆ เติมแป้งที่ละลายในน้ำเล็กน้อยและคนตลอดเวลา เพิ่มความร้อนจนแป้งสุก แล้วเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป ตั้งไฟจนกระทั่งเดือด เคี่ยวต่อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที (หรือให้ได้ปริมาณ total soluble solid 44°Brix) จากนั้นเติมโซเดียมเบนโซเอตร้อยละ 0.1 ของผลิตภัณฑ์ที่ได้

4.4 วิธีการของปราณิศา (2533)

ปราณิศา (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดเกลือและเอนไซม์บรอมิเลนในการผลิตซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ รวมทั้งศึกษาคุณภาพของซอสที่ผลิตได้ พบว่าซอสที่ผลิตจากหอยนางรม ที่สกัดด้วยกรดเกลือเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา นาน 2 ชั่วโมง และซอสที่ผลิตจากหอยแมลงภู่ที่สกัดด้วยกรดเกลือเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ได้รับคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ไม่แตกต่างกัน และได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่า รวมทั้งมีประมาณโปรตีนสูงกว่าซอสหอยนางรม

ที่จำหน่ายในท้องตลาด สำหรับซอสหอยนางรมและหอยแมลงภู่ที่ผลิตได้จากการใช้เอนไซม์ร้อยละ 0.30 หมัก 20 วัน ได้รับคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น และรสชาติ รวมทั้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าซอสหอยนางรมที่ผลิตได้จากการใช้กรด เมื่อนำมาทดลองปรุงอาหาร และทดสอบการยอมรับจากผู้ทดสอบ พบว่าได้รับคะแนนไม่แตกต่างกัน แต่การยอมรับของซอสทั้งสองสูงกว่าซอสหอยนางรมที่จำหน่ายในท้องตลาด และได้สรุปว่าสามารถใช้หอยแมลงภู่เป็นวัตถุดิบแทนหอย-นางรมเพราะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพการยอมรับไม่แตกต่างกัน โดยมีข้อที่ได้เปรียบคือวัตถุดิบมีราคาถูกกว่า ส่วนการศึกษาอายุการเก็บของซอสหอยที่ผลิตได้จากการทดลองปรากฏว่าสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องในขวดแก้วฝาเกลียวได้นาน 12 สัปดาห์ โดยไม่มีการเจริญของเชื้อรา อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการใช้หอยแมลงภู่เป็นวัตถุดิบในการผลิตซอสหอยแทนหอยนางรมนั้นยังไม่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

การย่อยสลายโปรตีน

การย่อยสลายโปรตีน (Protein Hydrolysis) แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. การย่อยสลายด้วยสารเคมี

แบ่งย่อยออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 การไฮโดรไลซ์ด้วยกรด ในการทำซอสปรุงรสจัดเป็นการไฮโดรไลซ์โปรตีนบางส่วน (partial hydrolysis) เท่านั้น ของเหลวที่ได้หลังการย่อยวัตถุดิบด้วยกรดจะมีรสเปรี้ยว ไม่สามารถบริโภคได้ในทันที จะต้องนำมาปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง 5.0-6.2 กรดจะถูกกำจัดออกไปในรูปของเกลือและน้ำ ปัญหาของการใช้กรดในการย่อยสลาย ได้แก่ สีของซอสปรุงรส จะเป็นผลจากปฏิกิริยาทางเคมีโดยการเกิดสีน้ำตาลซึ่งไม่ใช่ปฏิกิริยาของเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) ประกอบด้วยปฏิกิริยา 2 แบบที่มีกลไกต่างกัน คือปฏิกิริยาการเกิดน้ำตาลไหม้ (caramelization) เป็นผลจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงแก่พวกน้ำตาล ทำให้โมเลกุลสูญเสียน้ำแล้วรวมตัวเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดของโมเลกุลขึ้นกับสภาวะในการใช้ความร้อน เช่น อุณหภูมิ เวลา และ pH และการเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ในระหว่างกระบวนการ โดยเกิดจากการรวมกันของสารประกอบคาร์บอนิลกับสารประกอบกลุ่มเอมีน เช่น

โปรตีน กรดอะมิโน ฯลฯ จะเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับน้ำตาล หรืออนุพันธ์ของน้ำตาล เช่น การรวมกันของกรดอะมิโนทริปโตเฟน (Tryptophan) กับคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในวัตถุดิบ ทำให้เกิดตะกอนสีดำ (black humin) ในระหว่างการย่อยสลาย นอกจากนี้การย่อยสลายด้วยกรดอาจทำลายกรดอะมิโนบางชนิด ได้แก่ ทริปโตเฟน และซีสเตอีน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโปรตีน อุณหภูมิ ระยะเวลา และความเข้มข้นของโปรตีนในการย่อย (Roxas and Konrad, 1959)

1.2 การไฮโดรไลซ์ด้วยด่าง การไฮโดรไลซ์โปรตีนโดยใช้ด่าง มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1938 แต่เนื่องจากการไฮโดรไลซ์ด้วยด่างจะทำลายกรดอะมิโนบางชนิด คือ อาร์จินีน ซีรีน ทรีโอนีน ซีสตีน และซีสเตอีน จึงมีการใช้อยู่ในวงจำกัด และมีกฎเกณฑ์เฉพาะ ปัจจุบันด่างที่ใช้ไฮโดรไลซ์โปรตีน คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือแบเรียมไฮดรอกไซด์ ($Ba(OH)_2$) พบว่า การไฮโดรไลซ์โปรตีนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 โมลาร์ ให้อัตราการย่อยสลายได้ดีและเร็วมากกว่าแบเรียมไฮดรอกไซด์ 0.2 โมลาร์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.2 โมลาร์ แม้จะพบว่า ทริปโตเฟนสลายตัวน้อย แต่มีโอกาสที่กรดอะมิโนบางชนิดจะเปลี่ยนโครงรูปจาก L-form ไปเป็น D-form ซึ่งร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Peterson, 1974)

2. ไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์

การไฮโดรไลซ์โปรตีนด้วยเอนไซม์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จะให้ปริมาณเปปไทด์สูงสุด เนื่องจากเอนไซม์มีความจำเพาะต่อสารตั้งต้น ความเป็นกรด-ด่าง ความคงทนต่อความร้อน และมีความจำเพาะต่อตัวกระตุ้นและตัวยับยั้ง จึงสามารถเลือกใช้ชนิดของเอนไซม์ได้ตามความเหมาะสม การไฮโดรไลซ์ด้วยวิธีนี้จะมีผลดีกว่าการใช้กรดหรือด่าง เนื่องจากเอนไซม์จะเข้าทำปฏิกิริยาบริเวณพันธะเปปไทด์ที่มีกรดอะมิโนแต่ละชนิดจับกัน โดยไม่ทำลายกรดอะมิโน และไม่พบเกลือปริมาณมากที่เกิดจากการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เป็นกลาง หลังจากการทำปฏิกิริยา แต่อาจจะมีข้อเสีย คือ โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ได้อาจมีรสขม ไม่เป็นที่ยอมรับ (Light and Smith, 1963; Brody, 1965) Hall and Ahmad (1992) รายงานว่า รสขมที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์โปรตีนไฮโดรไลเสทนั้น เกิดจากกรดอะมิโนที่ไม่ชอบน้ำ เช่น ไอโซลิวซีน ลิวซีน ฟีนิลอะลานีน ทริปโตเฟนและวาลีน เป็นต้น กรดอะมิโนเมื่ออยู่รวมกันเป็นเปปไทด์จะให้รสขมมากกว่าเมื่อกรดอะมิโนอยู่อิสระ ความยาวของเปปไทด์มีความสำคัญต่อการเกิดรสขม และรสขมจะลดลงเมื่อมีจำนวนหมู่ที่ไม่ชอบน้ำน้อยกว่า 3 หมู่ในสายเปปไทด์ นอกจากนี้รสขมที่เกิดขึ้นยังมีความสัมพันธ์

กับค่าความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ของสายเปปไทด์ ถ้าสายเปปไทด์ใดมีค่าความไม่ชอบน้ำมากกว่า 5.85 กิโลจูลต่อโมล จะให้รสขม แต่ถ้าสายเปปไทด์ใดมีค่าความไม่ชอบน้ำน้อยกว่า 5.43 กิโลจูลต่อโมล จะไม่ก่อให้เกิดรสขม ความเข้มข้นของรสขมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนในสายเปปไทด์และชนิดของเอนไซม์โปรตีเอสที่ใช้ (Damodaran, 1996) อย่างไรก็ตาม รสขมที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์โปรตีนไฮโดรไลเสทอาจแก้ปัญหาได้โดยการบดบังรสขมในผลิตภัณฑ์ เช่น การเติมน้ำตาลซูโครส (Mahesh *et al*., 1993) หรือโดยการกำจัดรสขมที่เกิดขึ้น เช่น การใช้เอนไซม์โปรตีเอสร่วมกับเอนไซม์เอนโดเพปทิเดสในการย่อยสลายโปรตีน (Kristinsson and Rasco, 2000)

เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายพันธะเปปไทด์ของสารประกอบโปรตีน เรียกว่า โปรติโอไลติกเอนไซม์ (Proteolytic enzyme) หรือโปรติเนส (Proteinase) ทำให้ได้เปปไทด์สายสั้น ๆ การย่อยสลายพันธะเปปไทด์จากปลายสายโปรตีนจะได้กรดอะมิโน (Bailey, 1967) เอนไซม์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่ ได้แก่ เปปซิน (Pepsin) ทริปซิน (Trypsin) บรอมิเลน (Bromelain) ปาเปน (Papain) แอลคาเลส (Alcalase) นิวเทรส (Neutrase) เป็นต้น แหล่งของเอนไซม์โปรตีเอสที่สำคัญในอดีต คือ พืชและสัตว์ เช่น เอนไซม์เรนนิน ซึ่งสกัดได้จากกระเพาะของลูกวัว ปาเปน บรอมิเลน และฟิซิน เป็นเอนไซม์ที่สกัดจากพืช ไคโมทริปซิน-เอ ได้จากตับอ่อนของหมู

ปัจจุบันมีการสกัดเอนไซม์โปรตีเอสจากจุลินทรีย์มาใช้ทดแทนเอนไซม์จากแหล่งอื่น เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำ (Loffler, 1986) เอนไซม์แต่ละชนิดส่วนใหญ่มีความคงตัวที่อุณหภูมิประมาณ 30 - 40 องศาเซลเซียส (Bailley, 1967)

สำหรับกระบวนการในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทโดยใช้เอนไซม์ ภายหลังจากการไฮโดรไลซ์โปรตีนด้วยเอนไซม์ หรือการย่อยสลายโปรตีน ณ ระดับการย่อยสลายที่ต้องการแล้ว จำเป็นที่จะต้องยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เพื่อไม่ให้เกิดการย่อยสลายของโปรตีนต่อไปอีก ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และการให้ความร้อน (Kristinsson and Rasco, 2000) สำหรับการควบคุมกรด-ด่างนั้น ทำได้โดยการควบคุมให้อยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ (Shahidi *et al*., 1995) ส่วนการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยการให้ความร้อนนั้น ส่วนใหญ่จะกระทำที่อุณหภูมิ 75 - 100 องศาเซลเซียส นาน 5 - 30 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการต้านทานความร้อนของเอนไซม์แต่ละชนิด แต่การยับยั้งการทำงานของ

เอนไซม์ด้วยความร้อนนี้อาจมีผลทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติและตกตะกอน (Kristinsson and Rasco, 2000) หรืออาจยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยการให้ความร้อนร่วมกับการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง (Onodenalore and Shahidi, 1996)

ปัจจุบันมีการนำเอนไซม์โปรตีเอสมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ อุตสาหกรรมเนยแข็ง เบียร์ ธัญพืช สารปรุงแต่งกลิ่นรส และได้ใช้ประโยชน์เอนไซม์โปรตีเอสในเชิงอุตสาหกรรมอาหารที่เกี่ยวกับการทำโปรตีนไฮโดรไลเสท เช่น การผลิตน้ำซอสปรุงรส น้ำปลา และน้ำซุป เป็นต้น (ปราณี, 2535)

พัชรี (2536) ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารจากหัวกุ้งกุลาดำ โดยศึกษาด้วยวิธีการต่างกัน คือ การสกัดโดยใช้น้ำ สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก การใช้เอนไซม์ชนิดต่าง ๆ เช่น บรอมิเลน ปาเปน และเอนไซม์นิวเทรส และใช้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ละลายได้ ฟอร์มัลดีไฮด์ไนโตรเจน ปริมาณของแข็ง และการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นดัชนี ผลที่ได้รับพบว่าสารปรุงแต่งกลิ่นรสที่สกัดโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลนจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการสกัดด้วยวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้เมื่อมีการวิเคราะห์กรดอะมิโนที่อยู่ในสารปรุงแต่งกลิ่นรสที่สกัดโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลน และสกัดด้วยน้ำ พบว่า กรดอะมิโนอลานีน ไกลซีน และอาร์จินีน จากสารปรุงแต่งกลิ่นรสที่สกัดโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลน จะมีปริมาณสูงกว่าวิธีการสกัดด้วยน้ำ และกรดอะมิโนที่พบในปริมาณสูงในสารปรุงแต่งกลิ่นรสทั้งสองชนิด คือ กลูตามีน ไกลซีน และอลานีน

จากรายงานของ Gildberg (1993) พบว่า โปรตีนสกัดโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลนนั้น มีแนวโน้มให้กลิ่นรสที่ดีกว่าเอนไซม์ชนิดอื่น ๆ ประกอบกับเป็นเอนไซม์ที่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเอนไซม์ชนิดนี้มาใช้ในการทดลอง

เอนไซม์บรอมิเลน

1. โครงสร้างของเอนไซม์บรอมิเลน

เอนไซม์บรอมิเลนมีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า บรอมิเลน หรือ stem bromelain และมีชื่อสมบูรณ์ (complete name) ว่า *Ananas comosus* (L.) Merr.var. cayenne, stem bromelain มีรหัสของ Enzyme Commission ตามชื่อหลังคือ Bromelain (EC 3.4.4.24)

เอนไซม์บรอมิเลน เป็นเอนไซม์ที่ได้จากพืช มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยโมเลกุลของสารประเภทโปรตีน อยู่ในกลุ่มซัลไฟดริลโปรตีเอส และเป็นเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์ (intracellular enzyme) สามารถพบได้ในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของพืชวงศ์ Bromeliacea คือ สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เอนไซม์นี้มีลักษณะเป็นไกลโคโปรตีน (glycoprotein) นอกจากเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยโปรตีน และเปปไทด์แล้ว ยังสามารถเร่งการย่อยสารพวกอะหมีด (amide) และเอสเทอร์ (ester) ของกรดอะมิโนและเปปไทด์ได้ด้วย (โชคชัย, 2538)

เอนไซม์บรอมิเลนจากลำต้นสับปะรดจัดเป็นโปรตีนพวกที่มีคุณสมบัติเป็นเบส สามารถละลายน้ำได้ ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ และอะซีโตน มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 33,000 ดาลตัน และพบว่าสามารถทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส โดยช่วง อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานคือ 50 - 60 องศาเซลเซียส และช่วงความเป็นกรด-ด่างที่มีความเหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์คือ 5.0 - 8.0 โดยมีความคงตัวในช่วงความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.0 - 5.5 เมื่อความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 2.5 เอนไซม์จะไม่คงตัว

2. การเตรียมบรอมิเลน

กระบวนการเตรียมเอนไซม์บรอมิเลนในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้ นำต้นสับปะรดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวขั้นสุดท้ายมาคั้นเอาน้ำออกแล้วกรอง เติมอะซีโตน 2 เท่าของน้ำที่ได้จากการคั้น ทิ้งส่วนที่ตกตะกอนไป นำส่วนของเหลวมาเติมอะซีโตนอีก 1 เท่า ตะกอนที่ได้ตอนนี้คือ เอนไซม์

บรอมิเลนซึ่งจะนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยง เพื่อทำให้แห้ง (ทนงค์, 2522) ประเสริฐ (2508) ทดลองผลิตเอนไซม์บรอมิเลนโดยนำผลสับปะรดมาปั่นด้วยเครื่องปั่นแล้วแยกส่วนที่เป็นของเหลวออกโดยการกรอง นำของเหลวที่กรองได้มาเติมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้ตกตะกอน กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ตะกอนที่ได้ทำให้แห้งด้วยการตากแดดกลางแจ้งเป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะได้ผลึกของแข็งสีน้ำตาลปนเทาของเอนไซม์บรอมิเลน นำไปบดก่อนใช้

3. การนำเอนไซม์บรอมิเลนมาใช้ประโยชน์

บรอมิเลนเป็นเอนไซม์ที่ผลิตได้ง่ายและนิยมใช้กันมากในทางอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การทำให้เนื้อนุ่ม เร่งการตกตะกอนในการทำเนยแข็ง เร่งกระบวนการหมักน้ำปลา ซีอิ๊ว ใช้ย่อยโปรตีนจากพืช ใช้ในการทำไวน์ให้ใส และใช้ในการผลิตเบียร์ เพื่อป้องกันการขุ่นจากตะกอนของโปรตีน ในอุตสาหกรรมขนมปังใช้บรอมิเลนเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและเพิ่มปริมาตรของขนมปัง และยังมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง อุตสาหกรรมสี ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตยาช่วยย่อยอาหาร ยาถ่ายพยาธิ ยาแก้อักเสบในทางเดินอาหาร รักษาอาการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อที่บอบบาง อาการปวดแสบปวดร้อน ข้ออักเสบ รักษาการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ และใช้ในอุตสาหกรรมผงชักฟอก เป็นต้น (Godfrey, 1985)

Poosaran (1986) ได้ทดลองทำน้ำปลาโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลน 2 มิลลิลิตร เติมในอัตราส่วนปลา 100 กรัมต่อเกลือ 66 กรัม ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 35 วัน ผลปรากฏว่าเอนไซม์ย่อยโปรตีนในปลาได้สูงสุดถึงร้อยละ 21.76 ส่วนตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเอนไซม์จะมีการย่อยสูงสุดเพียงร้อยละ 13.42

Beddows and Ardeshir (1979) ได้ทดลองสกัดโปรตีนจากปลาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมน้ำปลาโดยใช้เอนไซม์บรอมิเลนร้อยละ 0.8 เปรียบเทียบกับปาเปนร้อยละ 2.75 และฟิซินร้อยละ 2.5 บ่มที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 วัน ผลการทดลอง พบว่า บรอมิเลนสามารถย่อยโปรตีนได้ถึงร้อยละ 65 ส่วนปาเปนและฟิซินย่อยโปรตีนได้ปริมาณต่ำ

บังอร และคณะ (2524) ได้ทดลองใช้สับปะรดที่มีเอนไซม์บรอมิเลนผสมในการหมักน้ำปลาจากปลาสร้อย ผลสรุปว่าน้ำปลาที่ใส่สับปะรดมีคุณภาพดีกว่าน้ำปลาที่ไม่ได้ใส่สับปะรด

กล่าวคือ มีปริมาณกรดอะมิโนไนโตรเจนสูงว่าน้ำปลาที่ไม่ได้ใส่สับปะรด และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสก็มีค่าสูงกว่า

ปราณิศา และ นงนุช (2534) ได้ทดลองใช้เอนไซม์ปาเปนและบรอมิเลนในการทำซอสหอยนางรม จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า เนื้อหอยนางรมที่ย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลนร้อยละ 0.3 และเอนไซม์ปาเปนร้อยละ 0.7 จะให้ปริมาณไนโตรเจนที่ละลายได้ในน้ำหอยสกัดสูงสุด เมื่อนำน้ำหอยสกัดมาผลิตซอสหอยนางรม พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของซอสหอยที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน แต่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าตัวอย่างซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

วรรณบดี (2549) ได้ทดลองใช้เอนไซม์บรอมิเลนในการทำซอสหอยแครง ผลปรากฏว่า วิธีการสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ระยะเวลานาน 8 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำหอยสกัด เนื่องจากให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด และพบว่าซอสหอยแครงที่ทำขึ้นมีองค์ประกอบทางเคมีรวมถึงคะแนนการยอมรับใกล้เคียงกับซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 เคย นำมาจากจังหวัดสมุทรสาคร โดยนำเคยสดที่จับได้ใหม่ๆบรรจุในถุงพลาสติก ถุงละประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ในกล่องโฟมแล้วใส่น้ำแข็งทับวางสลับทีละชั้น ขนส่งมายังภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง ใช้ระยะเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมงครึ่ง เมื่อมาถึงภาควิชานำมาเก็บแช่แข็งในตู้ -20 องศาเซลเซียส ทันที

1.2 เอนไซม์บรอมิเลน มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ เท่ากับ 864 CDU จากบริษัท เกรตฟูดส์ (ไบโอเคม) จำกัด

1.3 แป้งดัดแปร ได้แก่ แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบครอสลิงค์ รหัส FA 195 จากบริษัท สยามโมดิฟายสตาร์ช จำกัด

1.4 ซอสหอยนางรม สุ่มตัวอย่างจากท้องตลาด จำนวน 5 ยี่ห้อ

2. สารปรุงแต่งกลิ่นรส

2.1 ซอสปรุงรส ตรา ภูเขาทอง

2.2 น้ำตาลกลูโคส ตรา กลูโคลิน ของบริษัท บู๊ทส์ แมนูเฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

2.3 น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล

2.4 คาราเมล จากบริษัท วิคกี้ คอนโซลิเดท จำกัด

2.5 เกลือป่น ตรา ปรุงทิพย์

2.6 ซีอิ๊วหวาน ตรา ง่วนเชียง

2.7 ผงชูรส ตรา อายิโนะโมะโต๊ะ

2.8 กรดซิตริก บริษัท วิทยาศรม จำกัด

3. อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder model F240, ประเทศเยอรมนี

3.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Precisa model 240 A, ประเทศญี่ปุ่น

3.3 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) ยี่ห้อ Vulcan A-130, ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Metrohm model 744, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.5 เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Minolta model UV/VIS-1700 CE, ประเทศญี่ปุ่น

3.6 เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer model DV-III, ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.7 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ยี่ห้อ Buchi 323, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.8 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (Tecator Soxtec System model HT 1043), ประเทศสวีเดน

3.9 เครื่องปั่น (Blender) ยี่ห้อ Philips HR1701, ประเทศจีน

3.10 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ยี่ห้อ Hirayama, ประเทศญี่ปุ่น

3.11 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ยี่ห้อ Memmert, ประเทศเยอรมนี

3.12 เครื่องแก้วและขวดสำหรับหมักตัวอย่าง

3.13 ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

3.14 ขวดชั่ง (Weighing bottle)

4. สารเคมีที่ใช้

4.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี AOAC (2000)

4.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี AOAC (2000)

4.3 วัตถุกันเสียที่ใช้ในการทดลอง คือ เกลือเบนโซเอต (Food grade) บริษัท วิทยาศรม จำกัด

4.4 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเกลือแกง AOAC (2000)

4.5 สารเคมีสำหรับปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบทางด้านจุลชีววิทยา

5.1 จานเลี้ยงเชื้อ (Petridish)

5.2 หลอดทดลอง ตะเกียงแอลกอฮอล์ และปิเปต

5.3 ตู้บ่มเชื้อ ยี่ห้อ Memmert Model 600, ประเทศเยอรมนี

5.4 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ตามวิธีการ AOAC (2000)

5.5 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์ม (Coliform) ตามวิธีการ AOAC (2000)

5.6 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีการ AOAC (2000)

5.7 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ ซาลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ตามวิธีการ AOAC (2000)

5.8 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ตามวิธีการ AOAC (2000)

5.9 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ตามวิธีการ AOAC (2000)

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

6.1 ห้องปฏิบัติการชิมพร้อมอุปกรณ์

6.2 ใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

7. เครื่องประมวลผลข้อมูล

7.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

7.2 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

วิธีการ

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

นำเคยมาละลาย ล้างให้สะอาดแล้ว มาลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 นาที เพื่อลดกลิ่นจากตัวเคยรวมถึงปริมาณจุลินทรีย์ จากนั้นนำมาวางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำและบดให้ละเอียด เคยที่บดละเอียดแล้วจะแบ่งออก เป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต อีกส่วนหนึ่งนำไปทดลองทำน้ำเคยสกัดเพื่อเตรียมทำซอสเคยต่อไป

2. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

2.1 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

สุ่มผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ มาประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ โดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale เพื่อประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม โดยระดับการให้คะแนน คือ คะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด ถึงคะแนน 9 ชอบมากที่สุด ตามวิธีของไพโรจน์ (2535) ดำเนินการทดสอบโดยนำซอสหอยมาปรุงอาหารประเภทผักบุ้งราดน้ำมันหอย โดยเวลาที่ใช้ในการลวกผักบุ้งนาน 1 นาที และไม่ใส่เครื่องปรุงใด ๆ นอกจากน้ำมันหอย โดย 1 เสิร์ฟประกอบด้วย ผักบุ้ง 10 กรัม และน้ำมันหอย 2 กรัม จากนั้นทดสอบชิม โดยเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบทั่วไป (นิสิตปริญญาตรีและปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง) จำนวน 30 คน ทำการประเมิน

นำคะแนนของแต่ละคุณลักษณะมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด เพื่อนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสเคยต่อไป

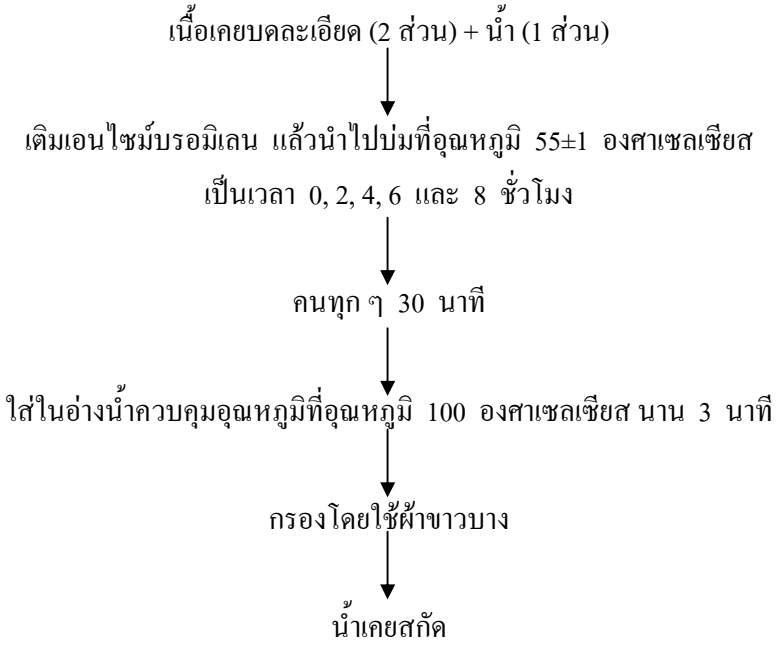
2.2 การศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

นำผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด จากผลการทดลองในหัวข้อ 2.1 มาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีของ AOAC (2000) และปริมาณอะมิโนไนโตรเจนตามวิธีของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2526) ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้น นำมาใช้กำหนดปริมาณไนโตรเจนในน้ำเคยสกัดเพื่อพัฒนาสูตรต่อไป

3. การศึกษาวิธีการเตรียมน้ำเคยสกัด

การเตรียมน้ำเคยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์

ศึกษาปริมาณเอนไซม์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีน โดยนำตัวอย่างเคยที่บดแล้วเติมน้ำในอัตราส่วน (2:1) จากนั้นผสมกับเอนไซม์บรอมิเลน โดยใช้ปริมาณเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 โดยน้ำหนักของเคย และคนให้เข้ากัน ปิดฝาภาชนะที่ใส่ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง และคนทุกๆ 30 นาที หลังจากนั้นนำมาใส่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดปฏิกิริยาเอนไซม์ นาน 3 นาที และนำมากรอง แล้วสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจน เพื่อหาระยะเวลาในการย่อยสลายโปรตีนและปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์ที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำเคยสกัด โดยจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment) 4×5 วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าความต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ขั้นตอนการเตรียมน้ำเคยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเตรียมน้ำเคยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์

นำผลจากการวิเคราะห์ มาเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แล้วคัดเลือกสภาวะการสกัดน้ำเคยสกัดที่เหมาะสมเพื่อนำมาพัฒนาสูตรการผลิตซอสเคย ในขั้นตอนต่อไป

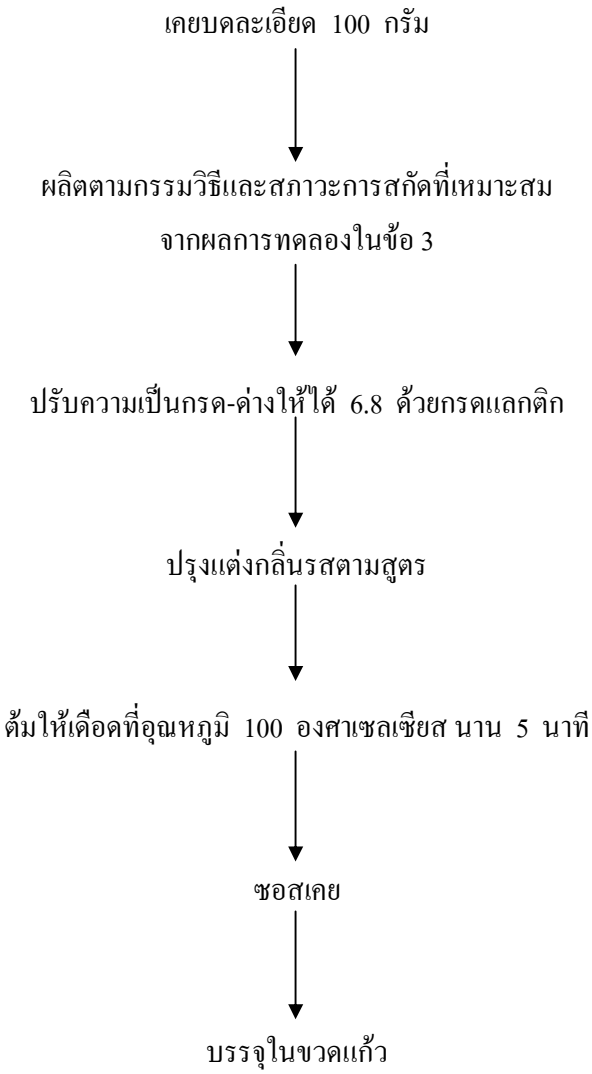
4. การเตรียมซอสเคย

4.1 เตรียมซอสเคยจากสูตรต้นแบบ (ดังแสดงในตารางที่ 1) จากน้ำเคยสกัด ที่เตรียมด้วยวิธีการสกัดและสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ตามที่คัดเลือกได้จากผลการทดลองในข้อ 3 ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ นำตัวอย่างเคยที่บดละเอียดแล้ว ปริมาณ 100 กรัม มาผลิตตามกรรมวิธีและสภาวะการสกัดที่เหมาะสม หลังจากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดแลกติกให้ได้ 6.8 แล้วนำน้ำเคยที่สกัดได้ไปปรุงแต่งกลิ่นรสตามสูตรพื้นฐาน โดยซอสเคยที่ผลิตได้จะนำมาบรรจุขณะร้อน (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส) ใส่ในขวดแก้วที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ และปิดฝาภาชนะให้สนิท ขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ซอสเคย แสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 1 สูตรต้นแบบการผลิตซอสเคย

ส่วนประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
น้ำหอยสกัด	46.05
ซอสปรุงรส	15.35
น้ำตาลกลูโคส	7.68
น้ำตาลทรายขาว	5.37
เกลือป่น	6.91
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	3.07
ผงชูรส (โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.07
ซีอิ๊วหวาน	0.38
กรดซิตริก	0.012
คาราเมล	0.05
น้ำ (ใช้ผสมแป้ง)	13.05

ที่มา: มยุรี และคณะ (2541)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตซอสเคย

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสเคย

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสชาติ ความหนืด และความชอบรวม สำหรับการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale โดยระดับการให้คะแนน คือ คะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด ถึงคะแนน 9 ชอบมากที่สุด นำตัวอย่าง 10 กรัม ใส่หลอดแก้วฝาเกลียว ปิดฝาหลอดและนำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน

2 นาที นำมาทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความหนืด สำหรับการประเมินด้านรสชาติ ดำเนินการโดยนำซอสเคยมาปรุงอาหารประเภทผักบุ้งราดซอสเคย โดยเวลาที่ใช้ในการลวกผักบุ้งนาน 1 นาที และไม่ใส่เครื่องปรุงใด ๆ นอกจากซอสเคย โดย 1 เสิร์ฟประกอบด้วยผักบุ้ง 10 กรัม และซอสเคย 2 กรัม จากนั้นทดสอบชิม โดยเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบทั่วไป (นิสิตปริญญาตรีและปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง) จำนวน 20 คน ทำการประเมิน ซึ่งได้กำหนดว่าต้องได้รับคะแนนไม่น้อยกว่า 5 คะแนนในทุก ๆ คุณลักษณะ จึงจะผ่านเกณฑ์การยอมรับ

ส่วนวิธีการทดสอบแบบ Just-About Right Scale ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสเค็ม รสหวาน และความหนืด

5. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอสเคย

นำผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ผลิตได้จากผลการทดสอบในหัวข้อ 4 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

5.1 ทางเคมี

5.1.1 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน, ไขมัน, เถ้า, ความชื้น และของแข็งทั้งหมด โดยวิธีของ AOAC (2000), คาร์โบไฮเดรต คำนวณโดยคิดจากองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ร้อยละของความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า รวมกันแล้วหักออกจาก 100 จะได้ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

5.1.2 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ตามวิธีของ AOAC (2000)

5.1.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (744 pH meter Methrohm)

5.2 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

5.2.1 ค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer model DV-III) ใช้จานหมุนเบอร์ 4 ความเร็วรอบ 10 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 นาที วิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิ-ห้อง

5.2.2 วัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer Minolta UV/VIS-1700 CE)

5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

5.3.1 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี AOAC (2000)

5.3.2 ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด โดยวิธี AOAC (2000)

5.3.3 โคลิฟอร์มโดยวิธี AOAC (2000)

5.3.4 ซาลโมเนลลา (*Salmonalla* spp.) โดยวิธี AOAC (2000)

5.3.5 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) โดยวิธี AOAC (2000)

5.3.6 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) โดยวิธี AOAC (2000)

6. การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสเคยของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ผลิตได้ มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ใช้วิธีการทดสอบแบบ Central Location Test โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 20-50 ปี เตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเช่นเดียว กับในหัวข้อที่ 2.1 และเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน สถานที่ทดสอบคือ โรงอาหารกลางมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

เปรียบเทียบคุณภาพของซอสเคยที่เติมวัตถุกันเสีย (เกลือเบนโซเอต) ปริมาณร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักของซอส และไม่เติมวัตถุกันเสีย บรรจุในขวดแก้วฝาล็อกขนาด 300 มิลลิลิตร ขณะร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และปิดฝาให้สนิท จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน โดยวิเคราะห์คุณภาพของซอสเคย ดังนี้

7.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

สุ่มตัวอย่างซอสเคยเพื่อตรวจสอบการเจริญของเชื้อรา โดยการตรวจพินิจทุก ๆ 2 วัน และหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีการของ AOAC (2000) ทำการตรวจ-สอบทุก ๆ 1 สัปดาห์ โดยจัดแผนการทดลองแบบ Split Plot โดยใช้อุณหภูมิเป็น Main Plot และใช้สภาวะการทดลองเป็น Sub Plot

7.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและทางกายภาพ

สุ่มตัวอย่างซอสเคยทุก ๆ 1 สัปดาห์ เพื่อทดสอบการยอมรับ ดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกับในหัวข้อที่ 2.1 ซึ่งจะใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ซึ่งได้กำหนดว่าต้องได้รับคะแนนไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ในทุก ๆ คุณลักษณะ จึงจะผ่านเกณฑ์การยอมรับ และวิธีการให้คะแนน (Scoring test) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน จากนั้นนำคะแนนของแต่ละคุณลักษณะมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยจัดแผนการทดลองแบบ Split Plot

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ นำมาวัดค่าความหนืด (viscosity) โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer model DV-III) ใช้จานหมุนเบอร์ 4 ใช้อัตราเร็วรอบ 10 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 นาที แล้วอ่านค่า วิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง และวัดค่า L*, a*, b* โดยจัดแผนการทดลองแบบ Split Plot

8. คำนวณต้นทุนวัตถุดิบ

การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบซอสเคย ได้แก่ คำนวณต้นทุนเคยสด และต้นทุนราคาวัตถุดิบอื่นๆ และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตซอสเคย

9. สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ดำเนินการที่ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2550 จนถึงเดือน กันยายน 2550

10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถแปรรูปเคยเป็นผลิตภัณฑ์ซอสเคย เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ
2. เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่นิยมรับประทานอาหารประเภทซอส
3. เป็นการขยายตลาดของเคยให้เป็นที่รู้จักแก่ผู้บริโภคมากขึ้น

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเคยสด (ตารางที่ 2) พบว่า เคยสดมีปริมาณโปรตีน ความชื้น ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับร้อยละ 82.73, 10.94, 1.16, 3.43, 1.74 และ 1.33 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเคย มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของกองโภชนาการ กรมอนามัย (2544) ซึ่งรายงานว่า เคยมีความชื้นร้อยละ 84.0 โปรตีนร้อยละ 12 ไขมันร้อยละ 1.0 เถ้าร้อยละ 2.0 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1.0 ฟอสฟอรัส 205 มิลลิกรัม/100 กรัม เหล็ก 3.4 มิลลิกรัม/100 กรัม วิตามินบีหนึ่ง 0.05 มิลลิกรัม/100 กรัม วิตามินบีสอง 0.14 มิลลิกรัม/100 กรัม ไนอาซีน 3.1 มิลลิกรัม/100 กรัม จากค่าที่วิเคราะห์ได้แสดงว่า เคยมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าสัตว์น้ำประเภทกุ้งชนิดอื่น ๆ เนื่องจากเคยมีขนาดเล็กนำไปบริโภคทั้งตัวการวิเคราะห์จึงเป็นการวิเคราะห์ทั้งเปลือก ส่วนในกุ้งชนิดอื่น ๆ จะวิเคราะห์เฉพาะในส่วนที่บริโภคได้คือ เนื้อกุ้งที่แกะเปลือกแล้ว แต่อย่างไรก็ตามการบริโภคเคยทั้งตัวจะทำให้ได้รับแร่ธาตุประเภทแคลเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเปลือกสัตว์น้ำประเภท Crustacean

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของเคยสด

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ร้อยละ)
ความชื้น	82.73 ±1.31
โปรตีน	10.94 ± 0.68
ไขมัน	1.16 ± 0.09
เถ้า	3.43 ± 0.17
คาร์โบไฮเดรต*	1.74 ± 1.00
เกลือโซเดียมคลอไรด์	1.33 ± 0.00

* ได้จากการหักลบ

2. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

2.1 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส จากการสุ่มผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ (แสดงดังตารางที่ 3) เพื่อคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ โดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale เพื่อประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ซึ่งใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ผลการทดสอบพบว่าทุกคุณลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และทุกคุณลักษณะได้คะแนนผ่านเกณฑ์ยอมรับที่กำหนดไว้ คือไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ผลการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ พบว่าได้รับคะแนนอยู่ในช่วง 5.95-7.10 คะแนน ด้านสีคะแนนอยู่ในช่วง 5.75-7.28 คะแนน ด้านรสชาติคะแนนอยู่ในช่วง 5.30-6.60 คะแนน และด้านความชอบรวมคะแนนอยู่ในช่วง 5.83-7.23 คะแนน ซึ่งทุกตัวอย่างพบว่ามีคะแนนใกล้เคียงกัน ยกเว้นตัวอย่างที่ 3 ที่ได้รับคะแนนต่ำกว่าทุกตัวอย่าง ($P \leq 0.05$) สำหรับด้านกลิ่นคะแนนอยู่ในช่วง 5.60-7.20 คะแนน โดยทุกตัวอย่างมีคะแนนใกล้เคียงกัน ยกเว้นตัวอย่างที่ 1 และ 5 ได้รับคะแนนต่ำกว่าทุกตัวอย่าง ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบรวม ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์หลักในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ พบว่าตัวอย่างที่ 2 มีแนวโน้มคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด ดังนั้นซอสหอยต้นแบบที่ได้รับการคัดเลือก คือ ซอสหอยตัวอย่างที่ 2 ซึ่งได้คะแนนการยอมรับรวม 7.23 ± 0.98

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสซอสหอยนางรมจากท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ

ตัวอย่างซอสหอยนางรม	คะแนนการยอมรับ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
ตัวอย่างที่ 1	6.65^{ab} ± 1.42	7.13^{b} ± 1.17	5.65^{a} ±1.42	6.50^{b} ± 1.36	7.00^{c} ± 1.03
ตัวอย่างที่ 2	7.10^{b} ± 0.97	7.20^{b} ± 1.21	6.60^{bc} ± 1.05	6.60^{b} ± 1.19	7.23^{c} ± 0.98
ตัวอย่างที่ 3	5.95^{a} ± 1.39	5.75^{a} ± 1.41	5.95^{ab} ± 1.64	5.30^{a} ± 1.72	5.83^{a} ± 1.33
ตัวอย่างที่ 4	7.00^{b} ± 1.05	6.90^{b} ± 1.17	7.20^{b} ± 1.15	6.30^{b} ± 1.13	6.80^{bc} ± 1.06
ตัวอย่างที่ 5	6.90^{b} ± 0.91	7.28^{b} ± 1.06	5.60^{a} ± 1.50	5.95^{ab} ± 1.57	6.20^{ab} ± 1.32

a, b, c ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

การศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

2.2 การศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนของผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ

นำผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด คือ ตัวอย่างที่ 2 มาศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและวิเคราะห์ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน จากผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 21.0 กรัม/ลิตร และมีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเท่ากับ 1.98 กรัม/ลิตร

3. การศึกษาวิธีการเตรียมน้ำเคยสกัด

การเตรียมน้ำเคยสกัดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์

การศึกษาปริมาณเอนไซม์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการย่อยสลายโปรตีน โดยนำน้ำเคยที่สกัดได้จากการเตรียมในขั้นการทดลองหัวข้อ 3 มาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และวิเคราะห์ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน แสดงดังตารางที่ 4

ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเคยสกัดด้วยเอนไซม์บรอมิเลน ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.50 และ 0.75 โดยน้ำหนักของเคย บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์กับระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายโปรตีน มีอิทธิพลร่วมต่อกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาปัจจัยแต่ละปัจจัยพบว่า ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษามีผลต่อการย่อยสลายของโปรตีน ($P \leq 0.05$) โดยที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.75 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 20.8 กรัม/ลิตร และเมื่อเพิ่มระยะเวลาสกัดด้วยเอนไซม์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดกลับมีปริมาณน้อยลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ปฏิกิริยาที่ถูกเร่งด้วยเอนไซม์มักพบว่า ในระยะแรก ๆ จะได้กราฟที่เป็นเส้นตรง แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่ในระยะหลังการเพิ่มขึ้นของปริมาณของผลผลิตจะค่อย ๆ ช้าลงและคงที่ในที่สุด (ชิษณุสรร, 2530) และอาจเนื่องจากการเกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แบบแข่งขัน (competition inhibition) กล่าวคือ ในช่วงต้นของการย่อยสลายเอนไซม์จะเข้าจับกับโปรตีนอย่างรวดเร็ว เกิดการย่อยสลายจนทำให้เกิดเปปไทด์ขึ้น จากนั้นเมื่อเวลาการย่อยสลายมากขึ้นจะเกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แบบแข่งขัน ระหว่างเปปไทด์ที่เกิดขึ้นจะแข่งขันกับโปรตีนในการจับกับเอนไซม์ จึงทำให้ความเร็วการเกิดปฏิกิริยาที่เปลี่ยนโปรตีนกลายเป็นเปปไทด์เริ่มคงที่ (Adler-Nissen, 1986)

ตารางที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเคยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน ที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 และระยะเวลาย่อย 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

ความเข้มข้นเอนไซม์ (%)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร) (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)				
	ระยะเวลาในการย่อย (ชั่วโมง)				
	0	2	4	6	8
0	14.30^{Aa} ± 0.31	15.00^{Cc} ± 0.2	14.60^{Ba} ± 0.21	15.30^{Da} ± 0.11	15.52^{Ee} ± 0.10
0.25	15.40^{Ab} ± 0.13	16.21^{Bc} ± 0.22	17.01^{Cb} ± 0.20	18.29^{Eb} ± 0.0	17.39^{Dd} ± 0.1
0.5	15.80^{Ac} ± 0.2	16.10^{Bb} ± 0.0	18.80^{Ec} ± 0.7	17.81^{Dc} ± 0.2	17.71^{Cc} ± 0.5
0.75	16.50^{Ad} ± 0.3	17.11^{Cd} ± 0.2	20.81^{Ed} ± 0.1	16.90^{Bd} ± 0.4	17.50^{Db} ± 0.1

a, b, c… ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

A, B, C… ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาย่อยสลายด้วยเอนไซม์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเคยสกัด มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการย่อยสลายเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดสูงสุดหลังจากนั้นค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะเริ่มลดลงเช่นกัน จากการทดลองสังเกตได้ว่า ที่ระดับความเข้มข้นเอนไซม์เป็นร้อยละ 0.75 ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 20.8 กรัม/ลิตร แต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นพบว่าปริมาณไนโตรเจนกลับลดลงคือ ที่ระยะเวลา 6 และ 8 ชั่วโมง เท่ากับ 16.9 และ 17.5 กรัม/ลิตร ตามลำดับ อาจเนื่องจากเกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แบบแข่งขันระหว่างเปปไทด์กับโปรตีนดังที่ได้กล่าวในข้างต้น ทำให้มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นิธิยา

(2545) ซึ่งกล่าวว่า เอนไซม์ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อเปลี่ยนสับสเตรทให้เป็นโปรดักต์ โดยเอนไซม์จะรวมตัวกับสับสเตรทเป็นสารประกอบเชิงซ้อนก่อน แล้วจึงเปลี่ยนสับสเตรทให้เป็นโปรดักต์ โดยที่โมเลกุลของเอนไซม์ไม่ได้เปลี่ยนแปลง ดังนั้นเมื่อปฏิกิริยาเกิดการยับยั้งแบบแข่งขันจะเห็นได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนลดลง และเพิ่มขึ้นในช่วงท้าย เนื่องจากปฏิกิริยาประเภทนี้สามารถผันกลับได้

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณของอะมิโนไนโตรเจน ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงไนโตรเจนจากกรดอะมิโน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2526) ค่าดังกล่าวสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้รสชาติ และกลิ่นรสของซอสเคย เพราะรสชาติที่เกิดขึ้นมาจากสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่ละลายน้ำได้ โดยเฉพาะกรดอะมิโน (Konosu and Yamaguchi, 1982) ผลของการศึกษาปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในน้ำเคยสกัดซึ่งผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน ที่สภาวะการทดลองเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า ระดับความเข้มข้นกับระยะเวลาที่ใช้การย่อยสลายไม่มีอิทธิพลร่วมกัน และปัจจัยที่ศึกษาทั้ง 2 ปัจจัย คือ ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์กับระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายโปรตีน ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาปัจจัยแต่ละตัวพบว่า ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์มีผลต่อการย่อยสลายของโปรตีน ($P\leq0.05$) ส่วนเวลาที่ใช้ในการศึกษานั้นไม่มีผลต่อการย่อยสลายของโปรตีน โดยที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.75 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดกล่าวคือ เมื่อระดับความเข้มข้นของเอนไซม์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า เอนไซม์สามารถย่อยสลายโปรตีนไปเป็นเปปไทด์ และกรดอะมิโน ทำให้ฟอร์มาลดีไฮด์สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนได้มากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ค่าอะมิโนไนโตรเจนสูงขึ้น โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0.75 ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 1.94 กรัม/ลิตร

เมื่อพิจารณาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบ ปรากฏว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำเคยเพื่อให้ได้สัดส่วนใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุดนั้น คือ การสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง เนื่องจากมีสัดส่วนของปริมาณอะมิโนไนโตรเจนใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากกว่าการสกัดน้ำเคยสกัดที่สภาวะอื่น ๆ รองลงมาคือการสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ระยะเวลา 6 ชั่วโมง และที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มี

ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน 1.92 และ 1.90 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จึงนำน้ำเคยสกัดทั้งสามสภาวะนี้มาทดลองผลิตเป็นซอสเคยในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 5 ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนในน้ำเคยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน ที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 และระยะเวลาย่อย 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

ความเข้มข้นเอนไซม์ (%)	ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน (กรัม/ลิตร) (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)				
	ระยะเวลาในการย่อย (ชั่วโมง)				
	0	2	4	6	8
0	1.05^{Aa} ± 0.35	1.41^{Aa} ± 0.36	1.10^{Aa} ± 0.65	1.54^{Aa} ± 0.11	1.43^{Aa} ± 0.54
0.25	1.40^{Aab} ± 0.10	1.50^{Aab} ± 0.18	1.76^{Aab} ± 0.41	1.92^{Aab} ± 0.32	1.46^{Aab} ± 0.34
0.5	1.62^{Aab} ± 0.24	1.57^{Aab} ± 0.28	1.90^{Aab} ± 0.44	1.68^{Aab} ± 0.19	1.81^{Aab} ± 0.38
0.75	1.63^{Ab} ± 0.44	1.83^{Ab} ± 0.49	1.94^{Ab} ± 0.53	1.65^{Ab} ± 0.38	1.61^{Ab} ± 0.37

a, b ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
A ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

4. การเตรียมซอสเคย

เตรียมซอสเคยจากน้ำสกัดเคยที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง (ตัวอย่างที่ 1) ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

(ตัวอย่างที่ 2) และที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ระยะเวลา 6 ชั่วโมง (ตัวอย่างที่ 3) นำมาประเมินทางด้านประสาทสัมผัส โดยทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน แสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสเคย

ตัวอย่าง	ระยะเวลาและปริมาณเอนไซม์ที่ใช้	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความหนืด	ความชอบรวม
1	4 ชั่วโมง 0.75% เอนไซม์	7.40[a] ± 0.52	7.30[a] ± 0.48	6.80[a] ± 0.79	6.50[b] ± 0.53	7.00[a] ±0.65	6.80[b] ± 0.91
2	4 ชั่วโมง 0.50% เอนไซม์	7.40[a] ± 0.69	7.10[a] ± 0.57	6.60[a] ±0.70	6.05[ab] ± 0.74	6.90[a] ±0.31	6.20[a] ± 0.42
3	6 ชั่วโมง 0.25% เอนไซม์	7.30[a] ± 0.95	7.10[a] ± 0.87	6.50[a] ± 0.71	5.90[a] ± 0.83	6.70[a] ±0.80	6.35[a] ± 1.00

a, b ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ผลการทดสอบพบว่า คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และ ความหนืด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 7.30-7.40, 7.10-7.30, 6.50-6.80 และ 6.70-7.00 ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ และความ- ชอบรวม ได้รับคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 5.90-6.50 และ 6.20-6.80 โดยตัวอย่างที่ 1 มีแนวโน้มได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดในทุกคุณลักษณะ จึงคัดเลือกตัวอย่างที่ 1 เป็นสูตรต้นแบบในการผลิตซอสเคย

เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรต้นแบบที่ได้รับคัดเลือก จึงได้ประเมินความชอบ ด้วยวิธี Just-About Right Scale ในขั้นตอนต่อไป ผลการทดสอบความเข้มในแต่ละคุณลักษณะ (ตารางที่ 7) พบว่า คุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสหวาน และความหนืด ของตัวอย่างที่ 1 มีผู้ทดสอบจำนวนสูงสุดให้คะแนนความเข้มอยู่ในช่วงพอดี ส่วนคุณลักษณะรสเค็ม พบว่า ต้องปรับปรุง เนื่องจากผู้ทดสอบจำนวนสูงสุดให้คะแนนความเข้มของรสเค็มอยู่ในช่วงมากปานกลางร้อยละ 55

ตารางที่ 7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just-About Right Scale ของซอสเคย

คุณลักษณะ	สภาวะ	จำนวนผู้ให้คะแนนความเข้ม (ร้อยละ)				
		น้อยเกินไป	น้อยปานกลาง	พอดี	มากปานกลาง	มากเกินไป
สี	สภาวะที่ 1	-	5	80	15	-
	สภาวะที่ 2	-	10	50	40	-
	สภาวะที่ 3	5	10	40	45	-
กลิ่น	สภาวะที่ 1	-	5	60	35	-
	สภาวะที่ 2	-	20	50	30	-
	สภาวะที่ 3	-	10	65	25	-
รสหวาน	สภาวะที่ 1	5	30	65	-	-
	สภาวะที่ 2	10	40	50	-	-
	สภาวะที่ 3	10	60	30	-	-
รสเค็ม	สภาวะที่ 1	-	-	10	55	45
	สภาวะที่ 2	-	-	10	60	30
	สภาวะที่ 3	-	-	15	25	60
ความหนืด	สภาวะที่ 1	-	20	75	5	-
	สภาวะที่ 2	-	25	65	10	-
	สภาวะที่ 3	-	35	50	15	-

5. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสเคย

จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale โดยประเมินทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม ของสูตรที่ใช้เป็นต้นแบบซึ่งได้รับการคัดเลือก ซึ่งนำมาแปรปริมาณเกลือร้อยละ 3, 5 และ 7 สามารถคัดเลือกสูตรซอสเคยได้ คือ สูตรที่มีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 5 ของปริมาณซอสเคย เนื่องจากผลการทดสอบ (ดังตารางที่ 8) พบว่า ทุกตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบในทุก ๆ คุณลักษณะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) โดยที่สูตรที่มีเกลือร้อยละ 5 ของปริมาณซอสที่ผลิตขึ้น มีแนวโน้มคะแนนความชอบรวมสูงสุด และผลจากการทดสอบแบบ Just-About Right Scale (ตารางที่ 9) แสดงให้เห็นว่า สูตรที่มีเกลือร้อยละ 5 มีจำนวนผู้ให้คะแนนของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงความเข้มที่พอดีสูงสุด จึงเลือกสูตรที่มีเกลือร้อยละ 5 ของปริมาณซอสที่ผลิตขึ้น เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการผลิตซอสเคยในการทดลองขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสเคย

ปริมาณเกลือที่ใช้ (%)	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความหนืด^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
3	7.15±1.00	6.90±0.82	6.95±0.82	6.55±0.67	6.50±0.82	6.65 ±0.81
5	7.45±0.90	7.35 ±0.93	6.85±0.81	6.65±0.86	7.05±0.89	6.95±0.69
7	7.40±0.52	7.30±0.48	6.80±0.83	6.50±0.60	6.90±0.55	6.80±0.42

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตารางที่ 9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just-About Right Scale สูตรพื้นฐานซอสเคย ที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 5 ของผลิตภัณฑ์ซอสเคย

คุณลักษณะ	จำนวนผู้ให้คะแนนความเข้ม (ร้อยละ)				
	น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
		ปานกลาง		ปานกลาง	
สี	10	30	60	-	-
	-	10	80	10	-
	-	15	35	40	10
กลิ่น	5	50	25	20	-
	-	10	70	20	-
	-	5	20	60	15
รสหวาน	10	60	30	-	-
	10	25	60	5	-
	-	40	35	25	-
รสเค็ม	5	15	45	35	-
	-	-	55	35	10
	-	10	25	60	5
ความหนืด	15	45	40	-	-
	-	30	65	5	-
	-	25	65	10	-

6. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอสเคย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่พัฒนาสูตรแล้ว แสดงดังตารางที่ 10 โดยวิเคราะห์ตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับค่ากำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) พบว่า คุณภาพด้านต่าง ๆ ของซอสเคยมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ไม่เกินร้อยละ 13 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่น้อยกว่า 4.4 และค่าความหนืดไม่เกิน 18,000 centipoises ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.12 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและอะมิโนไนโตรเจน เท่ากับ 23.40 และ2.02 กรัม/ลิตร ซึ่งพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและอะมิโนไนโตรเจนของซอยเคย มีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับของซอยหอยต้นแบบซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและอะมิโนไนโตรเจน เท่ากับ 21.0 และ 1.98 กรัม/ลิตร ส่วนผลการวัดค่าสี ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ มีผลต่อความชอบของผู้บริโภค (Clydesdale, 1976) โดยพิจารณาค่า L* ซึ่งหมายถึงความสว่าง (ค่า L* เท่ากับ 100) ไปเป็นสีดำ (ค่า L* เท่ากับ 0) ค่า a* เป็นค่าของสีแดง (ค่า a* เป็น +) และสีเขียว (ค่า a* เป็น -) ส่วนค่า b* เป็นค่าของสีเหลือง (ค่า b* เป็น +) และสีน้ำเงิน (ค่า b* เป็น -) จากผลการวิเคราะห์พบว่า ผลิตภัณฑ์ซอสเคยมีค่าสี L* เท่ากับ 5.71 ค่าสี a* เท่ากับ 17.22 และค่า b* เท่ากับ 9.07 ซึ่งพบว่าค่าสี L* ของซอสเคยมีค่าต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในสูตรมีการเติมคาราเมลลงไปจึงทำให้มีสีน้ำตาลเข้ม จึงส่งผลให้ค่าสี L* ต่ำ และมีค่า a_w ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำอิสระที่เป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ค่า a_w อยู่ในช่วง 0.0-1.0) พบว่าซอสเคยมีค่า a_w เท่ากับ 0.83 ซึ่งอยู่ในช่วงที่แบคทีเรีย ยีสต์และรา เจริญเติบโตได้เล็กน้อย

ตารางที่ 10 องค์ประกอบทางด้านเคมี คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ของซอสเคย

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของซอสเคย	ค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538)
องค์ประกอบทางเคมี		
ความชื้น (ร้อยละ)	60.48 ± 0.19	ไม่ได้กำหนด
โปรตีน (ร้อยละ)	6.79 ± 0.16	ไม่ได้กำหนด
ไขมัน (ร้อยละ)	0.09 ± 0.01	ไม่ได้กำหนด
เถ้า (ร้อยละ)	10.93 ± 0.02	ไม่ได้กำหนด
คาร์โบไฮเดรต∞	12.80 ± 0.14	ไม่ได้กำหนด
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	39.52 ± 0.08	> 20
ทางเคมีและกายภาพ		
เกลือโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	9.12 ± 0.10	< 13
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)	23.40 ± 0.03	ไม่ได้กำหนด
ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน (กรัม/ลิตร)	2.02 ± 0.01	ไม่ได้กำหนด
ความเป็นกรด-ด่าง	6.13 ± 0.14	> 4.4
ความหนืด (centipoises)	1,294.33 ± 15.48	< 18,000
ค่าสี L*	5.71 ± 0.01	ไม่ได้กำหนด
a*	17.22 ± 0.02	ไม่ได้กำหนด
b*	9.07 ± 0.02	ไม่ได้กำหนด
ค่า a_w	0.83 ± 0.01	ไม่ได้กำหนด

∞ ได้จากการหักลบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาในผลิตภัณฑ์ซอสเคย แสดงดังตารางที่ 11 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนี/กรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/กรัม ตรวจไม่พบ *Salmonalla* spp.ในตัวอย่าง 25 กรัม, *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่าง 1 กรัม จากผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า คุณภาพผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ผลิตได้นั้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) ที่กำหนดคือ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1 x 10^4 โคโลนี/กรัม จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม *Salmonalla* spp. ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม รวมถึงต้องไม่พบ *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่าง 1 กรัม

ตารางที่ 11 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ซอสเคย

ปัจจัยคุณภาพทางจุลชีววิทยา	ค่าเฉลี่ย
แบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	< 30
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	< 10
โคลิฟอร์ม (MPN/กรัม)	< 3
Salmonalla spp. / ตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ
Staphylococcus aureus / ตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ
Clostridium perfringens / ตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ

7. การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสเคยของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสเคย โดยการนำเสนอให้ทดสอบชิม ผู้ทดสอบเป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน สถานที่ทดสอบคือ โรงอาหารกลางมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการทดสอบการยอมรับตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 9 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 40 เป็นเพศหญิงร้อยละ 60 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมามีอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 22 อายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 13 อายุระหว่าง 10-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 5 และอายุมากกว่า 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 2 ตามลำดับ การศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 72 รองลง มาคือ สูงกว่าปริญญาตรี มัธยมปลายหรือปวช.หรือปวส.หรืออนุปริญญา และระดับประถม

ศึกษา-มัธยมต้น ร้อยละ 17.9 และร้อยละ 2 ตามลำดับ อาชีพส่วนใหญ่คือ นักเรียนหรือนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมาคือ รับราชการหรือรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 20 พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 12 ค้าขายหรือธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 10 และเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 1 ตามลำดับ รายได้ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 39 รองลงมาคือ รายได้น้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 23 รายได้ระหว่าง 10,001-15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 21 รายได้มากกว่า 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 10 และรายได้ระหว่าง 15,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 12 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบซอสเคย

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	40
หญิง	60
รวม	100
อายุ	
10-20 ปี	4
21-30 ปี	59
31-40 ปี	22
41-50 ปี	13
มากกว่า 50 ปี	2
รวม	100
การศึกษา	
ประถมศึกษา-มัธยมต้น	10
มัธยมปลาย/ปวช./ปวส./อนุปริญญา	5
ปริญญาตรี	68
สูงกว่าปริญญาตรี	17
รวม	100

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
อาชีพ	
ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	20
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	10
พนักงานบริษัทเอกชน	12
เกษตรกร	1
นักเรียน/นักศึกษา	57
รวม	100
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	23
5,000-10,000 บาท	30
10,001-15,000 บาท	19
15,001-20,000 บาท	12
มากกว่า 20,000 บาท	16
รวม	100

ผลการสอบถามเกี่ยวกับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ซอสเคย แสดงดังตารางที่ 13 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม มีค่าเฉลี่ย 7.13, 7.20, 6.89, 6.87, 7.01 และ 7.00 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงชอบปานกลาง

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยของระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
ลักษณะปรากฏ	7.13 ± 0.66
สี	7.20 ± 0.62
กลิ่น	6.89 ± 0.70
ความหนืด	7.01 ± 0.64
รสชาติ	6.87 ± 0.76
ความชอบรวม	7.00 ± 0.72

จากการสอบถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ และราคาของผลิตภัณฑ์ซอสเคย พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสเคยคิดเป็นร้อยละ 97 ส่วนผู้บริโภคที่ไม่ยอมรับ ระบุว่า ผลิตภัณฑ์ยังมีรสชาติไม่กลมกล่อมและกลิ่นของเคยชัดเจนเกินไป แต่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อ คิดเป็นร้อยละ 95 เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่อยากทดลองบริโภค มีความแปลกใหม่คิดเป็นร้อยละ 57 และ 38 ตามลำดับ ส่วนผู้บริโภคไม่ซื้อ คิดเป็นร้อยละ 5 เนื่องจาก ไม่ชอบเคย ร้อยละ 4 และเหตุผลอื่น ๆ ร้อยละ 1 ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกลักษณะบรรจุภัณฑ์คือเป็นแบบขวดแก้วใส คิดเป็นร้อยละ 93 รองลงมาคือ ขวดพลาสติก ร้อยละ 6 และซองอลูมิเนียม ร้อยละ 1 สำหรับราคาต่อหน่วยบรรจุที่เหมาะสมนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจที่ราคา 30 บาทต่อ 300 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 51 รองลงมาคือ ที่ราคา 25 บาท ต่อ 300 มิลลิลิตร และ ราคา 35 บาท ต่อ 300 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 43 และร้อยละ 6 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ทัศนคติของผู้บริโภคด้านการยอมรับในตัวของผลิตภัณฑ์ ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ และราคาของผลิตภัณฑ์ซอสเคย

ทัศนคติ	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสเคย	
ยอมรับ	97
ไม่ยอมรับ	3
รวม	100
ลักษณะของบรรจุภัณฑ์	
ขวดแก้วใส	93
ขวดพลาสติก	6
ซองอลูมิเนียมฟอยล์	1
รวม	100
ราคาต่อหน่วยบรรจุที่เหมาะสม	
ราคา 25 บาท ต่อ 300 มิลลิลิตร	43
ราคา 30 บาท ต่อ 300 มิลลิลิตร	51
ราคา 35 บาท ต่อ 300 มิลลิลิตร	6
รวม	100
การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ซอสเคย	
ซื้อ	95
อยากทดลองบริโภค	57
มีความแปลกใหม่	38
ไม่ซื้อ	5
ไม่ชอบเคย	4
ไม่ชอบรับประทานซอส	1
รวม	100

8. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสเคย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างซอสเคยที่เติมวัตถุกันเสีย (เกลือเบนโซเอต) ปริมาณร้อยละ 0.1 ของซอสที่ผลิตได้ และไม่เติมวัตถุกันเสีย บรรจุในขวดแก้วฝาล็อกขนาด 300 มิลลิลิตร ขณะร้อนและปิดฝาสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางกายภาพ และทางจุลชีววิทยา ทุก 7 วัน และตรวจพินิจทุก 2 วัน ผลการศึกษามีดังนี้

8.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและทางกายภาพ

จากการสุ่มตัวอย่างซอสเคยทุก ๆ 1 สัปดาห์ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบการยอมรับ ทำการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale โดยกำหนดว่าต้องได้รับคะแนนไม่น้อยกว่า 5 คะแนน ในทุก ๆ คุณลักษณะ จึงจะผ่านเกณฑ์การยอมรับ ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม แสดงดังภาพที่ 3-8

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ พบว่า การเติมเกลือเบนโซเอตและอุณหภูมิ รวมทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน การศึกษาในแต่ละปัจจัยพบว่าการเติมเกลือเบนโซเอต มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล่าวคือ มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.60 ± 0.49 และลดลงเป็น 7.08 ± 0.58 รองลงมาคือ ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.52 ± 0.65 และลดลงเป็น 6.96 ± 0.55 เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ ส่วนตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 7.42 ± 0.79 และ 7.33 ± 0.68 ลดลงเป็น 5.00 ± 0.78 และ 4.96 ± 0.81 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ (น้อยกว่า 5 คะแนน)หลังเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 12 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ± 0.93 และ 4.79 ± 0.82 ตามลำดับ

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบรวม พบว่าทุกสภาวะการทดลอง การเติมเกลือเบนโซเอตและอุณหภูมิ รวมทั้งอุณหภูมิและระยะ เวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน การศึกษาในแต่ละปัจจัยพบว่าการเติมเกลือเบนโซเอต และระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านสี ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่อุณหภูมิไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี พบว่าตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านสีสูงที่สุดในสัปดาห์แรกและลดลงเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 7.56 ± 0.65 และลดลงเป็น 6.54 ± 0.56 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.54 ± 0.59 และลดลงเป็น 6.42 ± 0.65 ส่วนตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.52 ± 0.65 และลดลงเป็น 7.17 ± 0.56 และสำหรับตัวอย่างซอสเคยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสีน้อยที่สุด 7.50 ± 0.79 และลดลงเป็น 7.00 ± 0.51 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่าตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 7.42 ± 0.50 และลดลงเป็น 6.92 ± 0.65 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.40 ± 0.57 และลดลงเป็น 6.79 ± 0.70 ส่วนตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.38 ± 0.77 และลดลงเป็น 6.75 ± 0.72 และสำหรับตัวอย่างซอสเคยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านกลิ่นน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.35 ± 0.63 และลดลงเป็น 6.62 ± 0.65 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์

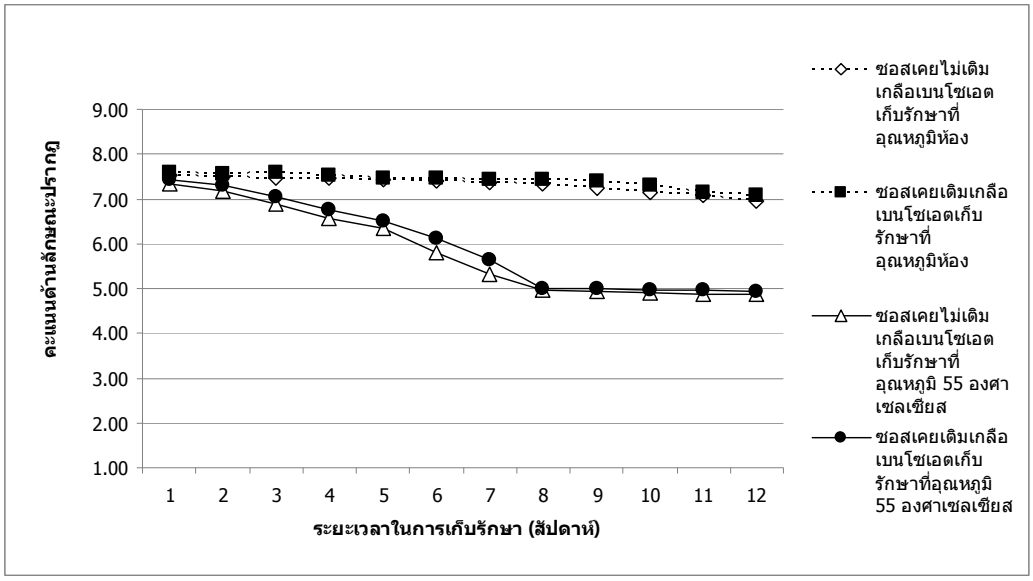
ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ พบว่าตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านรสชาติสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุด

อายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.58 ± 0.58 และลดลงเป็น 7.00 ± 0.66 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.56 ± 0.83 และลดลงเป็น 6.33 ± 0.70 ตัวอย่างซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.54 ± 0.51 และลดลงเป็น 6.92 ± 0.71 สำหรับตัวอย่างซอสเคยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาติน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.52 ± 0.49 และลดลงเป็น 6.21 ± 0.72 ตามลำดับเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์

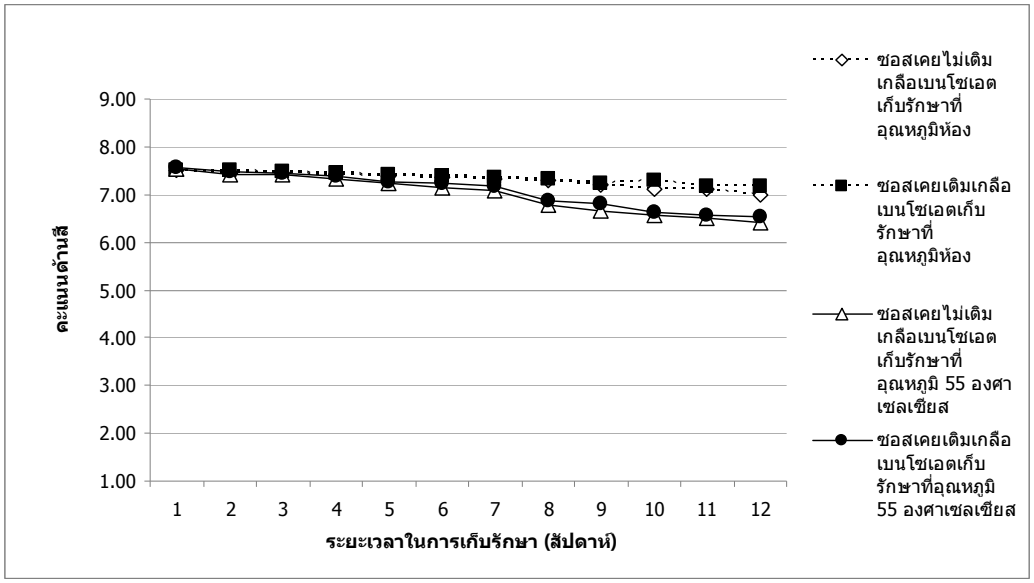
ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความหนืด พบว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่เติมและไม่เติมเกลือเบนโซเอต มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านความหนืดสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.54 ± 0.59 และลดลงเป็น 6.85 ± 0.65 รองลงมาคือ ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.52 ± 0.77 และลดลงเป็น 6.50 ± 0.72 ตัวอย่างซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.50 ± 0.59 และลดลงเป็น 6.42 ± 0.72 สำหรับตัวอย่างซอสเคยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความหนืดน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.48 ± 0.50 และลดลงเป็น 6.58 ± 0.72 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม พบว่าตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับด้านความชอบรวมสูงที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 7.58 ± 0.50 และลดลงเป็น 7.17 ± 0.64 รองลงมาคือตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.56 ± 0.47 และลดลงเป็น 7.00 ± 0.58 ตัวอย่างซอสเคยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.54 ± 0.57 และลดลงเป็น 6.17 ± 0.76 และสำหรับตัวอย่างซอสเคยที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านการยอมรับรวมน้อยที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.52 ± 0.49 และลดลงเป็น 5.92 ± 0.73 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์

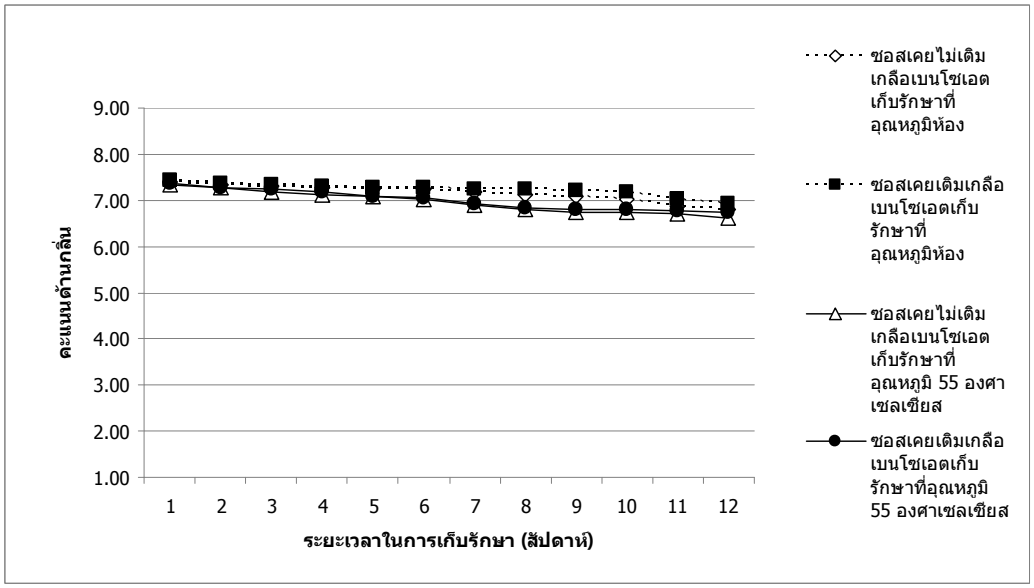
จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความหนืด และความชอบรวม มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์แรกและมีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยในทุกสภาวะการทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วงปานกลาง และสามารถยอมรับได้ เนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 5 คะแนน ในทุกคุณลักษณะที่กล่าวมา และพบว่า สภาวะการทดลองที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 55 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงกว่าสภาวะการทดลองที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 55 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องจาก เกลือเบนโซเอตสามารถรักษาคุณภาพของซอสเคยให้ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส ศิวาพร (2535) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทซอสเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้วัตถุกันเสียมาก เนื่องจากส่วนใหญ่จะใช้ความร้อนไม่สูงนักในการช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนการบรรจุ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้วัตถุกันเสียร่วมด้วยเพื่อยืดอายุการเก็บและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น วัตถุกันเสียที่นิยมและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ซอสหอยนางรมให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ เกลือเบนโซเอต และเกลือซอร์เบต ใช้ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.1 ของปริมาณซอสหอย (มอก. 1317-2538)



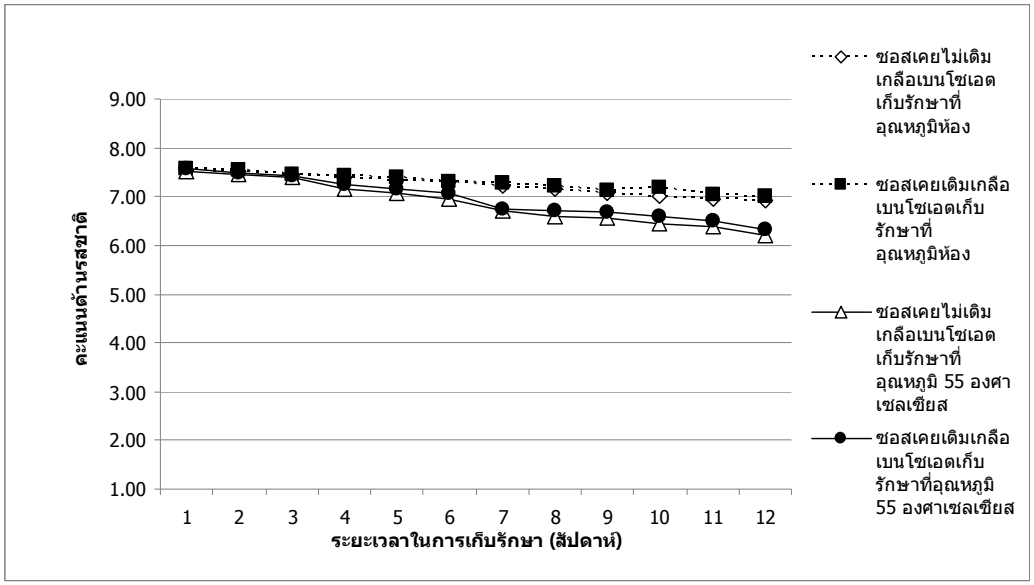
ภาพที่ 3 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ-ห้องและ 55 องศาเซลเซียส



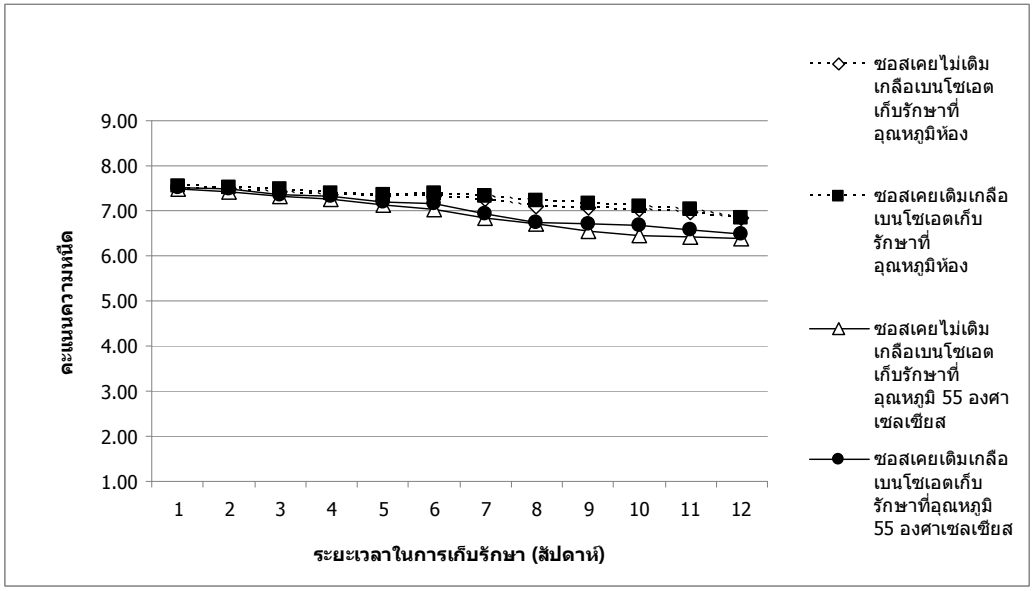
ภาพที่ 4 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



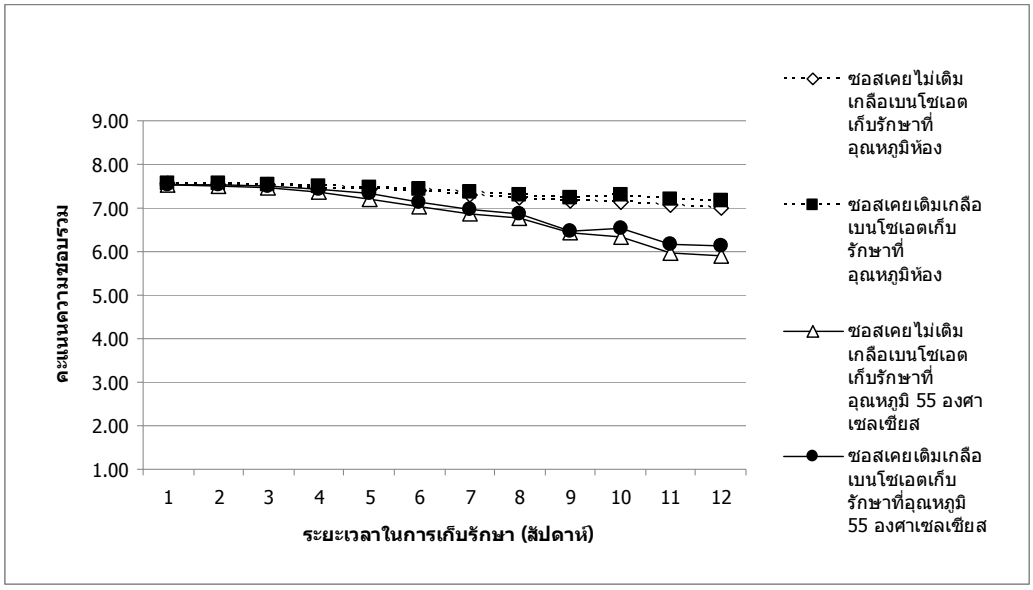
ภาพที่ 5 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 6 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 7 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 8 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส

สุ่มตัวอย่างซอสเคยทุก ๆ 1 สัปดาห์ เพื่อทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (Scoring test) แสดงดังภาพที่ 9-12

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ พบว่าทุกสภาวะการทดลอง การเติมเกลือเบนโซเอตและอุณหภูมิ รวมทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ($P > 0.05$) การศึกษาในแต่ละปัจจัยพบว่าการเติมเกลือเบนโซเอตและอุณหภูมิ มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.54 ± 0.63 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ± 0.62 และผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ-ห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 ± 0.99 สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีคะแนนเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

2.89 ± 0.97 ซึ่งพบว่าทุกสภาวะการทดลอง ผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีลักษณะเนื้อเนียน และเป็นเนื้อเดียวกันค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

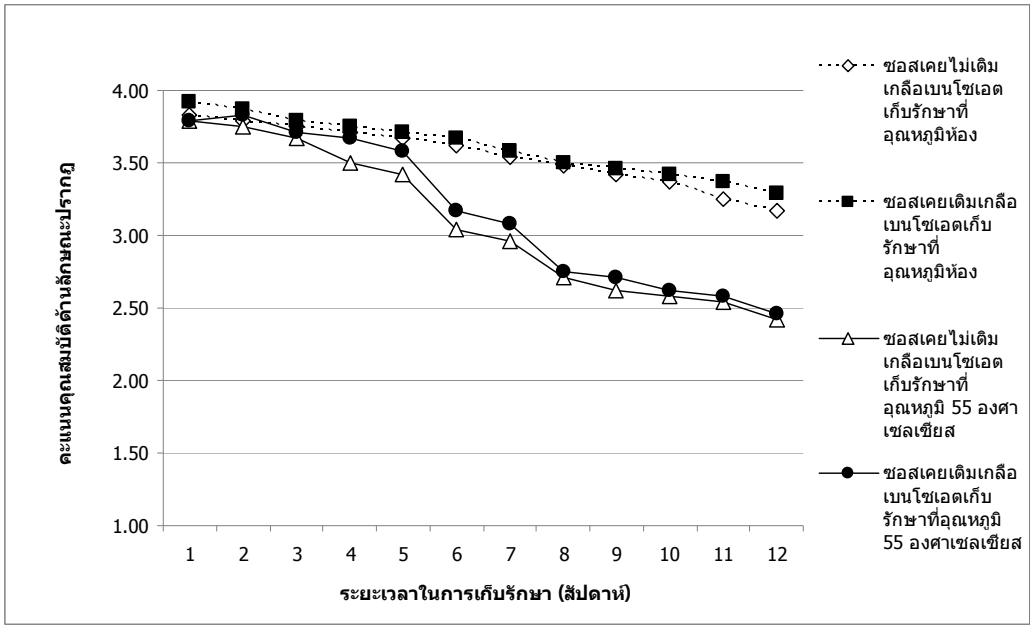
ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น และรสชาติ พบว่าทุกสภาวะการทดลอง การเติมเกลือเบนโซเอตและอุณหภูมิมีอิทธิพลร่วมกัน แต่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (P >0.05) การศึกษาในแต่ละปัจจัยพบว่าการเติมเกลือเบนโซเอตและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และรสชาติ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) แต่อุณหภูมิแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยคุณลักษณะทางด้นสี พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.51 ± 0.66 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 ± 0.67 และผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 ± 0.75 สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีคะแนนเฉลี่ยในคุณลักษณะทางด้านสีน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 ± 0.73 โดยพบว่าในสภาวะการทดลองที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง สีของผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลค่อนข้างสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ส่วนซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส สีของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มค่อนข้างสม่ำเสมอ

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านกลิ่น พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.40 ± 0.67 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31 ± 0.73 และผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาทีอุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.18 ± 0.75 สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีคะแนนเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.05 ± 0.78 พบว่าทุกสภาวะการทดลองมีกลิ่นเฉพาะของซอสเคยปานกลาง

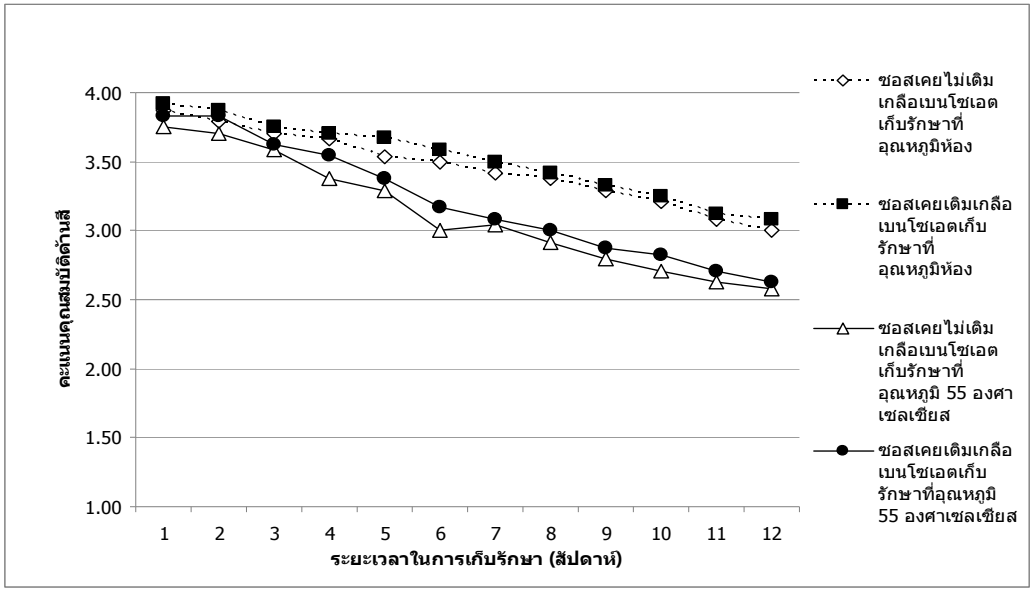
ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านรสชาติ พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านรสชาติมีแนวโน้มลดลง โดยสภาวะการทดลองที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่

55 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนสูงกว่าสภาวะที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.39 ± 0.67 รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.28 ± 0.75 และผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 ± 0.73 สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีคะแนนเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.01 ± 0.77 และในทุกสภาวะการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์ซอสเคยมีรสชาติกลมกล่อมดี

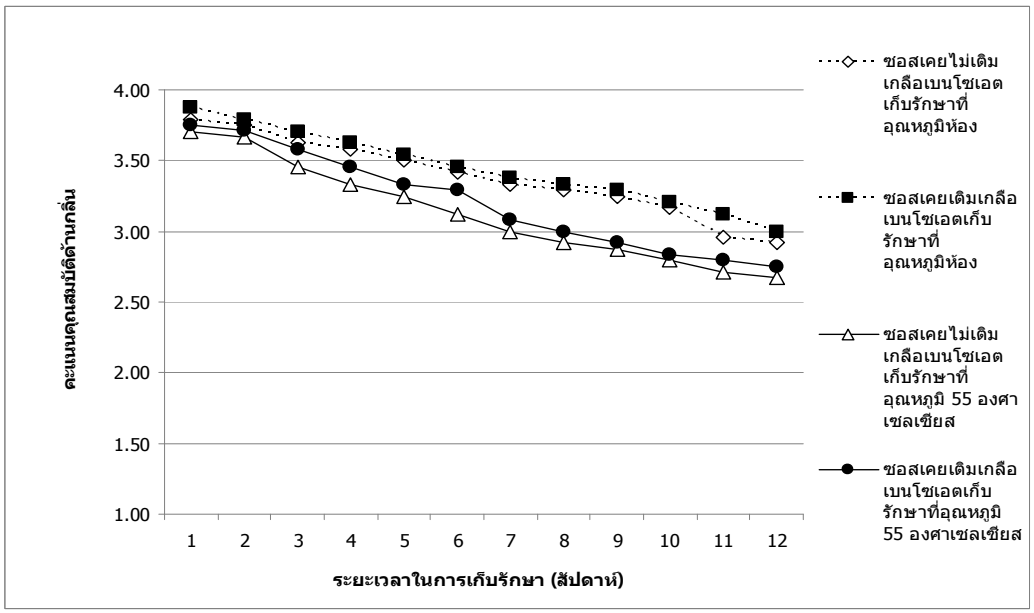
จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สีกลิ่น และรสชาติ มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงปานกลางและสามารถยอมรับได้ เนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 2 คะแนน ในทุกคุณลักษณะที่กล่าวมา



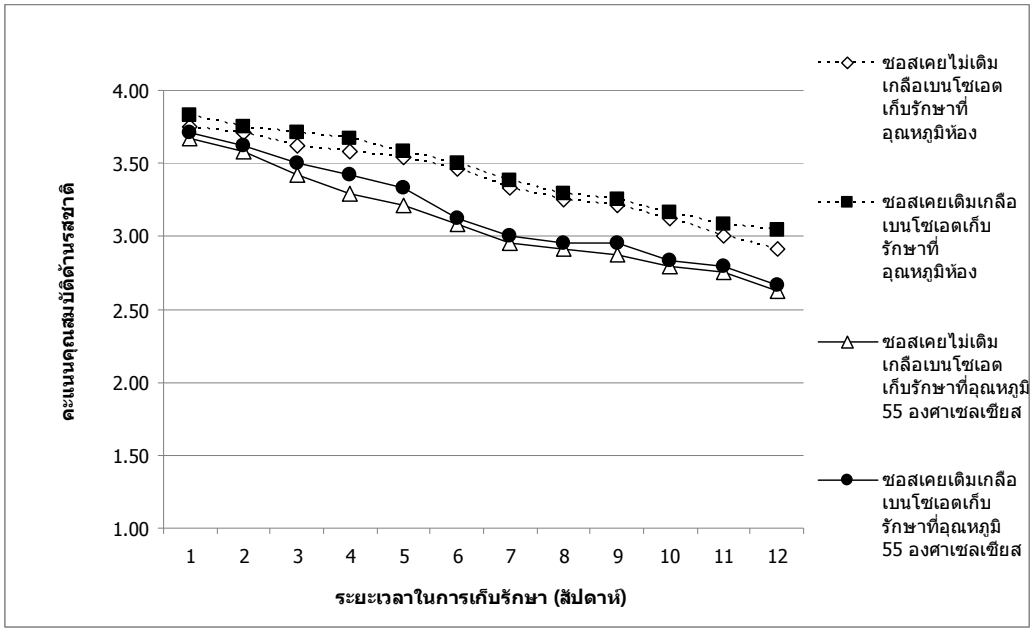
ภาพที่ 9 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 10 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านสีของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 11 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 12 คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ยด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ซอสเคย (scoring test) เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความข้นหนืดและความคงตัวของเนื้อซอสเคย แสดงดังภาพที่ 13 พบว่า สภาวะการทดลอง อุณหภูมิและการเติมเกลือเบนโซเอตไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน ($P > 0.05$) แต่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมต่อกัน ($P \leq 0.05$) เมื่อศึกษาในแต่ละปัจจัยพบว่าอุณหภูมิ การเติมเกลือเบนโซเอต และระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของค่าความหนืดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ทุกสภาวะการทดลอง ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ตัวอย่างซอสเคยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่สภาวะเติมและไม่เติมเกลือเบนโซเอต มีค่าความหนืดสูงกว่าตัวอย่างซอสเคยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยตัวอย่างที่เติมเกลือเบนโซเอตและไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มค่าความหนืดลดลง โดยเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,287.33 และ 1,275.67 centipoises หลังจากนั้นเริ่มลดลงจนสัปดาห์ที่ 12 มีค่าความหนืดเท่ากับ 707.333 และ 668.00 centipoises ส่วนตัวอย่างที่เติมเกลือเบนโซเอตและตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยความหนืดเริ่มต้นเท่ากับ 1,253.00 และ 1,238.67 centipoises ลดลงเป็น 525.333 และ 496.667 centipoises ค่าความหนืดที่ลดลง อาจเนื่องมาจาก

เมื่อแป้งได้รับความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาการตัดพันธะไกลโคซิดิกของโมเลกุลของแป้ง โครงสร้างของเม็ดแป้งจึงสั้นและอ่อนแอลง เม็ดแป้งที่พองตัวจนเต็มที่จะแตกออกได้ง่ายขึ้น จึงส่งผลให้ความหนืดของซอสมีค่าลดลง (Wurzburg, 1986)

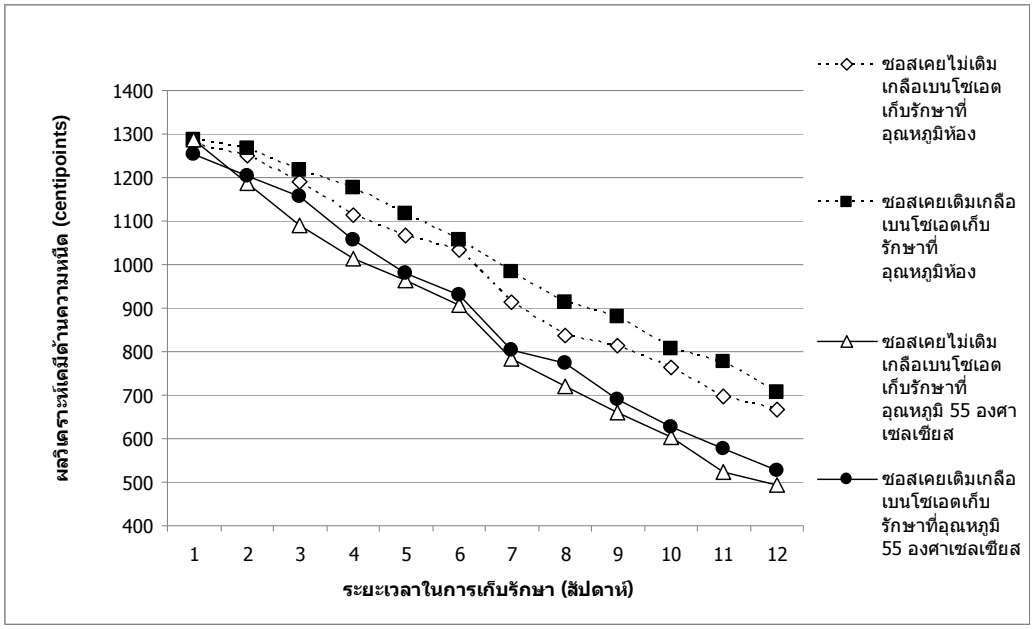
ผลการวัดค่าสี แสดงดังภาพที่ 14-16 โดย L* คือค่าความสว่าง พบว่า ค่าสี L* มีแนวโน้มลดลง ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 15.60 - 13.69 และ 15.51 - 13.57 ตามลำดับ ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและไม่ได้เติมเบนโซเอตเก็บรักษาที่ 55 องศาเซลเซียส มีค่าสี L* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 15.47 - 6.21 และ 15.453 - 6.06 ตามลำดับ

ผลการวัดค่าสี a* คือค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว พบว่า ค่าสี a* มีแนวโน้มลดลง ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 17.20 - 11.92 และ 17.17 - 11.73 ตามลำดับ ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและไม่ได้เติมเบนโซเอตเก็บรักษาที่ 55 องศาเซลเซียส มีค่าสี a* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 17.34 - 6.34 และ 17.30 - 6.27 ตามลำดับ

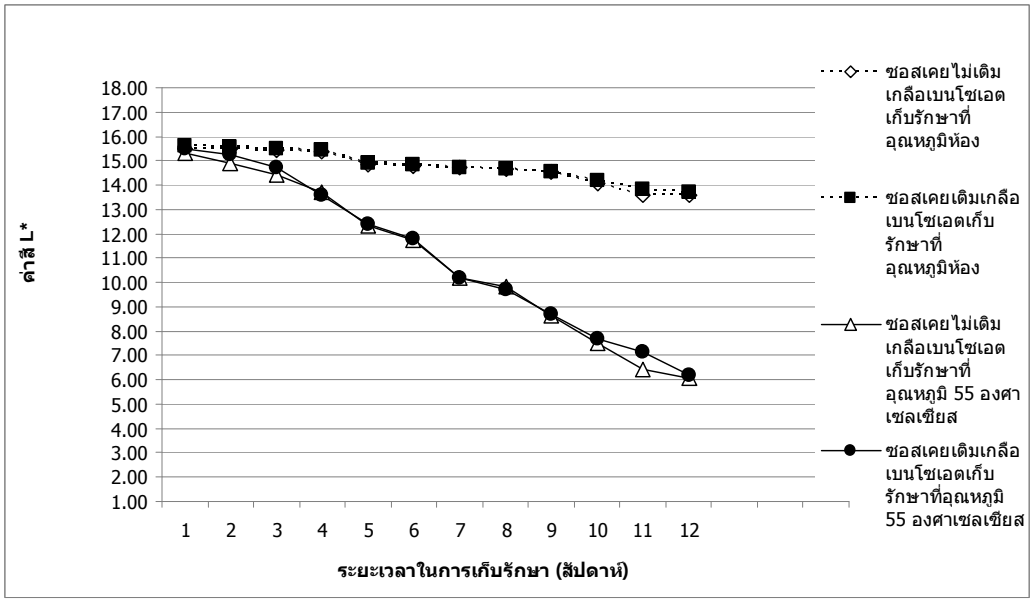
ผลการวัดค่าสี b* คือค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน พบว่า ค่าสี b* มีแนวโน้มลดลง ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.05 - 5.86 และ 9.00 - 5.64 ตามลำดับ ตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่ 55 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสี b* เฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.98 - 3.19 และ 8.85-3.04 ตามลำดับ

ผลการทดลองวัดค่าสี L* a* b* พบว่า มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ ในทุกสภาวะการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจพินิจทุก 2 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ซอสเคย มีสีเข้มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยจะเห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจนในตัวอย่างซอสเคยที่เก็บรักษาที่ 55 องศาเซลเซียส มากกว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้สาเหตุการเปลี่ยนแปลงสีของซอสเคย อาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซิงกับหมู่

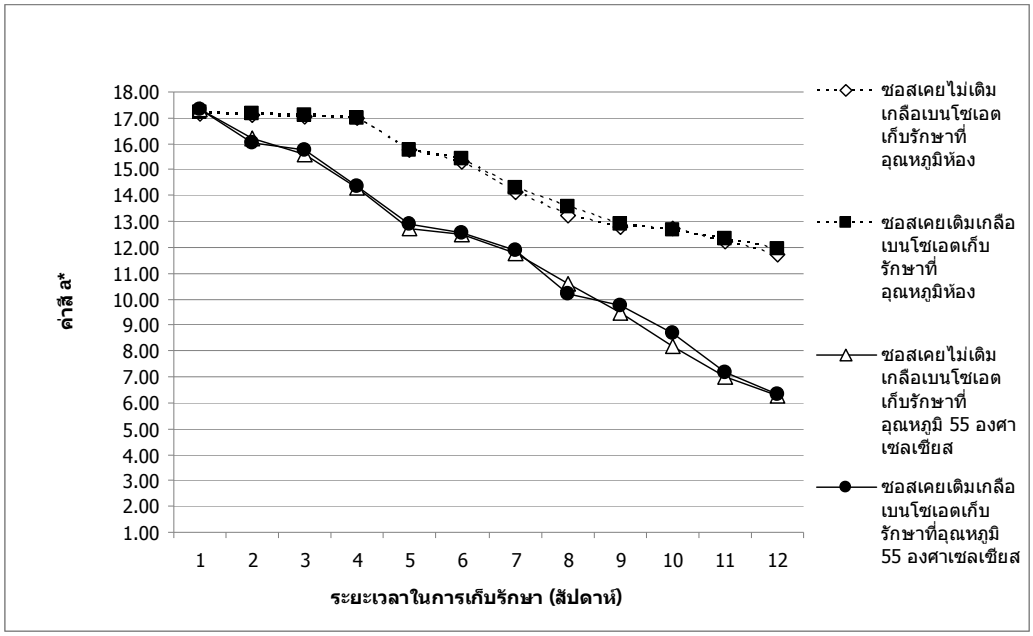
เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโน หรือโปรตีน เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล และสีน้ำตาลแดง (นิธิยา, 2545)



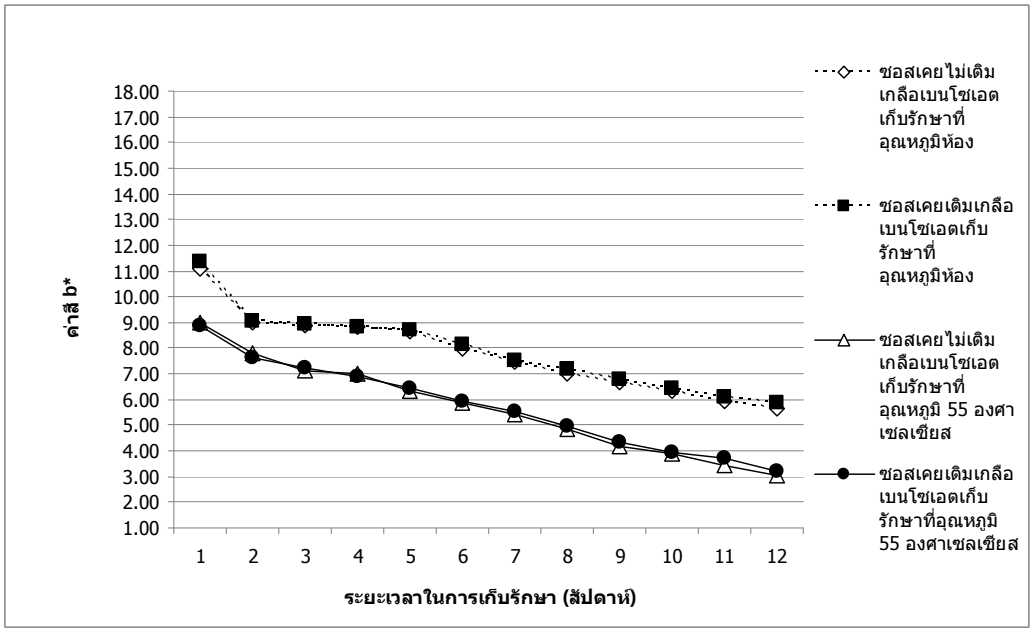
ภาพที่ 13 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 14 ค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 15 ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส

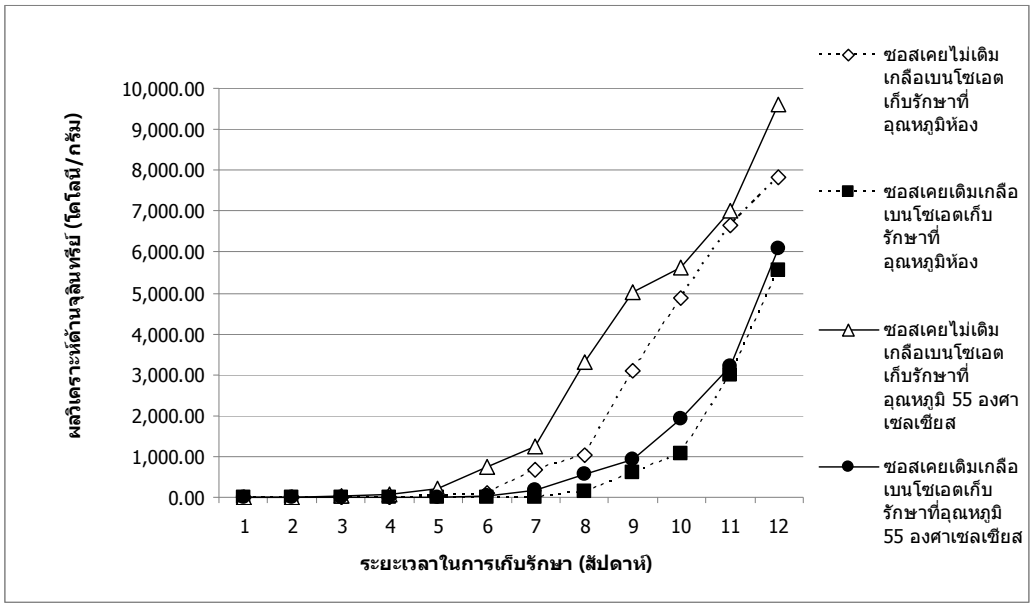


ภาพที่ 16 ค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ซอสเคยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส

8.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 17 ในทุกสภาวะการทดลอง คือ ตัวอย่างซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 55 องศาเซลเซียส และตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 55 องศาเซลเซียส ผลวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการเติมเกลือเบนโซเอตและอุณหภูมิ รวมทั้งอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษา ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน ($P \geq 0.05$) และเมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัย คือ อุณหภูมิการเติมเกลือเบนโซเอต และระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าแต่ละปัจจัยต่างมีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยตัวอย่างซอสเคยที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 55 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเมื่อสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26 และ 31 โคโลนี/กรัม เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บในสัปดาห์ที่ 12 พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเท่ากับ 7.82×10^3 และ 9.61×10^3 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่ 55 องศาเซลเซียส โดยทั้งสองสภาวะการทดลอง มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเช่นเดียวกัน แต่พบว่าซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่ 55 องศาเซลเซียส มีจำนวนของแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 และ 19 โคโลนี/กรัม เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บในสัปดาห์ที่ 12 พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.57×10^3 และ 6.07×10^3 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด พบว่า ตรวจไม่พบในทุกสภาวะการทดลอง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ห้อง มีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นในปริมาณน้อยที่สุด รองลงมาคือ ตัวอย่างที่เติมเกลือเบนโซเอตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ส่วนตัวอย่างที่ไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บที่อุณหภูมิห้อง และที่ 55 องศาเซลเซียส ทั้งสองสภาวะมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่า การเติมเบนโซเอตมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ โดยนำมาใช้เป็นวัตถุกันเสีย ซึ่งเกลือเบนโซเอต มีคุณสมบัติดังนี้ มีน้ำหนักโมเลกุล 141.11 เป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ 63 กรัม/100 กรัม มีผลต่อแบคทีเรีย ยีสต์และรา โดยมีกลไกการทำงานคือ จะเข้าไปรบกวนโครงสร้างของเอนไซม์ในเซลล์ของจุลชีพ และมีผลต่อผนังเซลล์ อาจทำให้ความ สามารถในการให้อาหารแทรกซึมผ่านผนังเซลล์เสียไป หรือมีการเกิดการฉีกขาดที่ผนังเซลล์เกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ตายได้ (นงนุช, ม.ป.ป.; ศิวาพร, 2535)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา พบว่าทุกสภาวะการทดลองของซอสเคยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317- 2538) ที่กำหนด คือ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี/กรัม จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานของ ปราณิศา (2533) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดเกลือและเอนไซม์บรอมิเลนในการผลิตซอสหอยนางรมและซอสหอยแมลงภู่ โดยได้ศึกษาคุณภาพของซอสที่ผลิตได้จากการทดลอง ปรากฏว่าสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องในขวดแก้วฝาเกลียวได้นาน 12 สัปดาห์ และรายงานของ วรรณบดี (2549) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง พบว่าสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครงที่อุณหภูมิห้องในขวดแก้วฝาเกลียวได้นาน 12 สัปดาห์ เช่นเดียวกัน โดยซอสทั้งสองชนิดมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณของยีสต์และรา อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมได้กำหนดไว้



ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) ของซอสเคย เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 55 องศาเซลเซียส

9. คำนวณต้นทุนวัตถุดิบ

การคำนวณต้นทุนราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซอสเคย

เมื่อคำนวณราคาต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตซอสเคย แสดงดังตารางที่ 15 พบว่าการผลิตซอสเคยต่อ 1 หน่วยบรรจุ 300 มิลลิลิตร มีราคาต้นทุนวัตถุดิบ ดังนี้ น้ำเคยสกัด เท่ากับ 6.91 บาท ซอสปรุงรส เท่ากับ 2.05 บาท น้ำตาลกลูโคส เท่ากับ 0.23 บาท น้ำตาลทราย- ขาว เท่ากับ 0.29 บาท เกลือป่น เท่ากับ 0.68 บาท แป้งมันสำปะหลังดัดแปร เท่ากับ 0.27 บาท ผงชูรส เท่ากับ 0.43 บาท ซีอิ๊วหวาน เท่ากับ 0.05 บาท กรดซิตริก เท่ากับ 0.01 บาท คาราเมล เท่ากับ 0.05 บาท น้ำ (ใช้ผสมแป้ง) เท่ากับ 0.17 บาท และเอนไซม์บรอมิเลน เท่ากับ 2.25 บาท ดังนั้น ราคาต้นทุนวัตถุดิบรวมทั้งหมด คือ 18.72 บาท ต่อปริมาตร 300 มิลลิลิตร และคิดเป็นราคาต้นทุนเท่ากับ 62.40 ต่อปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ตารางที่ 15 ราคาต้นทุนของวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตซอสเคย

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)	ปริมาณที่ใช้/ 300 มิลลิลิตร (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)	ราคา (บาท)
น้ำเคยสกัด*	46.05	138.15	20.00	6.91
ซอสปรุงรส	15.35	46.05	44.60	2.05
น้ำตาลกลูโคส	7.68	2.30	100.00	0.23
น้ำตาลทรายขาว	5.37	16.11	18.00	0.29
เกลือป่น	5.00	15.00	45.00	0.68
แป้งมันสำปะหลังดัดแปรผงชูรส	3.07	9.21	30.00	0.27
(โมโนโซเดียมกลูตาเมต)	2.07	6.21	70.00	0.43
ซีอิ้วหวาน	0.38	1.14	45.71	0.05
กรดซิตริก	0.012	0.036	268.00	0.01
คาราเมล	0.05	0.15	300.00	0.05
เอนไซม์บรอมิเลน	0.50	1.50	1,500.00	2.25
ขวดแก้วใส (300 มิลลิลิตร)	-	-	-	5.50
			18.72 บาท/300 มิลลิลิตร	
	รวมเป็นราคาต้นทุนวัตถุดิบ		62.40 บาท/1,000 มิลลิลิตร	

* เคยสด 100 กรัม ได้น้ำเคยสกัด 40 กรัม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. เคยมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ความชื้น ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับร้อยละ 10.94, 82.73, 1.16, 3.43, 1.74 และ 1.33 ตามลำดับ

2. จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส โดยสุ่มผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ และได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบคือ ซอสหอยตัวอย่างที่ 2 ซึ่งผลิตภัณฑ์ซอสหอยต้นแบบได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือ 7.23 $\pm$ 0.98 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 21.0 กรัม/ลิตร และปริมาณอะมิโนไนโตรเจน 1.98 กรัม/ลิตร

3. น้ำเคยสกัดที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์บรอมิเลนความเข้มข้นร้อยละ 0.75 นาน 4 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรเจนทั้งหมด 20.8 กรัม/ลิตร และปริมาณอะมิโนไนโตรเจน 1.94 กรัม/ลิตร รองลงมา คือการสกัดด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ระยะเวลา 6 ชั่วโมง และที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีปริมาณอะมิโนไนโตรเจน 1.92 และ 1.90 กรัม/ลิตร ตามลำดับ

4. จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรต้นแบบซอสเคย มีคะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะ และจากการประเมินผลการทดสอบด้วยวิธี Just-About Right Scale พบว่า ต้องปรับปรุงคุณลักษณะรสเค็ม จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส สามารถเลือกสูตรซอสเคยที่มีคะแนนการยอมรับสูงสุด คือ สูตรที่มีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 5 ของปริมาณซอสเคย และพบว่า ผู้ทดสอบจำนวนสูงสุดให้คะแนนความเข้มของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงความเข้มที่พอดี ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่มีปริมาณเกลือเท่ากับร้อยละ 5 เป็นสูตรต้นแบบในการผลิตซอสเคย

5. องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ซอสเคย มีดังนี้ องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีนไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 60.48, 6.79, 0.09, 10.93 และ 21.71 ตามลำดับ คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 39.52 และปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับร้อยละ

9.12 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 23.40 กรัม/ลิตร ปริมาณอะมิโนไนโตรเจน เท่ากับ 2.02 กรัม/ลิตร และความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 6.13 คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ค่าความหนืด มีค่าเท่ากับ 1294.33 centipoises ค่าสี L* เท่ากับ 5.71 ค่าสี a* เท่ากับ 17.22 และค่า b* เท่ากับ 9.07 และคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนี/กรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/กรัม ตรวจไม่พบปริมาณ *Salmonalla* spp., *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง

6. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอสเคย พบว่า ตัวอย่างซอสเคยที่เติมและไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 12 สัปดาห์ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ที่สัปดาห์ที่ 12 คะแนนการยอมรับยังสูงกว่า 5 คะแนน ยกเว้นตัวอย่างซอสเคยที่เติมและไม่เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับคือต่ำกว่า 5 คะแนน เมื่อเก็บรักษานานกว่า 8 สัปดาห์ และสภาวะการเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ ซอสเคยที่เติมเกลือเบนโซเอตร้อยละ 0.1 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ ในสภาวะที่เติมเกลือเบนโซเอตร้อยละ 0.1 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และในสภาวะที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ ส่วนในสภาวะที่ไม่ได้เติมเกลือเบนโซเอตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด โดยทุกสภาวะการทดลองมีคุณภาพด้านจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) ได้กำหนด

ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการศึกษาสภาวะการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้เอนไซม์ชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากเอนไซม์บรอมิเลน

2. จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสเคย พบว่าอยู่ในระดับปานกลาง และมีผู้บริโภคระบุว่า ซอสเคยมีกลิ่นของเคยแรงเกินไป จึงน่ามีการพัฒนาสูตร เพื่อให้ได้คะแนนการยอมรับมากขึ้น โดยการทดลองใช้เครื่องเทศช่วยในการกลบกลิ่นเคย หรือลดปริมาณของน้ำเคยสกัดให้มีหลายระดับมากขึ้นกว่านี้ ซึ่งจะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตอีกทางหนึ่งด้วย

3. งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของการเติมวัตถุกันเสีย คือ เกลือเบนโซเอต เติมในปริมาณร้อยละ 0.1 ของปริมาณซอสเคย ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการลดปริมาณวัตถุกันเสียที่จะนำมาใช้ให้น้อยลง หรืออาจเลือกวัตถุกันเสียชนิดอื่น ๆ มาใช้แทนเกลือเบนโซเอต เช่น กรดซอร์บิก หรือเกลือซอร์เบต หรืออาจศึกษาสภาวะการบรรจุอื่น ๆ เพื่อที่จะช่วยลดปริมาณการเติมวัตถุกันเสียให้น้อยลง เช่น เก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ

4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ซอสเคยในงานวิจัยนี้ ใช้เวลาในการศึกษาเพียง 12 สัปดาห์เท่านั้น แต่โดยทั่วไปแล้วอายุการเก็บซอสที่มีจำหน่ายในท้องตลาด สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 6 เดือน ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระยะเวลาการเก็บรักษาตามระยะเวลาของผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2551. **สถิติการประมง**. แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th/it-stat/, 8 เมษายน 2551.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2519. **ซอสหอยนางรม**. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.

กรมศุลกากร. 2547. **สถิติการนำเข้า-ส่งออก**. แหล่งที่มา:http//www.customs.go.th/statistic/ StatisticIndex.jsp, 29 มกราคม 2548.

กรมอนามัย. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กองโภชนาการ, กรุงเทพฯ.

ชิษณุสรร สวัสดิวัฒน์. 2530. **เอนไซม์และปฏิกิริยาในชีวเคมี**, น. 52-54. *ใน* มนตรี จุฬาวัฒนทล. ชีวเคมี. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศ.ล. กรุงเทพฯ.

โชคชัย ธีระกุลเกียรติ. 2538. **การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตเอนไซม์บรอมมิเลนจากลำต้นสับปะรด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เติมศักดิ์ โชติวรรณวิรัช. 2523. **การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นเมือง:กะปิ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทนงค์ ภัครัชพันธุ์. 2522. **เอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บังอร เชื้อโพธิ์หัก, มยุรี จัยวัฒน์ และ นงนุช รักสกุลไทย. 2524. การใช้เอนไซม์บรอมเมลินจากสับปะรดเพื่อเร่งกระบวนการทำน้ำปลาจากปลาสร้อย. **วารสารการประมง** 34(6): 649-659.

นงนุช รักสกุลไทย. ม.ป.ป. **สารเจือปนอาหารที่ใช้ในอุตสาหกรรมประมง**. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาสารเจือปนอาหารที่ใช้ในอุตสาหกรรมประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ.

ประเสริฐ กองทิพย์. 2508. **การทดลองใช้เอนไซม์บรอมมิเลนช่วยในการทำน้ำปลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก. 2533. **การศึกษาเปรียบเทียบการใช้กรดและเอนไซม์ในการทำซอสหอยนางรมและหอยแมลงภู่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย. 2534. การใช้เอนไซม์ปาเปนและบรอมมิเลนในการทำซอสหอยนางรม. **วารสารเกษตรศาสตร์** 25(1): 65-74.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2535. **เอนไซม์ทางอาหาร ตอนที่ 1**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. **การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัชรี ธีรสุนทรวัฒน์. 2536. **การผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารจากหัวกุ้ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มยุรี จัยวัฒน์ , นงนุช รักสกุลไทย, และปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก. 2541. **การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหอยแมลงภู่และหอยลาย**. (รายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณบดี เอกปิยะกุล. 2549. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสหอยแครง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. **วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร**. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรศาสตร์แห่งชาติ. วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สมาน ศรีชัยดำรง. 2532. **ผู้จัดการบริษัทไทยเทพรสผลิตภัณฑ์อาหารจำกัด**. สัมภาษณ์, 15 พฤษภาคม 2532.

สิติมา จิตตินันท์ และ จิราพรรณ แซ่ลิ้ม. 2528. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำมันหอย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2526. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์-อุตสาหกรรมน้ำปลาพื้นบ้าน**. มอก. 3-2526

_____. 2538. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์-อุตสาหกรรมซอสหอยนางรม**. มอก. 1317-2538

อำนวย โชติญาณวงษ์. 2524. **การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง**. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

Adler-Nissen, J. 1986. **Enzymic Hydrolysis of Food Protein**. Vanderbrilt, New York. 421 p.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 27th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Bailey, J. 1967. **Techniques in Protein Chemistry**, 2nd ed., Elsevier Publishing Company, New York.

Beddows, C.G. and A.G. Ardeshir. 1979. The production of soluble fish protein solution for uses in fish sauce manufacture I. The use of add enzyme. **J. Food. Technol**. 14: 603-612

Brody, J. 1965. **Fishery By-product Technology**. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.

Chen, S.P. 1992. Traditional oyster product. **INFOFISH International**. 5: 27-32

Clydesdale, F.M. 1976. Instrumental technique for color measument of food. **Food Technol**. 30 (10): 52-59.

Damodaran, S. 1996. Amino acids, peptides and protein, pp. 321-430. *In* O.R. Fennema (ed). **Food Chemistry**. 3rd ed. Marcel Dekker, New York.

Gildberg, A. 1993. Enzymic processing of marine raw materials. **Process Biochemistry**. 28: 1-15.

Godfrey, T. 1985. Fresh opportunities and enzymes news. **J. Food**. April: 37-41.

Hall, G.M. and N.H. Ahmad. 1992. Functional properties of fish protein hydrolysates, pp. 249-274. *In* G.M. Hall (ed). **Fish Processing Technology**. Van Nostrand Reinhold, New York.

Konosu, S. and K. Yamaguchi. 1982. The flavor componenets in fish and shellfish, pp. 367-404. *In* R.E. Martin, G. Flic , C.E. Hebard and R. Ward (eds). **Chemistry and Biochemistry of marine Food Product**. AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.

Kristinsson, H.G. and B.A. Rasco. 2000. Fish protein hydrolysates: production, biochemical and functional properties. **Cri. Rev. Food Sci. Nutri**. 40: 43-81

Light, A. and E.L. Smith. 1963. Method of protein hydrolysis, pp. 32-39. *In* Light, A. **The Protein (Composition, Structure and Function)**. Academic Press, London.

Loffler, A. 1986. Proteolytic enzyme: Sources and applications. **Food Technol**. 4(12): 63-70.

Mahesh, T., T.M.R. Setty, T.S. Shetty and C.N. Ravishankar. 1993. Studies on the preparation of functional fish protein concentrate from *Nemipterus japonicus* by enzymatic method. **Fishery Technol**. 30: 57-61.

Onodenalore, A.C. and F. Shahidi. 1996. Protein dispersions and hydrolysates from shark (*Isurus oxyrinc*hus). **J. Aquat. Food Prod.Tech.** 5: 43-59.

Peterson, J. 1974. **Encyclopaedia of Food Technology**. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Poosaran, N. 1986. Fish Sauces II: Enzyme hydrolysis. **Songklanakarin J. Sci. Technol**. 8: 205-207.

Roxas, B. and G. Konrad. 1959. Maillard reaction in acid medium. **Advance in Carbohydrate Chem**. 14: 110-111.

Shahidi, F., X.Q. Han and J. Synowiecki. 1995. Production and characteristic of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). **Food Chem**. 58: 285-293.

Wurzburg, O.B. 1986. Converted Starches, pp. 180-196. *In* O.B. Wurzburg (ed). **Modified starches: Properties and uses**. CRC Press, Boca Raton, Florida.

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบ

ภาคผนวก ก1 แบบทดสอบความชอบ โดยวิธี Hedonic scale (การคัดเลือกสูตร การพัฒนาสูตร และศึกษาอายุการเก็บรักษาซอสเคย)

ผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบน้อยที่สุด	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ปัจจัย	คะแนนความชอบของตัวอย่าง
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	
ความหนืด	
ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ก2 แบบทดสอบความชอบ โดยวิธี Just about right (การคัดเลือกสูตร และการพัฒนาสูตรซอสเคย)

ผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความรู้สึกต่อตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

5 = มากเกินไป 2 = น้อยปานกลาง

4 = มากปานกลาง 1 = น้อยเกินไป

3 = พอดี

ปัจจัย	คะแนนความชอบของตัวอย่าง
สี	
กลิ่น	
รสหวาน	
รสเค็ม	
ความหนืด	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ก3 แบบทดสอบการยอมรับ (การศึกษาอายุการเก็บรักษาซอสเคย)

ผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....
ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนในแต่ละคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ตามใบหลักเกณฑ์การให้คะแนนการยอมรับ

คุณลักษณะ	คะแนน
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ก4 คำอธิบายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอสเคย สำหรับการศึกษาอายุการเก็บรักษาซอสเคย

คุณลักษณะ	ระดับการตัดสิน	คะแนน
ลักษณะปรากฏ	มีเนื้อเนียนและเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอดี ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรณีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วย ส่วนนั้นมีการกระจายตัวสม่ำเสมอดี	4
	มีเนื้อเนียนและเป็นเนื้อเดียวกันค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรณีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วยส่วนนั้นมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ	3
	เนื้อไม่เนียนหรือไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรณีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วย ส่วนนั้นมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ	2
	เนื้อไม่เนียนหรือไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีการแยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน ในกรณีที่มีส่วนประกอบที่ไม่ละลายอยู่ด้วย ส่วนนั้นมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ	1
สี	สีน้ำตาล สม่ำเสมอดี	4
	สีน้ำตาล ค่อนข้างสม่ำเสมอ	3
	สีไม่สม่ำเสมอ	2
	สีผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับ หรือมีสิ่งผิดปกติเห็นเป็นก้อนหรือเม็ดปนอยู่	1
กลิ่น	มีกลิ่นเฉพาะของซอสเคยชัดเจน	4
	มีกลิ่นเฉพาะของซอสเคยปานกลาง	3
	มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย แต่ยังเป็นที่ยอมรับ	2
	กลิ่นผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับ เช่น กลิ่นหืน เหม็นเปรี้ยว หรือบูดเน่า	1
รสชาติ	รสกลมกล่อมดีมาก	4
	รสกลมกล่อมดี	3
	รสไม่กลมกล่อม	2
	รสผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับ เช่น รสเปรี้ยว	1

ที่มา: ดัดแปลงมาจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538)

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลชีววิทยา

ภาคผนวก ข1 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม และ Selenium reagent mixture ประมาณ 1 กรัมใส่ในขวดย่อย (Kjeldahl flask)

2. เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำไปย่อยโดยให้ความร้อนอ่อน ๆ ในระยะแรก แล้วค่อยเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้น ย่อยจนได้สารละลายใสย่อยต่อไปอีก 30 นาทีจึงยุติ

3. ปล่อยให้เย็นลงหรือพออุ่นๆ เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 30 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4. นำไปกลั่นโดยใช้เครื่อง Buchi 323 และใช้สารละลายกรดบอริคร้อยละ 2 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เติมอินดิเคเตอร์ผสม 2-3 หยด เป็นสารที่ใช้จับแอมโมเนียที่กลั่นได้ จนกระทั่งมีปริมาตรประมาณ 200 มิลลิลิตร

5. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริคเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึงจุดยุติจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู

6. ทำ Blank โดยใช้ภาวะเดียวกันกับตัวอย่าง

7. นำปริมาณกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทไปใช้ในการคำนวณปริมาณไนโตรเจน

$$\text{ร้อยละไนโตรเจน} = \frac{(B-C) \times A \times 0.014 \times 100 \times 6.25}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

A คือ ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริค เป็นนอร์มัล
B คือ ปริมาตรของกรดซัลฟูริคที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง เป็นมิลลิลิตร
C คือ ปริมาตรของกรดซัลฟูริคที่ได้ในการไตเตรต Blank เป็นนอร์มัล

ภาคผนวก ข2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน (ตัวอย่างสด 5-10 กรัม ตัวอย่างแห้งประมาณ 2 กรัม) ใส่กระดาษกรอง นำไปอบให้แห้งแล้วพับใส่ใน Thimble

2. อบและชั่งน้ำหนักของถ้วยสกัด (Cup) ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

3. เติมตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ที่มี boiling point 60 องศาเซลเซียส ลงในถ้วยสกัด 50 มิลลิลิตร แล้วต่อเข้ากับเครื่องสกัด จากนั้นทำการสกัดไขมัน ประมาณ 15 นาที

4. นำถ้วยสกัดที่มีไขมันและตัวทำละลายที่ติดมาเล็กน้อยไประเหยตัวทำละลายออกให้หมด โดยใช้อุณหภูมิต่ำ ๆ จากนั้นปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วนำไปชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณปริมาณไขมัน

$$\text{ร้อยละของไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมัน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ข3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1. อบ Aluminium dish ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนัก นำไปอบต่ออีก 30 นาที ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อให้น้ำหนักคงที่ ถ้าไม่คงที่ให้อบซ้ำอีกครั้ง

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2-10 กรัม ลงใน Aluminium dish แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

3. นำไปอบอีกครั้งที่สภาวะเดิม ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

<u>การคำนวณปริมาณความชื้น</u>

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

<u>การคำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมด</u>

$$\text{ปริมาณของแข็ง (\%) (ตัวอย่างของเหลว)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

1. เผา Crucible ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาทิ้งไว้สักครู่ นำเข้าโถดูดความชื้น (Desiccator) ปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (ตัวอย่างแห้งประมาณ 2 กรัม ตัวอย่างสด 8-12 กรัม) ใส่ใน Crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

3. เผา Crucible จนกระทั่งหมดควัน จึงนำเข้าเตาเผา เผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาทิ้งไว้สักครู่ นำเข้าโถดูดความชื้น(Desiccator) ปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่

<u>การคำนวณปริมาณเถ้า</u>

$$\text{ร้อยละของเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ข5 การวัดค่าความเป็นกรดเบส (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่างจำนวน 5 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มไล่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 20 มิลลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นละเอียด วัดค่าความเป็นกรดเบสด้วยเครื่องวัดที่ผ่านการปรับมาตรฐานด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ความเป็นกรดเบส 4 และ 7 แล้ว ตามวิธีการใช้เครื่องมือ

ภาคผนวก ข6 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2526)

6.1 การเตรียมสารเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

6.1.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 N ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ เอ.อาร์. เกรด ปริมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บสารละลายด่างไว้ในขวด

6.1.2 สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม เตรียมโดยละลายโบรโมคลีซอลกรีน 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ และละลายเมทธิลเรด 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาผสมกันในอัตรา 1:2 โดยปริมาตร

6.1.3 สารละลายกรดซัลฟูริค เข้มข้น 0.1 N เตรียมโดยเจือจางกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2.7 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร นำไปเทียบหาค่ามาตรฐานโดยไตเตรตกับโซเดียมคาร์บอเนต

6.1.4 สารละลายกรดบอริก เข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยชั่งกรดบอริก เอ.อาร์.เกรด ปริมาณ 40 กรัม ละลายลงในน้ำกลั่นจำนวนหนึ่ง และปรับปริมาตรให้ได้ ปริมาตร 1 ลิตร

ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโน คือ ผลต่างคิดเป็นกรัมระหว่างฟอร์มัลดีไฮด์ไนโตรเจน (Formaldehyde nitrogen) กับแอมโมเนียคัลไนโตรเจน (Ammoniacal nitrogen) ในตัวอย่าง 1 กรัม กรณีอะมิโนไนโตรเจนในรูปร้อยละของไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ

$$\frac{\text{อะมิโนไนโตรเจน (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)} \times 100}{\text{ไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ)}}$$

6.2 ปริมาณฟอร์มัลดีไอด์ไนโตรเจน

นำตัวอย่างที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:9 มา 10 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 7 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N เติมสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ที่มี pH ไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนได้ค่า pH เท่ากับ 9 คำนวณหาปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ไนโตรเจน

$$X = 14\ yN$$

X คือ ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ไนโตรเจนในตัวอย่าง 1 ลิตร (กรัม)
Y คือ ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)
N คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (N)

6.3 ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน

นำตัวอย่างที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:9 มา 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดกลั่น เติมแมกนีเซียมออกไซด์ 1.5 กรัม และน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั่นแอมโมเนียที่เกิดขึ้นลงในขวดแก้วที่มีกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และมีเมทิลเรดโบรโมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ 6-10 หยด จนกระทั่งปริมาตรของสารละลายในขวดกลั่นเหลือเพียง 1 ใน 4 ของปริมาตรเดิมไตเตรตแอมโมเนียที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดซัลฟูริค 0.1 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู คำนวณหาปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจน

$$X = 5.6\ yN$$

X คือ ปริมาณแอมโมเนียคัลไนโตรเจนในตัวอย่าง 1 ลิตร (กรัม)
Y คือ ปริมาณสารละลายกรดซัลฟูริคที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)
N คือ ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริค (N)

ภาคผนวก ข7 การวัดค่าความหนืด (มอก.1317-2538)

เทตัวอย่างลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร และนำไปวัดความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer model DV2+) ใช้จานหมุนเบอร์ 4 ใช้ความเร็วรอบ 10 รอบ/ นาที เป็นเวลา 3 นาที วิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง

ภาคผนวก ข8 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (AOAC, 2000)

1. การเตรียมตัวอย่าง ทำโดย ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (Aseptic Technique) แล้วเติมสารละลายเจือจางโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.85 ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ลงไป 225 มิลลิลิตร ปั่นตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง (Stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10 จากนั้นทำการเจือจางลงครั้งละ 10 เท่า จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

2. ใช้วิธี Pour plate technique โดยปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเลี้ยงที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ค่อยๆ รินอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อยๆ เขย่าให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-28 ชั่วโมง

3 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี (Colony counter)

4 หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้แต่ละระดับความเจือจาง คูณด้วยค่า Dilution factor คำนวณเป็นโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

ภาคผนวก ข9 วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Coliforms (AOAC., 2000)

การตรวจสอบ Coliforms วิเคราะห์ตาม Most Probable Number (MPN)

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่างๆกัน ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulfate Tryptose Broth (LSTB) ที่มีหลอดดักก๊าซอยู่ด้วย โดยใส่ความเจือจางละ 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร ทำอย่างน้อย 3 ความเจือจางต่อเนื่องกัน

2. นำหลอด LSTB ไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่งโมง แล้วอ่านผลโดยสังเกตก๊าซที่เกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ หลอดที่มีก๊าซบันทึกผลเป็นบวก

3. ใช้ loop ถ่ายเชื้อจาก LSTB ที่ให้ผลบวก จำนวน 1 loopful ใส่ลงใน brilliant green lactose bile broth (BGLB) ที่มีหลอดดักก๊าซอยู่ด้วย บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง สังเกตก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ หลอดที่มีก๊าซบันทึกผลเป็นบวก

4. ใช้ loop ถ่ายเชื้อจากหลอดอารเลี้ยงเชื้อ BGLB ที่เกิดก๊าซมา streak ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ Levine eosin methalene blue (L-EMB) agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยโคลิฟอร์มแบคทีเรียบน L-EMB agar จะมีโคโลนีสีชมพูหรือม่วงเข้ม บริเวณตรงกลางโคโลนีมีสีดำ

5. คัดเลือกโคโลนีที่สงสัยว่าจะเป็นโคลิฟอร์มบน L-EMB agar (1) มาปลูกลงในหลอดอาหาร LSTB อีกครั้ง บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง แล้วดูการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ (2) มาปลูกลงใน nutrient agar slant บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง แล้วนำมาศึกษารูปร่าง การติดสีแกรม โดยโคลิฟอร์มจะสามารถเจริญใน LSTB แล้วสร้างก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ เมื่อย้อมสีแบบแกรมจะมีรูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์และติดสีแกรมลบ

รายงานผล โดยนับจำนวนหลอดของแต่ละความเจือจางที่ให้ผลบวกใน BGLB ละให้ผลการตรวจสอบตรงตามผลของโคลิฟอร์ม ไปเปรียบเทียบกับตาราง MPN ที่กำหนดจะได้ค่าซึ่งคำนวณเป็น MPN ของโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ภาคผนวก ข10 วิธีวิเคราะห์ปริมาณ *Staphylococcus aureus* (AOAC., 2000)

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างจากความเจือจางที่ 10^{-1} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงบนผิวหน้าที่แห้งของอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird-Parker medium ใช้แท่งแก้ว L-shape ที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ย (spread) ให้ทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยทำความเจือจางละ 2 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

2. การอ่านผล สังเกตลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird-Parker medium จะมีลักษณะโคโลนีกลม ขอบเรียบ ขนาด 2-3 มิลลิเมตร สีเทาหรือสีเทาดำ โดยสีที่ขอบโคโลนีจะอ่อนกว่าที่ตรงกลางโคโลนี รอบๆโคโลนีมีโซนทึบแสงที่ล้อมรอบด้วยโซนใสอีกชั้นหนึ่ง เมื่อแตะโคโลนีด้วยเข็มเขี่ยเชื้อ จะมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวไปทดสอบ coagulase test

3. การทดสอบ coagulase test โดยนำโคโลนีที่สงสัยว่าจะเป็น *S. aureus* มาเลี้ยงใน brain heart infusion broth (BHI) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม rabbit plasma with EDTA ลงไปอีก 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มต่ออีก 4-6 ชั่วโมง นำมาตรวจดูการแข็งตัว (clot) ของ rabbit plasma ทุกๆ 1 ชั่วโมง โดยต้องเกิดการแข็งตัวภายใน 4-6 ชั่วโมง จึงจะถือว่าให้ผลบวก

4. คำนวณและรายงานผล จำนวนของ *S. aureus* ในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

ภาคผนวก ข11 วิธีวิเคราะห์ปริมาณ *Salmonella* spp. (AOAC., 2000)

1. ใช้ตัวอย่างประมาณ 25 กรัม ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ lactose broth (LB) 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

2. ใช้ปิเปตถ่ายเชื้อจาก LB มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ selenite cystine broth (SC) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

3. ใช้ loop ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ SC มา streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose Lysine Desoxycholate agar (XLD) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

4. การอ่านผล โดยดูลักษณะโคโลนีของ *Salmonella* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD ซึ่งโคโลนีมีลักษณะใสขอบโคโลนีเรียบ อาจมีหรือไม่มีจุดดำของเหล็กซัลไฟด์ตรงกลางโคโลนี อาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ โคโลนีมีสีแดงหรือสีชมพูแดง (อาหารไม่เปลี่ยนสี)

5. คัดเลือกตัวแทนของโคโลนีที่มีลักษณะของ Salmonella spp. ไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีคือ การทดสอบการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ Triple Sugar Iron agar (TSI) และ Moyility Indole Lysine medium (MIL) โดยถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่สงสัยด้วย needle ปลูกลงใน TSI และ MIL นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง *Salmonella* spp. บน TSI จะให้ผล slant เป็นด่าง(สีแดง)และ butt เป็นกรด(สีเหลือง) [K/A] อาจพบหรือไม่พบการสร้างก๊าซ และสีดำจากเหล็กซัลไฟด์ ส่วนบน MIL พบว่า motility ส่วนใหญ่ให้ผลบวก (มีการเจริญนอกแนวที่ปลูกเชื้อ), indole ให้ผลลบ (ไม่เกิดสีชมพูในชั้นของ Kovacs' reagent), lysine decarboxylase ส่วนใหญ่ให้ผลบวก (อาหารเลี้ยงเชื้อมีสีม่วงเหมือนเดิม) ยกเว้น *S. gallinarum, S. pullorum* ที่ให้ผล motility เป็นลบ

6. รายงานผลว่าพบหรือไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างอาหาร 25 กรัม

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติและตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ ค1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสซอสหอยนางรมจากท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	การทดลอง	4	38.910	2.048	1.708^{ns}
	ผู้ทดสอบ	29	17.660	4.415	3.682**
	Error	116	91.140	1.199	
สี	การทดลอง	4	57.550	3.029	2.846**
	ผู้ทดสอบ	29	31.825	7.956	7.477**
	Error	116	80.875	1.064	
กลิ่น	การทดลอง	4	54.000	2.842	1.738^{ns}
	ผู้ทดสอบ	29	37.700	9.425	5.763**
	Error	116	124.300	1.636	
รสชาติ	การทดลอง	4	88.910	4.679	3.548**
	ผู้ทดสอบ	29	22.160	5.540	4.200**
	Error	116	100.240	1.319	
ความชอบรวม	การทดลอง	4	27.015	6.754	6.565**
	ผู้ทดสอบ	29	48.090	2.531	2.460**
	Error	116	78.185	1.029	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ค2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณอะมิโนไนโตรเจน ในน้ำเคยสกัดที่ผ่านการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์บรอมิเลน โดยบ่มที่อุณหภูมิ 55±1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 ตามลำดับ และระยะเวลาย่อย 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)	ระยะเวลาย่อย (A)	3	0.222	0.055	53379.874**
	ระดับเอนไซม์ (B)	4	0.700	0.233	149481.0**
	A x B	12	0.065	0.005	19809.802**
	Error	38	0.001	0.000	
ปริมาณอะมิโนไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)	ระยะเวลาย่อย (A)	3	0.540	0.135	0.836ns
	ระดับเอนไซม์ (B)	4	1.364	0.455	4.027*
	A x B	12	1.950	0.163	0.732ns
	Error	38	5.092	0.134	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ค3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบซอสเคย

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	การทดลอง	2	0.133	0.067	2.213^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	17.933	0.944	3.022**
	Error	38	11.867	0.312	
สี	การทดลอง	2	0.533	0.267	0.792^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	11.000	0.579	1.719^{ns}
	Error	38	12.800	0.337	
กลิ่น	การทดลอง	2	0.933	0.467	1.291^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	15.267	0.804	2.223^{ns}
	Error	38	13.733	0.361	
รสชาติ	การทดลอง	2	3.900	1.950	6.676**
	ผู้ทดสอบ	19	16.150	0.850	2.910**
	Error	38	11.100	0.292	
ความหนืด	การทดลอง	2	0.225	0.112	0.263^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	13.213	0.695	1.624^{ns}
	Error	38	16.275	0.428	
ความชอบรวม	การทดลอง	2	4.933	2.467	5.492**
	ผู้ทดสอบ	19	15.933	0.839	1.867**
	Error	38	17.067	0.449	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

ตารางผนวกที่ ค4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซอสเคย โดยกำหนดระดับปริมาณเกลือเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 3, ร้อยละ 5 และร้อยละ 7 ของปริมาณซอสเคยที่ผลิต

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	การทดลอง	2	1.033	0.517	38.978^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	16.667	0.877	6.344^{ns}
	Error	38	29.633	0.780	
สี	การทดลอง	2	1.900	0.950	2.339^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	18.267	0.961	2.367^{ns}
	Error	38	15.433	0.406	
กลิ่น	การทดลอง	2	0.233	0.117	0.172^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	10.933	0.575	0.849^{ns}
	Error	38	25.767	0.678	
รสชาติ	การทดลอง	2	0.233	0.117	0.259^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	11.400	0.600	1.333^{ns}
	Error	38	17.100	0.450	
ความหนืด	การทดลอง	2	2.433	1.217	2.212^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	12.850	0.676	1.230^{ns}
	Error	38	20.900	0.550	
ความชอบรวม	การทดลอง	2	0.700	0.350	0.800^{ns}
	ผู้ทดสอบ	19	11.917	0.627	1.433^{ns}
	Error	38	16.633	0.438	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวกที่ ค5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสเคย ในช่วงเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา(A)	11	14.181	1.289	2.447^{ns}
	อุณหภูมิ (B)	1	0.958	0.958	1.840^{ns}
	Error (B)	11	5.726	0.521	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	17.16	17.16	37.319^{**}
	B x C	1	0.072	0.072	0.157^{ns}
	Error (C)	22	10.116	0.46	
สี	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา(A)	11	2.326	0.211	2.218^{**}
	อุณหภูมิ (B)	1	0.034	0.034	1.290^{ns}
	Error	11	0.291	0.026	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.375	0.375	22.859^{**}
	B x C	1	0.035	0.035	2.149^{ns}
	Error (C)	22	0.36	0.016	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค5 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
กลิ่น	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	1.740	0.158	23.251**
	อุณหภูมิ (B)	1	0.014	0.014	2.009ns
	Error (B)	11	0.075	0.007	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.402	0.402	42.234**
	B x C	1	0.017	0.017	1.736ns
	Error (C)	22	0.209	0.010	
รสชาติ	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	4.402	0.400	8.824**
	อุณหภูมิ (B)	1	0.060	0.060	1.312ns
	Error (B)	11	0.499	0.045	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.966	0.966	33.908**
	B x C	1	0.032	0.032	1.106ns
	Error (C)	22	0.627	0.028	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค5 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ความหนืด	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	3.540	0.322	18.433**
	อุณหภูมิ (B)	1	0.006	0.006	0.335ns
	Error (B)	11	0.192	0.017	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.579	0.579	31.740**
	B x C	1	0.048	0.048	2.606ns
	Error (C)	22	0.401	0.018	
ความชอบรวม	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	5.487	0.499	5.124**
	อุณหภูมิ (B)	1	0.121	0.121	1.238ns
	Error (B)	11	11.075	0.098	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	1.271	1.271	22.436**
	B x C	1	0.041	0.041	0.731ns
	Error (C)	22	1.246	0.057	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนน (scoring test) ของซอสเคย ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	5.901	0.536	428.443^{ns}
	อุณหภูมิ (B)	1	0.002	0.002	1.399**
	Error (B)	11	0.014	0.001	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	2.471	2.471	46.365**
	B x C	1	0.067	0.067	1.253^{ns}
	Error (C)	22			
สี	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	13.374	0.704	1.944**
	อุณหภูมิ (B)	1	0.003	0.003	4.097^{ns}
	Error (B)	11	0.007	0.001	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	1.261	1.261	102.062**
	B x C	1	0.072	0.072	5.834*
	Error (C)	22			

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค6 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
กลิ่น	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	4.488	0.408	474.936**
	อุณหภูมิ (B)	1	0.000	0.000	0.349ns
	Error (B)	11	0.009	0.001	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.711	0.711	123.514**
	B x C	1	0.057	0.057	9.979**
	Error (C)	22	0.127	0.006	
รสชาติ	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	4.143	0.377	623.826**
	อุณหภูมิ (B)	1	0.000	0.000	0.345ns
	Error (B)	11	0.007	0.001	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.919	0.919	208.241**
	B x C	1	0.041	0.041	9.248**
	Error (C)	22	0.097	0.004	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค7 ค่าความหนืดและค่าสีเฉลี่ยของซอสเคยในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ความหนืด	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	2329926.192	211811.472	86.431**
	อุณหภูมิ (B)	1	194183.521	194583.521	79.238**
	Error (B)	11	26957.063	2450.624	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	19266.724	19266.724	75.372**
	B x C	1	707.891	707.891	2.769ns
	Error (C)	22	5623.662	255.621	
ค่า L*	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	175.823	15.984	2.218ns
	อุณหภูมิ (B)	1	165.615	165.615	26.210**
	Error (B)	11	79.264	7.206	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.000	0.000	0.002**
	B x C	1	0.048	0.048	3.559ns
	Error (C)	22	0.298	0.014	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ตารางผนวกที่ ค7 (ต่อ)

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ค่า a*	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	351.509	31.955	11.979**
	อุณหภูมิ (B)	1	97.765	97.765	36.650**
	Error (B)	11	29.343	2.668	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.126	0.126	11.239**
	B x C	1	0.246	0.011	0.293 ns
	Error (C)	22	0.003	0.003	
ค่า b*	Main Plot				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (A)	11	102.148	9.286	4.257*
	อุณหภูมิ (B)	1	55.642	55.642	25.507**
	Error (B)	11	23.996	2.181	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	0.056	5.936	8.857**
	B x C	1	0.039	0.033	6.091**
	Error (C)	22	0.139	0.006	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางผนวกที่ ค8 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) ในช่วงการเก็บรักษาที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ เป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ปริมาณ	Main Plot				
แบคทีเรีย	ระยะเวลาการเก็บรักษา(A)	11	251768817	22888074.31	88.703**
ทั้งหมด	อุณหภูมิ (B)	1	2570571.705	2570571.705	9.962**
(โคโลนี/กรัม)	Error (B)	11	2838326.432	258029.676	
	Subunit				
	สภาวะการทดลอง (C)	1	24009737.1	24009737.15	18.265**
	B x C	22	779955.788	779955.788	0.593ns
	Error (C)	1	28919222.7	1314510.121	

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.01$)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	สุทธินี ตันติปัญญาเทพ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	16 พฤศจิกายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นิสิตปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง