



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)
ปริญญา

ผลิตภัณฑ์ประมง

ผลิตภัณฑ์ประมง

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุยเทศ

Development of Fish Sausage from Hybrid Clarias Catfish Surimi

นามผู้วิจัย นางสาวประทุมวัลย์ สงคง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

ดร. รังษิยา ใจดี

(รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D.)

กรรมการ

ดร.พนัส สมบุญญฤทธิ

(อาจารย์วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ, M.Sc.)

กรรมการ

ดร. อธิษฐ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ, D.Sc.)

หัวหน้าภาควิชา

ดร. วรวิทย์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย วรวิทย์เมธีกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

ดร. อธิษฐ์

(รองศาสตราจารย์วันชัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ

Development of Fish Sausage from Hybrid Clarias Catfish Surimi

โดย

นางสาวประทุมวัลย์ สงคง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1068-8

ประทุมวัลย์ สงคง 2549: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมีปลาอุยเทศ

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง) สาขาผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์

ประมง ปรชานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D. 175 หน้า

ISBN 974-16-1068-8

นำปลาอุยเทศมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตซูริมี พบว่าการล้างเนื้อปลา 1 และ 2 ครั้ง ให้ค่าความเหนียว และสีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่การให้ความร้อนในการเกิดเจล คือ 90°C 30 นาที และ อุณหภูมิ 40°C 30 นาที ตามด้วย 90°C 30 นาที กับ 60°C 30 นาทีตามด้วย 90°C 30 นาที มีผลต่อค่า ความเหนียว ($P\leq 0.05$) โดยการล้างเนื้อปลา 1 ครั้ง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40°C 30 นาทีตามด้วย 90°C 30 นาที วัดค่าความเหนียว (gel strength) ด้วยเครื่อง rheometer ได้สูงสุดเท่ากับ 404.03 กรัม.เซนติเมตร ทดสอบการพับได้ระดับคุณภาพ AA ความขาว (whiteness) ด้วยเครื่อง chroma meter เท่ากับ 75.07 นำ ซูริมีปลาอุยเทศที่ผลิตโดยการล้างเนื้อปลา 1 ครั้ง มาทดลองผลิตไส้กรอก 3 สูตร คือ สูตรพื้นฐาน สูตร- กระเทียมพริกไทย และสูตรผสมเครื่องแกง ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกจำนวน 20 คน พบว่าคะแนนการยอมรับแบบ Hedonic scale 1 - 9 คะแนน ของ ไส้กรอกทั้งสามสูตรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่ไส้กรอกซูริมีผสมเครื่องแกงมีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด จึงทดลองผลิตไส้กรอกซูริมีผสมเครื่องแกงโดยแปรวิธีการเตรียมเครื่องแกงแบบเติมน้ำ (บดแบบเปียก) และไม่เติมน้ำ (บดแบบแห้ง) รวมทั้งแปรสัดส่วนเครื่องแกงที่ใช้เป็นร้อยละ 30 40 และ 50 ของ น้ำหนักซูริมี ตามลำดับ ผู้ทดสอบยอมรับไส้กรอกซูริมีผสมเครื่องแกงที่ผลิตด้วยวิธีบดแบบแห้ง และใช้สัดส่วนของเครื่องแกงร้อยละ 40 มากที่สุด ($P\leq 0.05$) นำไส้กรอกผสมเครื่องแกงสูตรนี้ มาทดลองบรรจุในถุง พลาสติก ชนิด PA/LDPE ภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ (ในน้ำแข็ง) และ $4-10^{\circ}\text{C}$ (ในตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา พบว่าไส้กรอกทั้งสองสภาวะการบรรจุเก็บที่อุณหภูมิ $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ และบรรจุแบบสุญญากาศเก็บที่ $4-10^{\circ}\text{C}$ มีอายุการเก็บรักษานานกว่า 7 สัปดาห์ ส่วนไส้กรอก บรรจุสภาวะบรรยากาศปกติเก็บที่อุณหภูมิ $4-10^{\circ}\text{C}$ ได้เพียง 6 สัปดาห์ เนื่องจากพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่า 1.0×10^4 โคโลนีต่อกรัม แต่ไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในทุกตัวอย่างที่ทดลอง ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่ายอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมีผสมเครื่องแกงในระดับชอบปานกลาง ชอบมาก และชอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33 51 และ 11 ตามลำดับ

ประทุมวัลย์ สงคง
ลายมือชื่อนิสิต

นาง รังษิยา
ลายมือชื่อประธานกรรมการ

๒๐ / ๒๒ / ๕๕

Pratumwan Songkong 2006: Development of Fish Sausage from Hybrid Clarias Catfish Surimi. Master of Science (Fishery Products), Major Field: Fishery Products, Department of Fishery Products, Thesis Advisor: Associate Professor Nongnuch Raksakulthai, Ph.D. 175 pages.
ISBN 974-16-1068-8

Production of surimi from hybrid catfish was carried out. There were no significant differences between one-time and two-time washing steps ($P>0.05$). While the heating conditions for gel preparation i.e. 90°C 30 min, 40°C 30 min/ 90°C 30 min and 60°C 30 min/ 90°C 30 min affected on gel strength of surimi ($P\leq 0.05$). Gel strength determined by rheometer, folding test and whiteness by chroma meter of hybrid catfish surimi made by one-time washing and gel setting at 40°C 30 min/ 90°C 30 min were 404.03 g.cm, AA and 75.07, respectively. Three recipes of sausage namely emulsion sausage, garlic-pepper sausage and chili paste sausage were prepared from hybrid catfish surimi. It was found that the 20 trained panelists accepted all recipes ($P>0.05$) and gave the highest score of acceptability for the chili paste sausage. This sausage was produced by variation of wet and dry chili paste preparation and quantity at 30%, 40% and 50%. The 40% dry chili paste surimi sausage with the highest acceptability score was further studied for shelflife. The sausages were packed in PA/LDPE plastic bags under air and vacuum conditions and kept at $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (in ice) or $4-10^{\circ}\text{C}$ (in refrigerator). The chemical, physical, microbiological quality and sensory evaluation of this sausage were determined. These sausages packed under air and vacuum kept at $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and vacuum packed kept at $4-10^{\circ}\text{C}$ could be kept for more than 7 weeks while those packed under air and kept at $4-10^{\circ}\text{C}$ could be kept only for 6 weeks because the total viable count was higher than 1.0×10^4 cfu/g. Pathogenic bacteria were not detected in all samples. Consumer test by 100 panelist was conducted. The chili paste hybrid catfish surimi sausage were accepted at level of medium, high and highest at 33%, 51% and 11%, respectively.

Pratumwan Songkong
Student's signature

Nongnuch Raksakulthai 20 Jan 06
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นงนุช รักสกุลไทย ประธานกรรมการที่ปรึกษาและ อาจารย์วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ดร. วิเชียร ขงมานิตชัย อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ คุณอรวรรณ คงพันธุ์ นักวิชาการผลิตภัณฑ์อาหาร 8 ว. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้า นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำงาน ตลอดจนเพื่อน ๆ น้อง ๆ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้อง ๆ และครอบครัว ที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

ประทุมวัลย์ สงคง

มกราคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
ปลาคุยกุยเทศ	4
ชูริมิ	6
ไส้กรอก	14
ข้อกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นต้องอุ่นก่อนบริโภค	21
บรรจุภัณฑ์และการบรรจุผลิตภัณฑ์	22
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	30
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	47
สรุปผลการทดลอง	111
ข้อเสนอแนะ	112
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	113
ภาคผนวก	123
ภาคผนวก ก ภาพผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากชูริมิปลาคุยกุยเทศ	124
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและแบบสอบถาม	129
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางจุลชีววิทยา	134
ภาคผนวก ง ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ	155

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	คุณภาพของซูริมิแช่เยือกแข็งในประเทศไทย
2	ข้อกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นต้องอุ่นก่อนบริโภค
3	เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพของการทดสอบการพับ
4	สูตรการทดลองผลิตไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคูอุยเทศ
5	ค่าเฉลี่ยของคุณภาพทางเคมีของเนื้อปลาคูอุยเทศและซูริมิปลาคูอุยเทศที่ผ่านการล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้ง
6	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของซูริมิปลาคูอุยเทศ ที่ผลิตจากการล้างเนื้อปลา 1 ครั้ง กับ 2 ครั้ง และแปรการให้ความร้อนครั้งเดียวและสองครั้งในการเตรียมเจล
7	ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านเคมีและกายภาพของซูริมิปลาคูอุยเทศผ่านขั้นตอนการล้าง 1 ครั้ง
8	คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคูอุยเทศ จำนวน 3 สูตร
9	คุณภาพทางเคมีและกายภาพของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่ผลิตโดยวิธีการบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง
10	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงเปรียบเทียบวิธีการผลิตเครื่องแกง โดยวิธีการบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง
11	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่ผลิตโดยอัตราส่วนซูริมิต่อเครื่องแกงระดับ 100: 30 100: 40 และ 100: 50
12	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส
13	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง
14	ชนิดและปริมาณกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในปลาคูอุยเทศสดและไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง
15	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16 ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบ การยอมรับของผู้บริโภค 100 คน	98
17 ระดับการยอมรับต่อลักษณะบรรจุภัณฑ์ จากการทดสอบการยอมรับ ของผู้บริโภค จำนวน 100 คน	105
18 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุอุเทศ	106
19 ทศนคติด้านราคาของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลา จากซูริมิปลาคุอุเทศ	106
20 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูริมิจากปลาคุอุเทศ	109
21 ต้นทุนราคาวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง	110
ตารางผนวกที่	
ง1 ผลผลิตของการผลิตซูริมิจากปลาคุอุเทศ ขนาด 300 - 400 กรัมต่อตัว โดยเปรียบเทียบ การล้างเนื้อปลา 1 ครั้งและ ล้าง 2 ครั้ง	156
ง2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ ทางเคมี ของเนื้อปลาคุอุเทศสด และซูริมิจากปลาคุอุเทศ	157
ง3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการทดสอบทางกายภาพของ ซูริมิปลาคุอุเทศ ที่แปรการล้างเนื้อปลา 1 ครั้งกับ 2 ครั้ง และการให้ ความร้อนแบบสองครั้งและครั้งเดียว	158
ง4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของลักษณะทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุอุเทศ จำนวน 3 สูตร	159
ง5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย T-test ของคุณภาพทางเคมีและกายภาพของ ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง โดยวิธีการผลิตเครื่องแกงแบบเปียกกับ แบบแห้งในส่วนผสม	160

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย T-test ของลักษณะทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง โดยวิธีการผลิตเครื่องแกงแบบเปียกกับแบบแห้งในส่วนผสม	160
ง7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของลักษณะทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่ผลิตโดยอัตราส่วนซูริมิต่อเครื่องแกงระดับ 100: 30 100: 40 และ 100: 50	161
ง8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของลักษณะทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	162
ง9 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A_w) ค่าสี และค่าความเหนียว ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	164
ง10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	167
ง11 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด ความเป็นกรด-เบส กรดไทโอบาร์บิทูริก และค่าเปอร์ออกไซด์ ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	169

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ง12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ของไส้กรองซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและ สภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	172
ง13 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของไส้กรองผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษา ในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	174
ง14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ของไส้กรองซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและ สภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	175

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนการผลิตซูริมิ	31
2 การเตรียมซูริมิเจล	35
3 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคुकอุยเทศ	39
4 ผลของการล้างและการให้ความร้อนต่อค่าสี L^* a^* b^* และค่าความเหนียวของเจลของซูริมิปลาคुकอุยเทศ โดย (a) L^* (b) a^* (c) b^* (d) ค่าความเหนียวของเจล	52
5 การเปลี่ยนแปลงค่า A_w ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	71
6 การเปลี่ยนแปลงค่าสี (a) L^* (b) a^* (c) b^* (d) ค่าความเหนียวของเจลของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	72
7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	79
8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	81
9 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	83
10 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
11 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	89
12 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส	93
ภาพผนวกที่	
ก1 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาดุกอุยเทศสูตรต่าง ๆ ที่บรรจุในสภาวะ บรรยากาศปกติ (SCA = สูตรพื้นฐาน และ SSA = สูตรผสมเครื่องแกง)	127
ก2 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาดุกอุยเทศสูตรต่าง ๆ ที่บรรจุในสภาวะ สุญญากาศ (SCV = สูตรพื้นฐาน และ SSV = สูตรผสมเครื่องแกง)	127
ก3 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุในสภาวะต่าง ๆ (A = บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ B = บรรจุในสภาวะสุญญากาศ)	128

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคูอุยเทศ

Development of Fish Sausage from Hybrid Clarias Catfish Surimi

คำนำ

ปลาคูอุยเทศหรือบิกอุยหรือปลาคูอุยผสม (hybrid catfish) เป็นปลาน้ำจืดที่กรมประมงส่งเสริมให้เกษตรกรมีการเพาะเลี้ยง เป็นปลาที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีความต้านทานต่อโรคต่าง ๆ ได้ดี และให้ผลผลิตสูง (กองประมงน้ำจืด, 2538) มีลักษณะเนื้อค่อนข้างเหลืองและนุ่ม แต่ไม่เหลว มีรสชาติที่ดี (วิเศษ, 2534) ทำให้เกษตรกรมีการเลี้ยงปลาคูอุยเทศกันมาก ผลผลิตปลาที่ออกมาสู่ท้องตลาด มีปริมาณมากจึงส่งผลให้ในบางครั้งราคาของปลาคูอุยเทศตกต่ำ เป็นผลให้เกษตรกรเกิดความเดือดร้อน เนื่องจากการบริโภคปลาชนิดนี้ผู้บริโภคนิยมซื้อปลาสดที่มีชีวิตมาปรุงอาหารเอง หรือนำมาทำเค็ม ตากแห้ง ปลาคูกฟูทอดกรอบ ปลาคูกย่าง ซึ่งผลิตภัณฑ์ในรูปแบบดังกล่าวนี้ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน จึงได้มีการศึกษาโดยการนำเนื้อปลาคูอุยเทศมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดแช่แข็งที่สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าที่เรียกว่า ซูริมิ ซึ่งจัดเป็นวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูป (Intermediate product) (อรรณ, 2539) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ซูริมิเป็นวัตถุดิบนั้นจะมีคุณภาพสม่ำเสมอเพราะสามารถควบคุมคุณภาพวัตถุดิบได้ พร้อมทั้งเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจแก่ปลาคูอุยเทศ และช่วยลดปัญหาเรื่องปริมาณปลาคูกล้นตลาด เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์และใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอย่างคุ้มค่า โดยการนำปลาที่มีราคาตกต่ำ รสชาติดี หาซื้อได้ตลอดทั้งปี มาผลิตเป็นซูริมิและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น ลูกชิ้น ปลาขอมทอดมันปลา ไส้กรอก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามซูริมิที่ผลิตจากปลาคูอุยเทศนั้นมีคุณภาพต่ำกว่าซูริมิที่ผลิตจากปลาทะเล โดยมีความเหนียวปานกลาง และปลาคูอุยเทศจัดเป็นปลาที่มีไขมันสูง (อรรณ, 2539) งานวิจัยนี้จึงนำซูริมิจากปลาคูอุยเทศมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้ไขมันร่วมด้วยในกระบวนการผลิตคือ ผลิตภัณฑ์ประเภทไส้กรอก

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เริ่มต้นทำมาจากเนื้อสัตว์ต่าง ๆ เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่ ตามตำรับของประเทศทางยุโรป เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จักและนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่หาซื้อได้ง่าย มีรสชาติอร่อย สะดวกในการซื้อรับประทาน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไป เหมาะสำหรับเป็นอาหาร โดยเฉพาะอาหารสำหรับผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลามากในการประกอบอาหาร แต่เนื้อสัตว์ดังกล่าวประกอบด้วยกรดไขมันที่อิ่มตัวปริมาณ

มาก จึงอาจทำให้ผู้บริโภคได้สารที่ผลิตจากเนื้อสัตว์ดังกล่าว มีปัญหาเกี่ยวกับการเกิดเส้นเลือดตีบตันได้

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า เนื้อปลาเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูงและย่อยง่าย และเนื้อปลายังมีสารอาหารพวกกรดอะมิโนที่เป็นประโยชน์ อุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ซึ่งจำเป็นต่อร่างกายเมื่อเทียบกับสัตว์อื่น อีกทั้งไขมันส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ซึ่งมีบทบาทในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดเส้นเลือดตีบตันที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับโรคหัวใจ ช่วยลดความดันโลหิต เป็นต้น จากคุณค่าของเนื้อปลาทำให้ในปัจจุบันมีผู้บริโภคเนื้อปลามากขึ้น ถ้าหากนำเนื้อปลามาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไส้กรอกแทนเนื้อสัตว์อื่น ๆ จะเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะได้รับประโยชน์จากการบริโภคเพิ่มขึ้นดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้การผลิตไส้กรอกปลายังเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภคที่ไม่รับประทานเนื้อวัว ไก่ และเนื้อหมู ก็จะได้เลือกซื้อไส้กรอกปลาแทนและเป็นการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ด้วย ดังนั้นการผลิตไส้กรอกปลาจึงเป็นการใช้ประโยชน์จากปลา เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าทั้งทางเศรษฐกิจและทางโภชนาการ นอกจากนี้เพื่อให้เกิดความหลากหลายและเป็นทางเลือกของผู้บริโภคด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นเหตุจูงใจให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากเนื้อปลาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่คนไทยคุ้นเคย และได้รับประโยชน์จากปลา โดยใช้ชูริมิเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปไส้กรอกปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น งานวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากชูริมิปลาอุกอุยเทศ รวมทั้งการหาสภาวะการบรรจุและสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดจำหน่ายและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ
2. ศึกษาวิธีการบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ ที่เหมาะสมเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษา

การตรวจเอกสาร

ปลาดุกอุยเทศ

ปลาดุกอุยเทศ (บึกอุย, อุยป่อ) เป็นปลาที่เกิดจากการเพาะผสมเทียมข้ามพันธุ์ ระหว่าง พ่อพันธุ์ปลาดุกอ์ฟริกัน (*Clarias gariepinus*) และแม่พันธุ์ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) ซึ่ง กรมประมงทำสำเร็จเมื่อปี พ.ศ. 2531 ปลาชนิดนี้มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว เลี้ยงง่าย ทนทานต่อโรค และสภาพแวดล้อมสูง สามารถกินอาหารได้แทบทุกชนิดและมีลักษณะเนื้อคล้ายปลาดุกอุยที่คนไทยนิยมรับประทาน คือเนื้อออกสีเหลือง ลักษณะนุ่มแต่ไม่เหลว และมีรสชาติดี (วิเศษ, 2534) ในช่วงเวลาการเลี้ยง 2 - 2.5 เดือน จะได้น้ำหนักประมาณ 200 - 300 กรัมต่อตัว ซึ่งเป็นขนาดที่ตลาดต้องการ ทางกรมประมงจึงได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงเพื่อเพิ่มรายได้ โดยมีราคาซื้อขายที่ปากบ่อสูงประมาณ 35 บาทต่อกิโลกรัม ได้กำไร 12 บาทต่อกิโลกรัม (มานพ และคณะ, 2533) ต่อมาเมื่อมีการเลี้ยงเพิ่มขึ้นทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นมาก ราคาปลาจึงตกต่ำลง ในปี 2544 ช่วงเดือน มีนาคมถึงเดือนเมษายน มีราคาซื้อขายที่บ่อเพียง 20 - 22 บาทต่อกิโลกรัม (นิรนาม, 2544) การที่ราคาปลาดุกอุยเทศต่ำลงนั้น เกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ มีผลผลิตจำนวนมาก ผู้บริโภคนิยมบริโภคปลาในลักษณะปลาสด ทำให้การขนส่งต้องเสียค่าใช้จ่ายและมีความเสี่ยงสูง ตลาดปลาดุกในต่างจังหวัดยังมีการแข่งขันกับปลาดุกจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และปัญหาที่สำคัญคือ ตลาดต่างประเทศยังค่อนข้างจำกัด

1. สถานะการเลี้ยง การตลาด และการแปรรูปปลาดุกอุยเทศ

ปลาดุกเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจของไทย ในปี พ.ศ. 2544 มีการผลิตถึง 77,905.09 ตัน โดยเป็นผลผลิตจากภาคกลาง 17,208.51 ตัน ภาคตะวันตก 19,867.07 ตัน ภาคตะวันออก 9,772.41 ตัน ภาคเหนือ 14,357.59 ตัน ภาคใต้ 9,606.68 ตัน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 7,092.83 ตัน โดยมีราคาเฉลี่ย 26.09 บาทต่อกิโลกรัม (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2546)

ผลผลิตปลาดุกอุยเทศ ส่วนใหญ่จะจำหน่ายในสภาพสดมีชีวิต หากปลาตายราคาจะลดลงมาก และการแปรรูปปลาดุกอุยเทศเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่ายังมีน้อย แต่เนื่องจากผลผลิตในขณะนี้ มีปริมาณเพิ่มขึ้น จึงมีการพัฒนาการแปรรูปมากขึ้น โดย ผ่องเพ็ญ (2531) รายงานว่า ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากปลาดุกบึกอุยเป็น 2 รูปแบบ คือผลิตภัณฑ์พื้นเมือง เช่น ปลาร้า และผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มมูลค่า เป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็ง (frozen fish) นอกจากนี้ทางกองพัฒนาอุตสาหกรรม

สัตว์น้ำได้มีการทดลองนำปลาดุกบิ๊กอุยมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อีกหลายชนิด เช่น รมควัน ทำเค็ม หรือปรุงรสด้วยซีอิ้วหรือน้ำส้ม และผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง (มานพ และคณะ, 2533)

ในการบริโภคปลาดุกอุยเทศ ผู้บริโภคนิยมซื้อปลาที่มีชีวิต แล้วนำมาปรุงอาหารเอง ส่วนที่มีจำหน่ายแบบแปรรูปแล้ว เช่น ปลาดุกย่าง ปลาดุกแดดเดียว ปลาดุกฟู ปลาดุกร้า และปลาดุกเส้น เนื่องจากปลาดุกอุยเทศมีเนื้อค่อนข้างนุ่ม ไขมันสูงและมีกลิ่นโคลน ถ้านำมาผลิตเป็นซูริมิหรือเนื้อปลาบดซึ่งจัดเป็นวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูป (intermediate product) จะมีขั้นตอนในการล้างเนื้อปลาที่สามารถกำจัดกลิ่นโคลนและไขมันออกได้ นอกจากนี้ยังสามารถผสมด้วยสารโพลีฟอสเฟตและน้ำตาล เพื่อช่วยให้เก็บรักษาไว้ได้นานในสภาพแช่แข็ง ซึ่งวิธีการนี้อาจเป็นการแก้ปัญหาในช่วงที่ปลาดุกอุยเทศราคาตกต่ำได้ และยังสามารถนำเนื้อปลาดุกอุยเทศบดแช่แข็ง (ซูริมิ) นี้ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มได้หลายชนิด เช่น ทอดมัน ลูกชิ้น ปูอัด และไส้กรอก เป็นต้น (อรรณพ, 2539)

2. องค์ประกอบและคุณภาพของเนื้อปลาดุกอุยเทศ

องค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำจะแตกต่างกัน แม้ในปลาชนิดเดียวกันก็ยังมี ความแตกต่าง นอกจากนี้ปริมาณโปรตีน ไขมัน อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาลและอาหาร แต่สัตว์น้ำในแถบร้อนไม่พบความแตกต่างในช่วงฤดูกาล ชัดเจน ปลาในช่วงวางไข่จะมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น ปริมาณโปรตีนในสัตว์น้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 8 - 28 สำหรับปริมาณโปรตีนในปลาอยู่ในช่วงร้อยละ 15 - 20 (น้ำหนักสด) (นงลักษณ์, 2531) กาญจนรี และ นงนุช (2536) ได้สุ่มตัวอย่างปลาดุกอุยเทศจากแหล่งเลี้ยงต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ปริมาณความชื้นและโปรตีนในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีความชื้นและโปรตีนอยู่ในช่วง 73.79 ± 1.29 ถึง 77.13 ± 1.42 13.37 ± 1.25 ถึง 17.28 ± 0.29 ตามลำดับ ส่วนปริมาณไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งมีปริมาณอยู่ในช่วง 5.08 ± 0.57 ถึง 6.2 ± 1.81 , 1.43 ± 0.36 ถึง 1.66 ± 0.74 และ 2.02 ± 0.33 ถึง 2.53 ± 1.24 ตามลำดับ โดยผลการทดลองสอดคล้องกับ อรรณพ (2539) ซึ่งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกบิ๊กอุย ขนาดน้ำหนักตัวละ 0.8 - 1.0 กิโลกรัม ผลการวิเคราะห์พบว่า มีโปรตีนร้อยละ 15.80 ± 0.31 ไขมัน ร้อยละ 7.56 ± 0.39 เถ้าร้อยละ 1.12 ± 0.13 ความชื้นร้อยละ 76.65 ± 0.37 เกลือร้อยละ 0.24 ± 0.02 และเช่นเดียวกับ ลินีและวลัยพร (2539) ได้ศึกษา

องค์ประกอบทางเคมีของปลาคูกอุยเทศ พบว่า ปลาคูกอุยเทศที่มีขนาด 300–400 กรัม/ตัว (ตัวอย่างที่เขาหน้างอกแล้ว) จะประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 18.1 ไขมันร้อยละ 4.4 เถ้าร้อยละ 1.0 และความชื้นร้อยละ 74.5

ซูริมิ

ซูริมิ คือ ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาสดที่ผ่านการล้าง (washing) ด้วยสารละลายเกลือเจือจาง เพื่อขจัดไขมันและซาร์โคพลาสมิกโปรตีน (sarcoplasmic proteins) ออก ทำให้ไมโอไฟบริลลาโปรตีน (myofibrillar protein) เข้มข้นมากขึ้น และกำจัดน้ำบางส่วนออกจากเนื้อปลาสดหลังการล้าง แล้วนำไปบดผสมกับวัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งเป็นสารที่สามารถป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (cryoprotectant) ของโปรตีนไมโอไฟบริลลาในระหว่างการเก็บรักษาด้วยการแช่เยือกแข็ง เช่น น้ำตาล ฟอสเฟต ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ทันที หรือเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งเพื่อแปรรูปต่อไป (จิรวัดน์, 2541; จักรี, 2544; Susuki, 1981; MFRD, 1988) วัตถุดิบสำหรับผลิต ซูริมิ ในแถบเอเชียอาคเนย์ นิยมใช้ปลาทรายแดง ปลาตาโต ปลาน้ำดอกไม้ และปลาจวด ส่วนในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น นิยมใช้ปลา Alaska pollock (สุทรวัดน์, 2536; นงนุช, 2538) ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีการผลิตซูริมิมากเป็นอันดับ 2 ของโลก แต่มีการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปต่าง ๆ และมีการบริโภคซูริมิสูงที่สุด คือร้อยละ 73 ของการผลิตทั้งหมดของโลก (นฤทธิ, 2539)

ซูริมิสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิด เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงและไขมันต่ำ นิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น (ปนัดดา, 2536) โดยญี่ปุ่นเป็นผู้ค้นคิดพัฒนาขึ้น เนื่องจากต้องการใช้ประโยชน์จากปลา Alaska pollock และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตคามาโบโกะ และชิกุวะ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านของประเทศญี่ปุ่นที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ดังนั้นการผลิตซูริมิในปัจจุบันส่วนใหญ่จึงเป็นการผลิตและเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็ง ซูริมิเป็นวัตถุดิบที่สำเร็จรูปในการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหลายอย่าง เช่น เนื้อปูเทียม (crab analog) ซึ่งซูริมิที่ใช้ในการผลิตเนื้อปูเทียมจะต้องมีคุณภาพดีมาก นิยมผลิตจากปลา Alaska pollock ปลาทรายแดง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์พวก ลูกชิ้น ปลา ทอดมัน และไส้กรอกปลา สามารถใช้ซูริมิชั้นรองลงมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต (อุดม และคณะ, 2530; นฤทธิ, 2539) จะเห็นได้ว่าซูริมิที่ผลิตและนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีคุณภาพแตกต่างกันซึ่งประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดคุณภาพของซูริมิไว้หลายชั้นคุณภาพ เช่นเดียวกับประเทศไทย โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 935-2533) กระทรวง อุตสาหกรรม ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาคูก (ซูริมิ) เยือกแข็ง

ในฐานะที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ไว้ดังนี้คือ ชูริมิ ต้องมีค่าความเหนียวที่วัดโดยเครื่องวัดความเหนียว (rheometer) ไม่น้อยกว่า 400 กรัมเซนติเมตร และเมื่อทดสอบโดยฟันกัด (teeth-cutting) ต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 6 คะแนน และหรือทดสอบโดยวิธีพับ (folding test) ต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 4 คะแนน สำหรับกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบงานวิจัยและทดลองเกี่ยวกับเนื้อปลาสดและชูริมิ ได้ใช้วิธีการตรวจสอบคุณภาพชูริมิ ทั้งของสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นเป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพชูริมิ การจัดระดับคุณภาพของชูริมิสำหรับโรงงานผลิตชูริมิในประเทศไทยจะไม่มีระดับคุณภาพที่เป็นมาตรฐาน แต่จะมีการจัดแบ่งไว้ตามความต้องการของผู้ซื้อเป็นหลัก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณภาพของชูริมิแช่เยือกแข็งในประเทศไทย

เกรด	Gel strength (กรัม.เซนติเมตร)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-เบส
SA	>700	77-78	6.5-8
AA	450-700	77-78	6.5-8
A หรือ FA	350-450	77-78	6.5-8
B	<350	77-78	6.5-8

ที่มา : อรวรรณ และคณะ (2541)

การใช้เนื้อปลาสดชูริมิแช่เยือกแข็งเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาสด มีข้อได้เปรียบคือ (MFRD, 1988)

1. สามารถสำรองได้ปริมาณมาก ๆ ไว้ใช้ในการผลิตได้เป็นระยะเวลานาน
2. ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องเตรียมเนื้อปลาทุกวัน จึงเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้ผู้ผลิตหันมาสนใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพมากขึ้น
3. การแช่เยือกแข็งเนื้อปลาสดชูริมิ สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านเนื้อที่ในการเก็บและการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าปลาทั้งตัว เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ทั้งสิ้น
4. สามารถแยกขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบออกจากกระบวนการแปรรูปและผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ ทำให้ระบบการควบคุมทางด้านการสุขาภิบาลดีขึ้น
5. ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอกว่าการใช้เนื้อปลาสด

1. ขั้นตอนการผลิตซูริมิ

การผลิตซูริมิส่วนใหญ่ใช้หลักการเดียวกันกับที่ประเทศญี่ปุ่นใช้กับเนื้อปลา Alaska pollock ก็จะต้องมีขั้นตอนการล้างเนื้อปลา เพื่อกำจัดไขมันและโปรตีนที่ละลายน้ำได้ซึ่งเป็นตัวขัดขวางการเกิดเจล หลังจากนั้นจะมีการกำจัดเศษก้างละเอียด และเอ็นออกไปเพื่อให้ได้เนื้อซูริมิที่เนียนละเอียด และท้ายสุดมีการนวดผสมกับสารป้องกันโปรตีนของเนื้อปลาเสื่อมสภาพ ขณะเก็บรักษาด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง อุณหภูมิและระยะเวลา (2530); พิมลพรรณ (2535) ; สุเชษฐ์ (2535); MFRD (1988) ได้อธิบายขั้นตอนกระบวนการผลิตซูริมิดังนี้

1.1 การคัดเลือกวัตถุดิบ

ปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซูริมิต้องมีความสดสูงและสม่ำเสมอ จึงควรเก็บในน้ำแข็งในระหว่างการขนส่งไปยังโรงงาน และความสดของปลาจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย (สุภาพรณ, 2535) นอกจากนี้ควรเก็บในน้ำแข็งเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน ไม่ควรแช่แข็งเพราะจะทำให้ปลาไม่มีความเหนียว ถ้าเก็บปลาที่อุณหภูมิใกล้ 0 องศาเซลเซียส ในเวลา 4 วัน จะยังให้ซูริมิคุณภาพดี (สุเชษฐ์, 2535)

นอกจากความสดของปลาแล้ว ฤดูที่ทำการจับปลาก็เป็นส่วนสำคัญเช่นกัน โดยทั่วไปแล้วปลาในช่วงกินอาหาร (feeding period) จะให้เนื้อปลาลดที่มีคุณภาพดี เนื่องจากในช่วงนี้ความชื้นและ pH ในกล้ามเนื้อต่ำ ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) สูง ตรงกันข้ามกับปลาในระหว่างและหลังฤดูวางไข่จะมี pH สูง ทำให้เนื้อปลาลดมีคุณภาพต่ำ อีกทั้งความชื้นในเนื้อปลาก็ค่อนข้างสูงทำให้เนื้อปลานิ่มยากแก่การบีบเอาน้ำออกจากเนื้อปลาหลังการล้าง (Suzuki, 1981) และควรเลือกปลาที่มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือเจือจาง (salt soluble protein) สูง เช่น ปลาทรายแดง ปลาจวด ปลาไหล เป็นต้น ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือจะเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญเกี่ยวกับความสามารถในการเกิดเจลของซูริมิ (Jiang *et al*; 1986)

1.2 การตัดหัว ควักไส้

เป็นขั้นตอนที่ส่วนมากมักจะอาศัยแรงงานคน แต่ก็สามารถใช้เครื่องตัดหัวและควักไส้ได้ในกรณีที่ปลามีขนาดใกล้เคียงกัน โดยควรทำอย่างรวดเร็วหลังจากปลาพ้นระยะของการเกร็งตัว (rigor mortis) แล้ว เมื่อตัดหัวปลาและควักไส้แล้ว ควรล้างทำความสะอาดปลา โดยใช้น้ำผสม

น้ำแข็งอุณหภูมิ 2 - 5 องศาเซลเซียส เป็นวิธีการที่จะช่วยให้เนื้อปลาสดมีคุณภาพดีและเป็นการกำจัดสิ่งปนเปื้อน เช่น เศษอวัยวะ เลือด และเอนไซม์จากทางเดินอาหาร ซึ่งอาจปนเปื้อนมาได้ สาเหตุที่จำเป็นต้องตัดหัวและควักไส้ออกก่อนนั้น เนื่องจาก

1.2.1 หัวและไส้เป็นส่วนที่มีไขมันมาก ซึ่งจะมีผลในการทำให้ความสามารถในการเกิดเจลลดลง ทำให้ความเหนียวลดลง

1.2.2 ไส้ของปลาจะเต็มไปด้วยเอนไซม์ ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการย่อยโปรตีน ส่งผลต่อความสามารถในการเกิดเจลของซูริมิ

1.2.3 ไส้ของปลาจะทำให้เนื้อปลาสดมีสีคล้ำ

1.3 การแยกเนื้อปลา (Meat bone separation)

เนื้อปลาจะถูกแยกออกจากหนังและก้างปลาด้วยเครื่องแยกเนื้อปลา (deboner) ปัจจัยสำคัญในการแยกเนื้อปลาคือ การเลือกขนาดรูของลูกกลิ้งทรงกระบอกของเครื่องแยกเนื้อปลา ซึ่งมีช่วงระหว่าง 1 - 5 มิลลิเมตร ปลาที่ตัดหัวและควักไส้แล้วจะถูกส่งเข้าไปอยู่ในช่องระหว่างสายพานและลูกกลิ้งทรงกระบอก เนื้อจะผ่านรูของลูกกลิ้งมาอยู่ส่วนในของลูกกลิ้ง ขณะที่หนังและก้างปลาจะติดสายพานออกมาอีกทางหนึ่ง ขนาดของรูที่จัดทำให้คุณภาพและผลผลิต (yield) สูงที่สุดคือขนาด 3 - 4 มิลลิเมตร ขนาดที่เล็กเกินไป (1 - 2 มิลลิเมตร) จะทำให้เกิดการสูญเสียมากในช่วงการล้าง เนื่องจากเนื้อปลาจะละเอียด ซึ่งตรงข้ามกับการใช้ลูกกลิ้งที่มีขนาด 4 - 5 มิลลิเมตร จะให้เนื้อปลาที่หยาบกว่าทำให้ได้ผลผลิตมากกว่า แต่สีของเนื้อปลาหลังจากล้างจะคล้ำกว่า เนื่องจากการล้างไม่ทั่วถึงเท่าชิ้นเนื้อที่มีขนาดเล็กกว่า (Lee, 1986) และสิ่งที่ต้องระวังคือระดับความดันภายในเครื่องในการกดเนื้อปลาผ่านรูของลูกกลิ้ง ซึ่งถ้าแรงกดมากจะทำให้เนื้อปลาออกมา (ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 - 3) แต่จะทำให้คุณภาพของซูริมิต่ำลง เนื่องจากมีกระดูกและหนังปนออกมาด้วย การแยกเนื้อปลาควรทำ 2 ครั้ง โดยการบีบอัดครั้งแรกใช้ความดันต่ำ จะได้เนื้อปลาที่มีสีขาวและซูริมิที่ได้จะมีคุณภาพดี ในการบีบครั้งที่ 2 จะใช้ความดันเพิ่มขึ้นอีก เนื้อปลาที่ได้จะมีสีคล้ำกว่าและให้ซูริมิที่มีคุณภาพต่ำกว่า (สุเชษฐ์, 2535)

1.4 การล้างเนื้อปลาสด (Washing, Leaching)

เป็นขั้นตอนสำคัญขั้นหนึ่งในกระบวนการผลิตเนื้อปลาสด ทั้งนี้เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติในด้านความเหนียวให้แก่เนื้อปลาสดได้ เนื่องจากการล้างเนื้อปลาสดเป็น

การกำจัดโปรตีนที่ละลายน้ำและองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกไป เช่น ไขมัน เลือด เอ็นไซม์ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ทำให้เนื้อปลามีสีขาวขึ้น และยังสามารถช่วยกำจัดกลิ่นที่ไม่ดีได้ นิยมใช้น้ำเย็น (10 - 15 องศาเซลเซียส) หรือน้ำเกลือเย็นที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 0.2 - 0.3 โดยน้ำหนัก โดยอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการล้างเนื้อปลาที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมทั่วไป คืออัตราส่วนของน้ำ:เนื้อปลาเท่ากับ 3: 1 หรือ 4: 1 ทั้งนี้ถ้าอัตราส่วนเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ลดจำนวนครั้งของการล้างลงได้ และเมื่อจำนวนครั้งที่ล้างเพิ่มขึ้นคุณภาพสุริมิจะดีขึ้น แต่จะทำให้เกิดการสูญเสียโปรตีนระหว่างการล้างมาก (Watanabe *et al.*, 1982)

จำนวนครั้งที่ใช้ในการล้างเนื้อปลาประมาณ 3 - 5 ครั้ง ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ชนิดของเครื่องมือ ความสดของปลา คุณภาพของสุริมิที่ต้องการ และประสิทธิภาพของการล้าง (Hennigar *et al.*, 1988) การล้างมากครั้งเกินไปก็จะทำให้สูญเสียปริมาณเนื้อปลาออกไป และเมื่อคำนึงถึงปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้ พบว่าปริมาณโปรตีนที่ละลายออกมาในน้ำล้างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่การล้างในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แตกต่างกันอย่างมาก ดังนั้นการล้างเนื้อปลาจึงไม่ควรล้างเกิน 3 ครั้ง (Lee, 1986)

การล้างเนื้อปลาควรใช้เวลาน้อยที่สุดแต่เพียงพอต่อการสกัดหรือกำจัดโปรตีนที่ละลายน้ำและสิ่งที่ไม่ต้องการออกมาจนกระทั่งเหลือแต่ไมโอไฟบริลลาโปรตีน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก แอกโตไมโอซิน ซึ่งโปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเพิ่มความยืดหยุ่น (elasticity) และสามารถในการเกิดเจล (gel-forming ability) ของผลิตภัณฑ์สุริมิ (Suzuki, 1981) ซึ่งระยะเวลาที่แนะนำให้ล้างเนื้อปลาในระดับอุตสาหกรรมคือ 15 - 20 นาที (Lin and Park, 1997 อ้างโดย จักรี, 2544)

1.5 การกำจัดน้ำออก (Dewatering)

ภายหลังการล้างเนื้อปลาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำจัดน้ำออกจากเนื้อปลา ให้มีความชื้นร้อยละ 80 - 82 (MFRD, 1988) ซึ่งอาจใช้เครื่องบีบระบบสกรู (screw press) การใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) หรือใส่เนื้อปลาในถุงในลอน แล้วบีบน้ำออกโดยใช้เครื่องบีบน้ำระบบไฮดรอลิก (hydraulic)

1.6 การแยกก้างและเกล็ด (Straining)

นำเนื้อปลาที่ได้มาผ่านเข้าเครื่องแยกเกล็ดและก้าง (strainer) เพื่อกำจัดเศษก้าง เกล็ด อวัยวะภายใน หน้าง เนื้อบูน่องท้องที่มีสีดำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เหลือออก ซึ่งแม้ว่าเครื่องแยกเกล็ด และก้างจะมีประสิทธิภาพการแยกสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ได้ดี แต่ข้อจำกัดที่สำคัญคือแรงเหวี่ยงที่กระทำ ต่อเนื้อปลาขณะเดินเครื่อง จะทำให้เนื้อปลาดมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จนอาจมีผลให้ ชูริมมีคุณภาพ ลดลง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ชูริมที่มีคุณภาพดี ขนาดรูของเครื่องแยกเกล็ดและก้างไม่ควรใหญ่เกิน กว่า 2 มิลลิเมตร และในการแยกต้องมีการรักษาอุณหภูมิของเนื้อปลาให้ต่ำตลอดเวลา เพราะขณะที่อัดแยกเศษเกล็ดและก้างจะมีความร้อนเกิดขึ้น

1.7 การบดและการผสม (Grinding and Mixing)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นการผสมสารป้องกันโปรตีนเสื่อมสภาพจากการ แห้งแข็งให้เป็นเนื้อเดียวกันกับเนื้อปลาบด โดยนำเนื้อปลามานวดผสมกับสารป้องกันโปรตีนเสื่อม สภาพจากการแห้งแข็ง ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose) ซอร์บิทอล (sorbitol) โพลีฟอสเฟต (polyphosphate) โดยปริมาณสารต่าง ๆ ที่ใช้ คือ ซูโครสร้อยละ 4 ซอร์บิทอลร้อยละ 4 และ โพลีฟอสเฟตนั้นใส่ได้ในระดับร้อยละ 0.15 - 0.3 โดยน้ำหนักของเนื้อปลาบด แต่ในวงการ อุตสาหกรรมนิยมใช้ร้อยละ 0.2 (Lee, 1984) การที่ต้องใช้ซอร์บิทอลผสมกับน้ำตาล เพราะการใช้ น้ำตาลถึงร้อยละ 8 ของเนื้อปลาบด จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสหวานเกินไป และการใช้สาร ประกอบฟอสเฟตในชูริมมีผลให้ความแข็งแรง และความสามารถอุ้มน้ำของเจลเพิ่มขึ้น โดย โซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate) และ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate) มีประสิทธิภาพเพิ่มความแข็งแรงและความสามารถอุ้มน้ำของเจลชูริมได้ดี แต่ โดยทั่วไปจะแนะนำให้ใช้สารประกอบฟอสเฟตในรูปของสารผสมระหว่างสารประกอบทั้งสอง ชนิดมากกว่าการเลือกใช้ตัวใดตัวหนึ่งเพียงชนิดเดียว (จักรี, 2544) การทำงานของเครื่องมือผสมยัง ช่วยทำให้โครงสร้างของเซลล์กล้ามเนื้อแยกหลุดจากกัน ซึ่งมีผลทำให้ในช่วงการนวดเพื่อผลิต ผลิตภัณฑ์จากชูริม สามารถสกัดโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือสวดกั้น และทำให้สาร ป้องกันโปรตีนเสื่อมสภาพจากการแห้งแข็งกระจายตัวเข้าสู่โมเลกุลโปรตีนของชูริมดียิ่งขึ้น การนวด มักจะใช้เครื่องนวด (grinder) หรือเครื่องตัดและผสมอาหาร (silent cutter) ในระหว่างการนวด ควรมีการควบคุมอุณหภูมิของเนื้อปลาให้ต่ำและไม่ควรเกิน 10 องศาเซลเซียส

1.8 การแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษา (Freezing and Storage)

ซูริมิที่ได้จะถูกบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน (polyethylene bag) และแช่เยือกแข็งทันทีที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส สำหรับการแช่เยือกแข็งโดยทั่วไป ใช้เครื่องแช่เยือกแข็งระบบแผ่นสัมผัส (contact plate freezer) ซึ่งจะสามารถทำให้ลดอุณหภูมิที่ศูนย์กลางของแท่งซูริมิลงเหลือ -20 องศาเซลเซียส ได้ภายใน 4 - 6 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการสูญเสียความสามารถในการเกิดเจล การควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ถ้าอุณหภูมิไม่คงที่ จะทำให้คุณสมบัติด้านความเหนียวของซูริมิลดลง โดยทั่วไปแล้วซูริมิที่เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นานถึง 1 ปี แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงเหลือ -10 องศาเซลเซียส คุณภาพจะลดลงภายใน 1 เดือน และใช้ไม่ได้ใน 3 เดือน (Lee, 1984)

2. กลไกการเกิดเจล

ซูริมิจะประกอบด้วยไมโอไฟบริลลาโปรตีน เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณสมบัติเชิงหน้าที่ ได้แก่ คุณสมบัติการเกิดเจลที่แข็งแรง (strength) และมีการยึดเกาะ (cohesiveness) สูง และคุณสมบัติการอุ้มน้ำได้ดี เป็นต้น (ปนัดดา, 2536) ดังนั้นการเกิดเจลของซูริมิเป็นกลไกสำคัญที่จะต้องทำให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ การเกิดเจลเป็นการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเมื่อได้รับความร้อน โดยเริ่มจากการนำซูริมิมาบดผสมกับเกลือแกงร้อยละ 2 - 3 ของน้ำหนักซูริมิ ในระหว่างการผสม โครงสร้างของเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงโดยไมโอไฟบริลโปรตีน ซึ่ง ได้แก่ แอกติน (actin) และไมโอซิน (myosin) จะถูกสกัดออกมาอยู่ในสารละลายเกลือ แอกตินและไมโอซินจะจับตัวกันเป็นแอคโตไมโอซิน (actomyosin) โซเดียมคลอไรด์ (Na^+) จะจับกับ acidic amino acid และคลอไรด์ไอออน (Cl^-) จะจับกับ basic amino acid ทำให้โปรตีนแยกจากกัน (unfolding) เกิดการกระจายตัวออกมาอยู่ในน้ำ (Suzuki, 1981; Niwa *et al.*, 1982) ทำให้เนื้อมีความเหนียวกลายเป็นสารละลายโปรตีนที่เรียกว่า โซล (sol) จากนั้นเมื่อได้รับความร้อนทำให้โซลแปรสภาพเป็นเจลที่เหนียวและยืดหยุ่น ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป อุณหภูมิที่มีส่วนสำคัญในการควบคุมความเหนียว อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง Suzuki (1981) ได้อธิบายขั้นตอนการเกิดเจลดังนี้

2.1 ซูวาริ (Suwari)

ซูวาริ หรือการเรียงตัว (gel setting) คือเจลที่เกิดจากการเซตตัวที่ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส แอคโตไมโอซินในเนื้อปลาจะจับตัวกับน้ำและเกิดพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) ระหว่างโมเลกุลของโปรตีน เกิดโครงร่างตาข่าย (network) อย่างหลวม ๆ มีการกักน้ำอยู่ภายในร่างแห เมื่อได้รับความร้อน โมเลกุลของโปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการจับตัวกันระหว่างกรดอะมิโนที่ยื่นออกมาทางด้านข้างของโมเลกุลโปรตีนข้างเคียง ในช่วงนี้เป็นการจับกันของพันธะไฮโดรเจนและพันธะไฮโดรโฟบิก (hydrophobic bond) ซึ่งจะทำให้เกิดโครงสร้างใหม่ของแอคโตไมโอซิน เป็นผลให้เนื้อปลามีลักษณะแข็งตัวขึ้น เจลที่ได้มีลักษณะใสและค่อนข้างยืดหยุ่น เรียกว่า “ซูวาริ” ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชั้นตามระดับอุณหภูมิดังนี้

2.1.1 การจัดเรียงตัวที่อุณหภูมิต่ำ (Low temperature setting หรือ Tei-on suwari)

คือการเก็บโซลไว้ที่อุณหภูมิ 5 - 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง การเกิดเจลที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถเกิดเจลได้อย่างช้า ๆ ให้ลักษณะเจลที่ใสและยืดหยุ่น (Acton *et al.*, 1981) เนื่องจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนของโมเลกุลโปรตีนกับโมเลกุลน้ำภายในโครงร่างตาข่ายเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้น

2.1.2 การจัดเรียงตัวที่อุณหภูมิสูง (High temperature setting หรือ Ko-on suwari)

คือการให้ความร้อนโซลที่อุณหภูมิ 30 - 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 - 90 นาที เกิดเป็นเจลค่อนข้างขุ่น และมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น และเนื้อปลาคือที่เปลี่ยนเป็นเจลซูวาริแล้วจะขึ้นรูปได้ยาก ดังนั้นการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ควรทำทันทีหลังการสับผสม หรือควรเก็บเนื้อปลาคซึ่งผสมเกลือไว้แล้วที่อุณหภูมิต่ำเพื่อป้องกันการเกิดเจลซูวาริ ผลิตภัณฑ์จากซูริมิที่ผ่านการจัดเรียงตัวก่อนนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง จะให้เจลที่มีความเหนียวมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการจัดเรียงตัว (Lee, 1984)

2.2 โมโดริ (Modori)

โมโดริ หรือการแตกตัว (disintegration) การให้ความร้อนเจลซูวาริจนถึงอุณหภูมิ

60 - 70 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการแตกสลายของโครงสร้างเจลบางส่วนทำให้ความแข็งแรงของเจลลดลง ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า “โมโดริ” ดังนั้นควรจะหลีกเลี่ยงช่วงอุณหภูมินี้โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่า 70 องศาเซลเซียสอย่างรวดเร็ว กล่าวกันว่า โมโดริเกิดจากเอนไซม์โปรติเอส เนื่องจากเอนไซม์อัลคาไลโปรติเอส (alkaline protease) ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิของเนื้อปลาเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส pH ที่เหมาะสมคือ 7.5 - 8.0 ซึ่งการเกิดโมโดรินี้ขึ้นกับชนิดของปลา

2.3 อาชิ (Ashi)

อาชิ หรือการตรึง (elasticity fixation) เมื่อให้ความร้อนแก่เนื้อปลาผสมสูงกว่า 75 องศาเซลเซียสขึ้นไป (80 - 90 องศาเซลเซียส) หลังจากผ่านช่วงโมโดริมาแล้ว จะทำให้โครงสร้างโมเลกุลแอคโตไมโอซิน และ โปรตีนชนิดอื่น ๆ แข็งตัว ซึ่งพันธะที่เกิดขึ้นในช่วงนี้จะเป็นพันธะไฮโดรโฟบิก และพันธะไดซัลไฟด์เป็นส่วนใหญ่ ทำให้โครงสร้างตาข่ายมีความคงตัวมากขึ้น เจลมีลักษณะทึบและความเหนียวเสถียรมากขึ้น หลังจากช่วงนี้เสร็จสิ้นแล้วจะไม่เปลี่ยนแปลง

ไส้กรอก

ไส้กรอก (sausage) หมายถึง เนื้อที่เตรียมได้จากการบดผสมกับเกลือ เครื่องเทศ และเครื่องปรุงรสต่าง ๆ ที่ผ่านการบดจนเป็นเนื้อเดียวกันนำมาบรรจุในไส้ หรือแบบ (mold) อาจทำให้สุกหรือไม่ก็ได้ ความแตกต่างของไส้กรอกขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเทศที่ใช้ ขนาดสัดส่วนของเนื้อและไขมัน ชนิดของเนื้อสัตว์ ไส้บรรจุ ตลอดจนวิธีการทำ (เขาวลักษณะ, 2536; สัตยชัย, 2543) เนื้อที่ใช้ส่วนใหญ่มานิยมมาจากเนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และเนื้อปลา (นงลักษณ์, 2527)

1. ชนิดของไส้กรอก

ปัจจุบันมีไส้กรอกหลายร้อยชนิด แตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้บริโภคในส่วนต่าง ๆ ของโลก เขาวลักษณะ (2536) และ สัตยชัย (2543) กล่าวถึงไส้กรอกชนิดต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1.1 ไส้กรอกสด (Fresh sausage) ทำจากเนื้อสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหมูและเนื้อวัวบด และผสมเครื่องปรุง บรรจุในไส้ มักเป็นท่อน ๆ เก็บไว้ในตู้เย็น ก่อนที่จะรับประทานก็นำมาทำให้สุกเสียก่อน ด้วยการย่าง ปิ้ง อบ หรือทอด ไส้กรอกชนิดนี้ เน้นเสิร์ฟง่าย ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เหมาะสม ตัวอย่างไส้กรอกสด ได้แก่

1.1.1 ไส้กรอกหมูสด (fresh pork sausage) ผลิตจากเนื้อหมูสดหรือเนื้อหมูแช่แข็ง หรือทั้งสองอย่างรวมกัน รวมทั้งเนื้อหมูที่ผ่านการเอากระดูกออก (deboned pork) ผสมเครื่องปรุงรส บรรจุไส้ มักเป็นท่อน ๆ

1.1.2 บราทเวอร์สต์ (Bratwurst) ทำจากเนื้อลูกวัวหรือเนื้อหมู ใช้ผิวหรือน้ำมันาวในการปรุงรส นิยมลวกก่อนจำหน่าย (กรมปศุสัตว์, 2544)

1.1.3 บ็อคเวอร์สต์ (Bockwurst) ทำจากเนื้อลูกวัวจำนวนมากกว่าเนื้อหมู บางสูตรผสมนมสด เครื่องปรุงรส นิยมลวกก่อนจำหน่าย

1.2 ไส้กรอกรมควัน (smoked sausage) เป็นไส้กรอกที่ทำจากเนื้อที่ผ่านการหมักแล้ว ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันทุกชนิดต้องเก็บไว้ในตู้เย็น แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1.2.1 ไส้กรอกรมควันไม่สุก ไส้กรอกชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกับไส้กรอกสด แต่ผ่านการรมควัน จึงทำให้สีและรสชาติเปลี่ยนแปลงไปจากไส้กรอกสด เมื่อจะรับประทานต้องนำมาทำให้สุกเสียก่อน ไส้กรอกชนิดนี้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าไส้กรอกสดธรรมดาได้ 1-2 วัน แต่อย่างไรก็ตาม ควรเก็บไว้ในตู้เย็น เช่น ไส้กรอกหมูสดรมควัน (fresh smoked pork sausage) เมทเวอร์สต์ (Metwurst)

1.2.2 ไส้กรอกรมควันสุก สามารถรับประทานได้ทันที ได้แก่ กลุ่มแฟรงค์เฟอ์เตอร์ (Frankfurter) แนกเวอร์สต์ (Knackwurst) โบโลญ่า (Bologna) และอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงแฟรงค์เฟอ์เตอร์ ทำจากเนื้อหมูและเนื้อวัวผสมกันหมักด้วยส่วนผสมและเครื่องเทศเป็นที่นิยมมาก บรรจุในไส้กระ หากบรรจุในไส้พลาสติก เรียกว่า เวียนนา (Vienna) หากบรรจุในไส้หมู เรียกว่า แนกเวอร์สต์ หรือไส้กรอกกระเทียม (Knoblauch) (กรมปศุสัตว์, 2544)

1.3 ไส้กรอกสุก (cooked sausage) เป็นไส้กรอกที่ใช้ได้ทั้งเนื้อสดและเนื้อหมักบดผสมเครื่องปรุงบรรจุในไส้ และทำให้สุกพร้อมที่จะรับประทานได้ทันที โดยไม่ต้องรมควัน แต่บางชนิดจะต้องรมควันภายหลังที่ไส้กรอกสุกแล้ว ได้แก่

1.3.1 ไส้กรอกตับ (liver sausage) ทำจากการบดมันหมูแข็ง ตับหมูผสมเจลาตินปรุงรสด้วยหัวหอมและเครื่องเทศบรรจุในไส้ และทำให้สุก มีรสชาติดี และคุณค่าทางโภชนาการสูง

1.3.2 ไส้กรอกเลือด (blood sausage หรือ Blutwurst) ทำจากมันหมูแข็งต้มสุก หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม และเนื้อมะเขือเทศ ผสมเจลาตินรวมกับเลือดวัวและเครื่องเทศบรรจุในไส้ และทำให้สุก

1.4 ไส้กรอกแห้ง (dry sausage) เป็นไส้กรอกที่ใช้เนื้อที่ผ่านการคัดและใช้เทคนิคในการทำ ได้แก่

1.4.1 เซอเวลาทัส (cervelates) หมายถึงไส้กรอกแห้งทั่ว ๆ ไปมีหลายชนิด คือ ซัมเมอร์ซอสเซส (Summer sausage) โฮลสไตเนอร์ (Holsteiner) ทูริงเจอร์ (Thuringer) ก็อททิงเจอร์ (Gottinger) โกทบอร์ก (Goteborg)

1.4.2 ไส้กรอกหมักแห้ง (fermented dry sausage) เป็นไส้กรอกที่ต้องผ่านการขั้นตอนการหมักให้มีรสเปรี้ยวก่อนทำให้แห้ง เก็บได้นานในสภาพที่เย็น อากาศแห้งมีความชื้นต่ำ ไส้กรอกชนิดนี้มีหลายชนิด ได้แก่ ซาลามิ (Salami) ลีองส์ (Legons) มอร์ตาดেলা (Mortadella) แคปปิโคลา (Cappicola) เปปเปโรนี (Pepperoni) มัม (Mum)

1.4.3 กุนเชียง (Chinese sausage) เป็นไส้กรอกที่มีมาจากประเทศจีน ใช้เนื้อหมูหรือเศษเนื้อหมูผสมน้ำแข็ง หั่นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ปรุงรสด้วยเกลือ น้ำตาล ซีอิ๊วขาว บรรจุในไส้หมูหรือตากแห้งและทำให้แห้งโดยใช้แสงแดด ก่อนนำมารับประทานต้องนำมาทำให้สุกก่อน

1.5 ไส้กรอกชนิดใหม่ (New condition sausage) เป็นไส้กรอกประเภทกึ่งเปียกกึ่งแห้ง ต่างจากไส้กรอกแห้งตรงวิธีการทำ และทำให้สุกในตู้รมควัน ทำจากเนื้อหมูบดผสมเครื่องปรุงรสและหมักไว้ให้เปรี้ยวประมาณ 24 ชั่วโมง ก่อนทำให้สุก ไส้กรอกชนิดนี้ได้แก่ ซาลามิ-คอตโต (Salamicotto) และโคเซอร์ซาลามิ (Kosher salami) นอกจากนี้ไส้กรอกชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่หมักเนื้อที่ผ่านการบดคล้ายกับไส้กรอก แต่อาจมีขั้นตอนบางขั้นตอนที่ไม่เหมือนการทำไส้กรอก เช่น ไม่ได้บรรจุในไส้ เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น

1.5.1 ลันเชียนมีต (luncheon meat) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อบดละเอียด หรืออาจสับให้เข้ากัน บรรจุกระป๋องผ่านกระบวนการให้ความร้อน เมื่อจะรับประทานก็เปิดกระป๋องรับประทานได้ทันที

1.5.2 มีทโลฟ (meat laoves) ทำจากเนื้อบด ผสมเครื่องปรุงต่าง ๆ เช่น หอมหัวใหญ่ ไข่ เครื่องเทศ แป้ง และนมผง บรรจุในแบบหรือพิมพ์ นำไปอบให้สุก หรือบรรจุกระป๋อง (เยาวลักษณ์, 2536)

2. ไส้กรอกปลา

ไส้กรอกปลา หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่นำเนื้อปลาไปบดละเอียด นวดหรือสับผสมกับเกลือน้ำแข็ง มันสัตว์ เช่น มันหมู มันปลา หรือน้ำมันพืช และเครื่องปรุง เช่น พริกไทย กระเทียม ลูกผักชี จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้บรรจุในไส้หมูหรือไส้ชนิดอื่นที่บริโภคได้ แล้วต้มให้สุก อาจรมควันหรือไม่ก็ได้ (มพช.๑๔๓/๒๕๔๖)

ในปัจจุบันมีผู้บริโภคสนใจในเรื่องสุขภาพเพิ่มมากขึ้น การรับประทานอาหารจากเนื้อสัตว์ เช่น วัว ควาย สุกร หรือสัตว์ปีก เริ่มลดลง จากข้อมูลข่าวสาร เรื่องสารเร่งเนื้อแดง การให้วัคซีนมากเกินไป การระบาดของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีก และโปรตีนที่ย่อยยากเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลา ซึ่งมีโปรตีนที่ย่อยง่าย เหมาะสำหรับเด็กและผู้สูงอายุ แต่เหตุที่ไม่ค่อยมีใครนำเนื้อปลามาทำไส้กรอกก็อาจจะเป็นเพราะไส้กรอกปลามีกระบวนการผลิตที่ยุ่งยากกว่าการทำไส้กรอกจากเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของวัตถุดิบ การสูญเสียในกระบวนการผลิต จนถึงเรื่องของต้นทุนการทำ หรืออาจจะเป็นเรื่องของมาตรฐานการผลิตไส้กรอก การผลิตไส้กรอกปลานั้น จุดสำคัญต้องใช้ปลาที่ดีที่สุด จึงจะได้ไส้กรอกปลาที่มีความเหนียวดี ถ้าจะใช้ปลาแช่แข็งก็จำเป็นต้องทำให้เนื้อปลานั้นมีคุณลักษณะที่ให้เนื้อเหนียวเท่าที่ควร ชนิดของปลาที่นำมาทำไส้กรอก อาจจะเป็นปลาเนื้อขาว หรือปลาเนื้อแดงก็ได้ และควรใช้ปลาที่มีความเหนียวพอสมควร เช่น ปลากลาย ปลาช่อน หรือจะใช้ปลาทะเล เช่น ปลาทูน่าแดง ปลาทูน่าเหลือง เป็นต้น นอกจากนี้คุณภาพของไส้กรอกปลาต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ ลักษณะเนื้อต้องมีความนุ่ม ยืดหยุ่น คงรูป ไม่มีโพรงอากาศ ไม่มีการแยกตัวของหยดน้ำหรือน้ำมันออกจากเนื้อไส้กรอกปลา ยังคงรสชาติของเนื้อปลาและต้องมิกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีทุกชนิด โปรตีนต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก (มพช.๑๔๓/๒๕๔๖)

ปลาน้ำจืดเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญชนิดหนึ่ง ปลาน้ำจืดที่มีส่วนใหญ่มักเป็นร้อยละ 80 นิยมนำมาบริโภคสด ที่เหลือร้อยละ 20 จะนำมาทำการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ปลาน้ำจืดแปรรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่เป็นการผลิตจากอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ระดับครัวเรือน ใช้แรงงานคนในการจัดการ ผลิตภัณฑ์จากปลาน้ำจืดจะมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ผลิตภัณฑ์ปลาที่ไม่ผ่านการหมัก เช่น ปลารมควัน ปลากรอบ ปลาย่าง เป็นต้น และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมัก เช่น ปลาร้า ปลาเจ่า น้ำปลา เป็นต้น ปลาน้ำจืดแทบทุกชนิดสามารถนำมาทำการแปรรูปในลักษณะดังกล่าวได้ แต่การที่จะใช้ปลาชนิดใดผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อะไรนั้น ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของปลาชนิดนั้น ๆ ความนิยมของตลาด และราคาของปลา (<http://www.ku.ac.th/e-magazine/april45/agri/fish.html>)

การนำปลาดุกมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลา เพื่อที่จะใช้เนื้อปลาไปทดแทนเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ เนื่องจากปลาดุกเป็นปลาที่นิยมเลี้ยงกันมาก โดยเฉพาะปลาดุกอุยเทศ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตสูง มีความต้านทานโรคได้ดีกว่าปลาดุกชนิดอื่น ๆ และมีรสชาติดี น่าจะมีความเหมาะสมในการนำมาแปรรูปเป็นไส้กรอกปลาได้ การนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจแก่ปลาดุกอุยเทศ และเป็นการช่วยลดปัญหาเรื่องปริมาณปลาดุกล้นตลาด ราคาขายต่ำกว่าราคาต้นทุน ซึ่งมักเป็นปัญหาทุก ๆ ปีของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาดุก และการใช้ปลาดุกเป็นวัตถุดิบมีข้อดี คือ เป็นปลาที่มีก้างน้อย ไม่มีก้างแทรกอยู่ในเนื้อ ที่สำคัญปลาดุกมีปริมาณมากในท้องตลาดพอที่จะผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้ (นิรนาม, 2547)

Chuapochuk *et al.* (2001) ได้ทำการทดลองพัฒนาสูตรไส้กรอกปลา โดยใช้เนื้อปลาดุกอุยเทศและซูริมิ ในอัตราส่วนเนื้อปลาต่อซูริมิ 100: 0, 80: 20, 60: 40, 40: 60, 20: 80 และ 0: 100 โดยน้ำหนัก และเติมไขมันหมูร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเนื้อปลาและซูริมิ ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อซูริมิ 40: 60 และไขมันหมูร้อยละ 10 ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของไส้กรอกปลา โดยเติมน้ำมันปลาร้อยละ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 หรือเติมแคลเซียมฟอสเฟตหรือแคลเซียมแลคเตต ร้อยละ 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 ผลการทดสอบยังได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับ สุภชัย (2543) ได้ศึกษาการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาดุกอุยเทศและซูริมิ พบว่า การใช้ซูริมิทดแทนเนื้อปลาดุกที่ระดับของเนื้อปลาดุกร้อยละ 40 ซูริมีย้อยละ 60 ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด และเมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4–6 องศาเซลเซียส โดยบรรจุในถุงพลาสติกซึ่งเป็นฟิล์มรีดร่วมของ PA/LDPE ภายใต้บรรยากาศปกติ สูญญากาศ หรือปรับสภาพบรรยากาศในโตรเจน 100 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าไส้กรอกที่เก็บในสภาวะปรับสภาพบรรยากาศในโตรเจน 100 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บได้นานที่สุด 15 วัน ส่วน

การเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศ มีอายุการเก็บ 12 วัน และไส้กรอกปลาที่เก็บในสภาวะปกติ มีอายุการเก็บสั้นที่สุดคือ 9 วัน และไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สภาวะการบรรจุ ส่วน ศราภา (2539) ได้ศึกษาการผลิตกุ้งแช่ปลาจาก ปลาอุกอุยเทศ โดยแปรปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของน้ำมัน ปริมาณของน้ำมัน ปริมาณเครื่องเทศและระยะเวลาในการอบ พบว่า กุ้งแช่ปลาอุกอุยเทศที่ผลิตโดยใช้น้ำมันปลาต้มร้อยละ 10 ปริมาณร้อยละ 1.6 และระยะเวลาในการอบ 28 ชั่วโมง ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นร้อยละ 38.60 โปรตีนร้อยละ 15.59 และไขมันร้อยละ 10.62 เมื่อเก็บภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บได้เพียง 4 วัน

3. การเสื่อมเสียของไส้กรอก

ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีความชื้นสูง ($a_w > 0.90$) และมีความเป็นกรดต่ำ (Low acid food, $pH > 4.5$) ดังนั้นจึงเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย ความหมายของการเสื่อมเสียในที่นี้ไม่เพียงแต่ใช้เพื่อแสดงจำนวนจุลินทรีย์ที่มากเกินไป แต่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงประสงค์อื่น ๆ ในด้านกลิ่น รสชาติ และลักษณะปรากฏ รวมถึงสิ่งที่เกิดจากปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น การหืนที่เกิดจากกระบวนการออกซิเดชันของไขมัน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกส่วนใหญ่มักเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เลื้อรอดจากกระบวนการผลิต หรือเกิดการปนเปื้อนหลังการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไส้กรอกเกิดการเสื่อมเสีย จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้ไส้กรอกเกิดการเสื่อมเสียส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก จำพวกแบคทีเรียกรดแลคติก (gram positive lactic acid bacteria) ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะอุณหภูมิต่ำ มีปริมาณไนโตรเจนและเกลือเล็กน้อยเกินไป มีอากาศเล็กน้อย (microaerophilic) ได้แก่ *Lactobacillus sake*, *L. curvatus*, *Leuconostoc* และ *Brocothrix thermospecta* การเจริญของแบคทีเรียกลุ่มนี้ ส่งผลให้เกิดเมือกบริเวณผิวหนังผลิตภัณฑ์ มีสีและกลิ่นผิดปกติ เกิดก๊าซ (Davies *et al.*, 1999) รูปแบบของการเสื่อมเสียขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์และส่วนผสม กระบวนการใช้ความร้อนแปรรูป การปนเปื้อนระหว่างการแปรรูป ภาชนะบรรจุ วิธีการบรรจุ และอุณหภูมิในการเก็บรักษา (Samelis *et al.*, 2000)

การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจำแนกได้ดังนี้

3.1 การผลิตก๊าซ (gas formation) เกิดการบวมของไส้บรรจุ ซึ่งเกิดจากก๊าซแอมโมเนียหรือคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น *Lactobacillus sake* และ *L. curvatus*

3.2 การผลิตกรด (acid formation) เกิดจากจุลินทรีย์ที่ทนความร้อน โดยเฉพาะ *Lactobacilli* และ *Micrococci* ซึ่งเปลี่ยนน้ำตาลในเนื้อหมักให้มีรสและกลิ่นเปรี้ยว อาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำหมักซึ่งเจริญได้ดีบนผิวหน้าผลิตภัณฑ์ สร้างกรดที่ระเหยได้ เช่น กรดฟอร์มิก กรดแอซิดิก กรดบิวทริก และกรดโพรพิโอนิก (สุชาติ, 2539)

3.3 การนิ่มของไส้กรอก (softening) เกิดจากจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยโปรตีน ทำให้เนื้อไส้กรอกนิ่ม

3.4 การเกิดกลิ่นหืน จุลินทรีย์พวก Lipolytic bacteria เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันในไส้กรอก สามารถทำลายไขมันให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล โดยเอนไซม์ลิเพสในกระบวนการไฮโดรไลซิส และเกิดการออกซิเดชันของกรดไขมัน โดยเอนไซม์ออกซิเดส การไฮโดรไลซ์ของไขมันในไขมันทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ ระหว่างการเกิดกรดไขมันอิสระเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ในสภาพที่มีออกซิเจนได้อัลดีไฮด์ที่ระเหยได้ คีโตนและกรดองค์ประกอบเหล่านี้ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืน (rancidity) ความร้อน แสง และโลหะ ช่วยเร่งปฏิกิริยาการหืนเป็นแบบลูกโซ่เกิดต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนเกิดกลิ่นหืน ทำให้รสชาติและคุณค่าทางอาหารสูญเสียไป

3.5 การเปลี่ยนแปลงสี (discoloration) เกิดขึ้นได้ทั้งภายในและภายนอกผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนสีที่ผิวภายนอกที่พบมาก ได้แก่ การเกิดสีน้ำตาลตามผิวเนื้อเนื่องจากเมทไมโอโกลบิน การเกิดสีเขียวเนื่องจากการหมักนาน หรือการเติมนิไตรท์มากเกินไป นอกจากนั้นยังพบในกรณีที่เครื่องมือและคนงานรักษาความสะอาดไม่เพียงพอ รวมทั้งการเก็บผลิตภัณฑ์ที่สุกแล้วในที่ที่มีความเย็นไม่เพียงพอ สำหรับการเกิดสีดำในผลิตภัณฑ์เนื้อเกิดจาก *Clostridium nigrificans* ซึ่งย่อยสลายโปรตีนทำให้เกิดสารที่ทำให้เนื้อมีกลิ่นเหม็นเน่าขึ้น ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ Lotong *et al.* (1985) พบว่า ไส้กรอกที่บรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 7 - 11 องศาเซลเซียส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลังจาก 2 - 6 วัน ซึ่งขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นด้วย การเกิดสีเขียวอาจเกิดจากการเติมนิไตรท์น้อยเกินไป หรือแสงสว่างของตู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ หรือเกิดจากการออกซิเดชันของไขมันทำให้ผลิตภัณฑ์หืน พบมากตามผิวของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ การเปลี่ยนแปลงสีภายในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก อาจเนื่องจากคุณภาพของอิมัลชันเสื่อมเสีย จากการรอเวลาในห้องผลิตที่มีอุณหภูมิสูงก่อนเข้ารมควัน เมื่อตัดตามขวางจะเห็นวงแหวนสีเขียว (green core) การเกิดสีเขียวเนื่องจากแบคทีเรียที่สามารถผลิตสารเปอร์ออกไซด์ (peroxide) ซึ่งทำปฏิกิริยากับ ไนตริกออกไซด์ฮีโมโครโมเจน หรือไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน เกิดเป็นสารออกซิไดซ์ฟอร์เฟรินซึ่งมีสีเขียว (greenish colored

oxidized porphyrin) สาเหตุของการเสื่อมเสียมักเกิดจากแบคทีเรียจำพวก *Lactobacillus spp.*, *Leuconostoc spp.*, *Pediococcus spp.*, *Streptococcus faecium* และ *S. faecalis*

3.6 การเกิดเมือก ขึ้นอยู่กับปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อสดก่อนการแปรรูป อุณหภูมิในห้องแปรรูป ตลอดจนความชื้นในการเก็บรักษา แบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* และ *Leuconostoc* สามารถผลิตเมือกได้ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำ เมือกอาจเกิดจาก *Micrococci* ไส้กรอกที่มีเมือกอาจพบยีสต์ *Debaryomyces spp.* ปนอยู่มาก Lotong *et al.*, (1985) พบว่าไส้กรอกจะมีลักษณะที่ผิดปกติเกี่ยวกับสีและเมือก เมื่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น $10^7 - 10^8$ โคโลนีต่อกรัม โดยจะเกิดเมือกที่ผิวไส้กรอกหลังการเปลี่ยนสีแล้วประมาณ 2 วัน

3.7 การเกิดกลิ่นเหม็นเน่า เกิดจากการย่อยของโปรตีนและกรดอะมิโน โดยจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ในที่ไม่มีอากาศ ซึ่งเป็นแบคทีเรียพวก *Proteus*, *Clostridium perfringens*, และ *Clostridium nigrificans* (รักเกียรติ, 2527) ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่าขึ้น เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย เมทิลามีน และอื่น ๆ จำนวนเซลล์ของแบคทีเรียที่ทำให้ไส้กรอกเริ่มมีกลิ่นเน่า ตั้งแต่ 1.00×10^6 โคโลนี/กรัมตัวอย่าง (เขวาลักษณ์, 2536)

ข้อกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นต้องอุ่นก่อนบริโภค

ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหาร และ ภาชนะสัมผัสอาหาร เอกสารแนบท้ายบันทึก ที่ สธ 0524/5766 ลงวันที่ 24 สิงหาคม 2536 ได้ระบุประเภทของจุลินทรีย์ และข้อกำหนดของปริมาณที่ยอมให้พบได้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นต้องอุ่นก่อนบริโภค

ประเภทของจุลินทรีย์/ปริมาณที่ใช้วิเคราะห์	ข้อกำหนด
จุลินทรีย์รวม/กรัม	น้อยกว่า 1×10^6
MPN <i>Coliforms</i> /กรัม	น้อยกว่า 500
MPN <i>E. coli</i> /กรัม	น้อยกว่า 3
<i>S. aureus</i> /กรัม	น้อยกว่า 100
<i>B. cereus</i> /กรัม	น้อยกว่า 100
<i>C. perfringens</i> /กรัม	ไม่พบ
<i>V. parahaemolyticus</i> /0.01 กรัม	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> sp./กรัม	ไม่พบ

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

บรรจุภัณฑ์และการบรรจุผลิตภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ใช้ในการบรรจุสินค้าในการจัดจำหน่ายเพื่อสนองความต้องการของผู้ซื้อและผู้บริโภคด้วยต้นทุนที่เหมาะสม บรรจุภัณฑ์อาหารมีบทบาทสำคัญในขั้นสุดท้ายที่จะช่วยรักษาคุณภาพอาหาร วัตถุประสงค์หลักคือ การยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารให้ยาวนานขึ้น สามารถเก็บรักษาคุณภาพของอาหารให้คงอยู่ อีกทั้งป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก จนกระทั่งอาหารนั้นถูกบริโภคหมด ในด้านการตลาดบรรจุภัณฑ์ยังใช้ในการโฆษณาและดึงดูดลูกค้า (ปุ่น และ สมพร, 2541) ดังนั้นคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ที่สำคัญคือต้องไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพหรือคุณภาพด้อยลง กล่าวคือ ตัวบรรจุภัณฑ์เองต้องไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารอันจะก่อให้เกิดสารพิษและอันตรายต่อผู้บริโภค นอกจากนี้ต้องทำหน้าที่ช่วยเก็บกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหาร และไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของอาหารที่อาจเกิดจากสิ่งแปลกปลอมจากบรรยากาศซึมผ่านผิวของบรรจุภัณฑ์เข้าไปทำปฏิกิริยา หรือกลิ่นในอาหารถูกดูดซึมโดยบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารแยกตามวัสดุที่ใช้ในการผลิตได้ 4 ประเภท คือ บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากเยื่อและกระดาษ บรรจุภัณฑ์แก้ว บรรจุภัณฑ์โลหะ และบรรจุภัณฑ์พลาสติก การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับประเภทของอาหาร มีปัจจัยอันดับแรกที่ต้องพิจารณาคือตัวผลิตภัณฑ์

อาหาร อันดับต่อมาคือรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่จะหาได้ด้วยต้นทุนที่เหมาะสมตามสภาวะการตลาด สามารถรักษาคุณภาพของอาหารได้ตามอายุการเก็บที่ต้องการ ปัจจัยภายนอกที่ต้องคำนึงถึงคือ เทคนิคการบรรจุ การขนส่งและการจัดเก็บ ปัจจัยสำคัญประการสุดท้ายคือ วิธีการขาย เช่น ขายตามตลาดสด ขายตามซูเปอร์มาร์เก็ตหรือส่งจำหน่ายต่างประเทศ เป็นต้น (ปุ่น และ สมพร, 2541)

พลาสติก เป็นวัสดุบรรจุที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก คุณสมบัติของพลาสติกคือน้ำหนักเบา ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและก๊าซได้ระดับหนึ่ง มีคุณสมบัติหลายอย่างที่สามารถเลือกใช้งานที่เหมาะสม พลาสติกบางชนิดยังเป็นฉนวนกันความร้อนอีกด้วย พลาสติกที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีอยู่หลายประเภท การศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกแต่ละประเภทมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เลือกใช้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ เพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องความปลอดภัย ความแข็งแรง ความคุ้มครอง และความสวยงามที่ต้องการ นอกจากนี้ปริมาณการใช้ภาชนะบรรจุพลาสติกในอุตสาหกรรมอาหารมีอัตราการเพิ่มที่สูงมาก ตลอดระยะเวลาหลายทศวรรษที่ผ่านมาและประมาณว่าจะเพิ่มต่อไปอีก ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อดีในการนำมาใช้หลายประการคือ ง่ายต่อการพิมพ์ลวดลาย ไม่เป็นสนิม ราคาถูก ออกแบบรูปทรงได้หลากหลายรูปแบบ ไม่แตกหักง่ายเวลาขนส่ง (พรพล, 2545)

ปุ่น และ สมพร (2541) กล่าวถึงชนิดของพลาสติกว่ามีหลายประเภท เช่น

1. พลาสติกชนิดโพลีเอไมด์ (Polyamide, PA)

โดยทั่วไปเรียกว่า ไนลอน ได้จากปฏิกิริยาการเกิดโพลิเมอร์ระหว่างกรดกับอามิด หรือปฏิกิริยาการรวมตัวกันเองของกรดอะมิโน คุณสมบัติของพลาสติกชนิดนี้คือไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เป็นอันตราย เป็นพลาสติกที่มีความมันเงา มีความทนทานต่อแรงเสียดทานสูง รับแรงดึงและแรงอัดได้ดี สามารถบิดพับงอได้ ทนความร้อนได้สูง ทนกรดชนิดอ่อน ทนด่างได้ทั้งชนิดด่างอ่อนและด่างแก่ ทนสารเคมี น้ำมัน ไขมัน แอลกอฮอล์ โปร่งแสง มีหลากหลายสี (งามทิพย์, 2538) แต่มีข้อด้อยคือป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้น้อยและดูดซับความชื้นได้ง่าย โดยทั่วไปนิยมใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของความชื้นมาเคลือบติดกับฟิล์มโพลีเอไมด์เพื่อลดข้อด้อยดังกล่าว วัสดุที่นำมาเคลือบมีหลายชนิด เช่น polyethylene, polyvinylidenechloride, polyethylene terephthalate บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากโพลีเอไมด์ที่เคลือบด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของความชื้นจึงสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงและไวต่อการทำปฏิกิริยากับ ออกซิเจนในอากาศได้ดี

2. พลาสติกโพลิเอทิลีน (Polyethylene, PE)

เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมบรรจุเนื่องจากความหลากหลายของ PE ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป และส่วนใหญ่ราคาค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อเทียบกับพลาสติกชนิดอื่น คุณสมบัติโดยรวมของพลาสติกกลุ่มนี้คือ โปร่งแสงถึงโปร่งใสขึ้นกับความหนาและความหนาแน่น ยืดตัวได้มากฉีกขาดยาก ป้องกันความชื้นผ่านเข้าออกได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ ทนกรดและด่าง ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดีแต่มีจุดอ่อนคือยอมให้ไขมันซึมผ่านได้ง่าย ด้วยเหตุนี้อาหารที่ไวต่ออากาศจึงมีอายุการเก็บรักษาสั้น ไม่ทนน้ำมัน โดยเฉพาะน้ำมันก๊าดและน้ำมันเบนซิน มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นปานกลางและสูง ถุงที่มีความหนาแน่นสูงกว่า 0.935 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จะทนทานต่อการทิ่มแทงได้ดี เป็นแผ่นบางสามารถบิบบงได้ดี มีความยืดตัวสูง ฉีกขาดยาก เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก ทนความร้อนได้น้อย

โพลิเอทิลีน แบ่งได้ 3 ชนิด ตามความหนาแน่น คือ โพลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene หรือ LDPE) โพลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นปานกลาง (medium density polyethylene หรือ MDPE) โพลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง (high density polyethylene หรือ HDPE) การนำโพลิเอทิลีนมาใช้ประโยชน์ เช่น ผลิตขวดพลาสติก ซึ่งนิยมใช้โพลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นต่ำ พลาสติกชนิด LDPE หรือเรียกว่าถุงเย็น ไม่สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิของน้ำเดือดได้ จึงไม่ควรใช้บรรจุอาหารร้อน และไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารที่มีไขมันสูง เนื่องจากไขมันซึมผ่านพลาสติกชนิดนี้ได้ นอกจากนี้ LDPE นิยมใช้เป็นชั้นฟิล์มสำหรับปิดผนึกด้วยความร้อน จึงมักใช้เคลือบวัสดุที่ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ยาก เช่น ไนลอน (nylon) ส่วน HDPE สามารถทนความร้อนได้สูงกว่า LDPE จึงใช้บรรจุอาหารร้อนได้ นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารร้อน (ถุงร้อนที่มีลักษณะขาวขุ่น) (พรพล, 2545)

1. การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สุญญากาศ (Vacuum Packaging)

การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สุญญากาศ หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศ โดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะและหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการหดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป (semi-rigid form) (งามทิพย์, 2537) โดยทั่วไปความดันภายในภาชนะจะมีค่า

ประมาณ 0.5 - 8 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) (Kadaya, 1990) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ และระบบการบรรจุ

Nettleton (1985) กล่าวว่า ภาชนะแบบสุญญากาศที่ดีควรมีความต้านทานต่อออกซิเจนสูง เพื่อยืดอายุการเก็บได้นานมากขึ้น แต่ต้องระมัดระวังแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในสภาพไร้อากาศได้ จึงควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 3 องศาเซลเซียส การบรรจุแบบสุญญากาศจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลง คือ ปริมาณออกซิเจนลดลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากแบคทีเรียจะมากขึ้น ดังนั้นค่าความเป็นกรด-เบสจึงลดลง

2. การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ

การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ผลิตภัณฑ์จะมีการเสื่อมเสียได้จากปฏิกิริยาเคมีและจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจากจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญ ซึ่งมักเป็นจุลินทรีย์พวกแกรมลบ เช่น *Pseudomonas*, *Moraxella* และ *Acinetobacter* หรืออาจเป็นพวกที่เจริญได้ในสภาวะที่มีอากาศเพียงเล็กน้อย เช่น *Enterobacteriaceae* โดยในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แช่เย็น (อุณหภูมิ 2 - 3 องศาเซลเซียส) มักพบพวก *Pseudomonas* เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการลดปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่หรือเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไป มีผลทำให้อัตราการหายใจของเซลล์ลดลง สามารถยืดระยะ lag phase และ log phase ให้นานขึ้น จึงทำให้การเสื่อมสภาพของอาหารถูกยับยั้ง (Brody, 1989)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 ปลาอุกอุยเทศสด (มีชีวิต) ขนาดเฉลี่ย 3–4 ตัว/กิโลกรัม ซื้อจากตลาดไท โดยใส่ กระบะพลาสติก ขนส่งไปยังโรงงานผลิตซูริมิและปูเทียม กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง จังหวัดสมุทรปราการ

1.2 ซอร์บิทอล (food grade)

1.3 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และโซเดียมไพโรฟอสเฟต (food grade)

1.4 ส่วนประกอบสำหรับผลิตไส้กรอก ได้แก่ เกลือ โซเดียมไพโรฟอสเฟต น้ำตาลทราย น้ำมันปาล์มตรามรกต ลูกจันทร์ป่น อบเชย กระเทียม พริกไทยป่น หอมใหญ่สับ น้ำแข็ง ไข่ขาวผง (บริษัท Food EQ Co., Ltd.) และโปรตีนถั่วเหลือง (บริษัท Heine Win Chance. Ltd.)

1.5 เครื่องแกง (ผิวมะกรูด ตะไคร้ พริกขี้หนูแห้ง พริกขี้ฟ้าแห้ง พริกไทย หอมแดง กระเทียม ข่า รากผักชี กะปิ เกลือ)

1.6 ไส้เทียมเซลลูโลส ชนิดบริโภคมิได้ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร) ยี่ห้อ Nojax casing บริษัท Heine Win Chance. Ltd.

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

2.1 เครื่องแยกเนื้อปลาและกระดูก (Meat bone separator) ยี่ห้อ BIBUN รุ่น NDX 103

2.2 เครื่องบีบน้ำ (Screw press) ยี่ห้อ SUMITOMO รุ่น N 2DM-86

2.3 เครื่องแยกเกล็ดและเอ็นเล็ก ๆ (Strainer) ยี่ห้อ BIBUN รุ่น Sum 420

2.4 เครื่องสับขนาด/เครื่องบดผสม (Silent cutter) ยี่ห้อ BIBUN รุ่น P-0501-1

2.5 ตู้แช่เยือกแข็งแบบแผ่นสัมผัส (Contact plate freezer) LEROY-SOMER HL3G3E

2.6 ห้องเก็บผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง (Cold storage) อุณหภูมิ (-18 ± 2) องศาเซลเซียส

2.7 เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ (Vacuum seal) ยี่ห้อ HenkoVac รุ่น H-2900

2.8 เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น BB2400

2.9 เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า (Digital platform scale) capacity 150 Kg ยี่ห้อ Ishida

2.10 อ่างน้ำ ควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ยี่ห้อ Memmert Type WB 45

- 2.11 ถังพลาสติก
- 2.12 ตาชั่งในลอน
- 2.13 หัวบรรจุในการอัดไส้กรอกด้วยมือ
- 2.14 เครื่องสับผสม Vacuum cutting mixing machine, Stephan รุ่น HAAKE K20
- 2.15 เครื่องอัดไส้กรอก ยี่ห้อ Sirman Model 158
- 2.16 ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส
- 2.17 ถังจนวน สำหรับเก็บรักษาตัวอย่างในน้ำแข็ง ขนาดความจุ 100 ลิตร
- 2.18 เทอร์โมมิเตอร์ (Portable thermometer) ยี่ห้อ Nihon Keiyoki รุ่น NKD-H 43
- 2.19 อุปกรณ์เครื่องครัว (กะละมัง มีด เขียง เป็นต้น)

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 3.1 เครื่องชั่ง น้ำหนักไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น AC2115
- 3.2 เครื่องย่อยโปรตีน (Digestion Unit) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น K-435
- 3.3 เครื่องกลั่นโปรตีน (Distillation Unit) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น K 314
- 3.4 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Binder PD 53/E2
- 3.5 ชุดกลั่นวิเคราะห์หาค่ากรดไทโอบาร์บิทรูริก (Thiobarbituric acid / TBA)
- 3.6 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV/VIS Spectrophotometer) รุ่น GBC 918 UV/VIS
- 3.7 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ (Gas chromatography) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น GC-174
- 3.8 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter) ยี่ห้อ Radiometer Copenhagen รุ่น PHM-210
- 3.9 เตาเผาอุณหภูมิสูง ยี่ห้อ NEY 2-525 Series II
- 3.10 โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 3.11 จานคอนเวย์ (Conway Unit) , บิวเรต (Buret)
- 3.12 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Thermoconstanter Novasina รุ่น TH/RTD 733
- 3.13 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ยี่ห้อ Memmert
- 3.14 เครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (High speed refrigerated centrifuge) ยี่ห้อ Tomy รุ่น RS-205
- 3.15 เครื่อง Homogenizer ยี่ห้อ Nihonseiki รุ่น AM-12

- 3.16 อุปกรณ์วิเคราะห์ไขมันตามวิธี Modified Bligh and Dyer Method
- 3.17 เครื่องวัดสี (Chroma meter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR - 310
- 3.18 เครื่องวัดความเหนียว (Rheometer) ยี่ห้อ Fudoh Rheometer รุ่น RT-2002 DD, และบันทึกผลด้วยเครื่อง RheoPlotter Model TR-801 โดยมีหัวเจาะรูปทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร
- 3.19 ชุดทดสอบการพับ (Folding test)
- 3.20 ชุดอุปกรณ์ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เช่น ถาด แก้วน้ำ ถ้วย ช้อน ส้อม เป็นต้น
- 3.21 แบบทดสอบ
- 3.22 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ยี่ห้อ Tomy High-Pressure Steam Sterilizer ES-315
- 3.23 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ Hotpack Model 352602 และ Memmert
- 3.24 เครื่องตีปั่น (Laboratory blender stomacher)
- 3.25 จานเลี้ยงเชื้อ (Petridish)
- 3.26 เครื่องนับจำนวนจุลินทรีย์ (Colony counter)
- 3.27 เครื่องแก้วต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวิเคราะห์
- 3.28 ถุงพลาสติกซึ่งเป็นฟิล์มรีดรวมของ polyamide และ low density polyethylene (PA/LDPE) ขนาด 18.5 x 18.5 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว) ความหนา 80 ไมครอน

4. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

- 4.1 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ได้แก่ sulfuric acid (H_2SO_4), boric acid, selenium mixture, sodium hydroxide (NaOH) และ mixed indicator (methyl red and bromocresol green)
- 4.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ได้แก่ methanol, chloroform
- 4.3 การวิเคราะห์ปริมาณค่าระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) ได้แก่ boric acid, potassium-carbonate (K_2CO_3), hydrochloric acid (HCl) และ trichloroacetic acid
- 4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณเกลือ ได้แก่ silver nitrate ($AgNO_3$) และ potassium cromate (K_2CrO_4)
- 4.5 การวิเคราะห์หาค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक (TBA) ได้แก่ tetraethoxy propane (TEP), thiobarbituric acid (TBA) และ hydrochloric acid (HCl)
- 4.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน ได้แก่ sodium hydroxide (NaOH), methanol, chloroform, boron trifluoride in methanol และ fatty acid methyl ester

4.7 การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) acetic acid, chloroform (CHCl_3), potassium-iodide (KI) และ potassium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

5. อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา

อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับตรวจหา

5.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ได้แก่ Standard plate count agar

5.2 *Coliform* และ *Escherichia coli* ได้แก่ Lauryl sulfate tryptose broth (LST broth), Levine eosin methylene blue (L-EMB) agar และ Nutrient agar

5.3 *Vibrio cholerae* ได้แก่ Thiosulfate citrate bile salt agar (TCBS Agar)

5.4 *Staphylococcus aureus* ได้แก่ Buffer peptone water, Manitol salt egg yolk agar (MS – EY), Brain heart infusion broth (BHI) และ Rabbit plasma

5.5 *Salmonella* spp. ได้แก่ Buffer peptone water, Modified semisolid rappaport vassiliadis medium (MSRV)

5.6 *Clostridium perfringens* ได้แก่ Tryptose sulfite cycloserine (TSC) agar, Thioglycolate broth, Motility nitrate medium และ Lactose gelatin medium

5.7 *Escherichia coli* 0157 H7 ได้แก่ Modified Trypticase soy & Novobiocin broth (mTSB & N), Sorbitol MacConkey agar (SMAC agar) และ Nutrient agar

5.8 Yeast และ Mold ได้แก่ Potato dextrose agar (PDA)

5.9 *Clostridium botulinum* ได้แก่ Cooked meat medium (CMM) และ Agar

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล

10.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

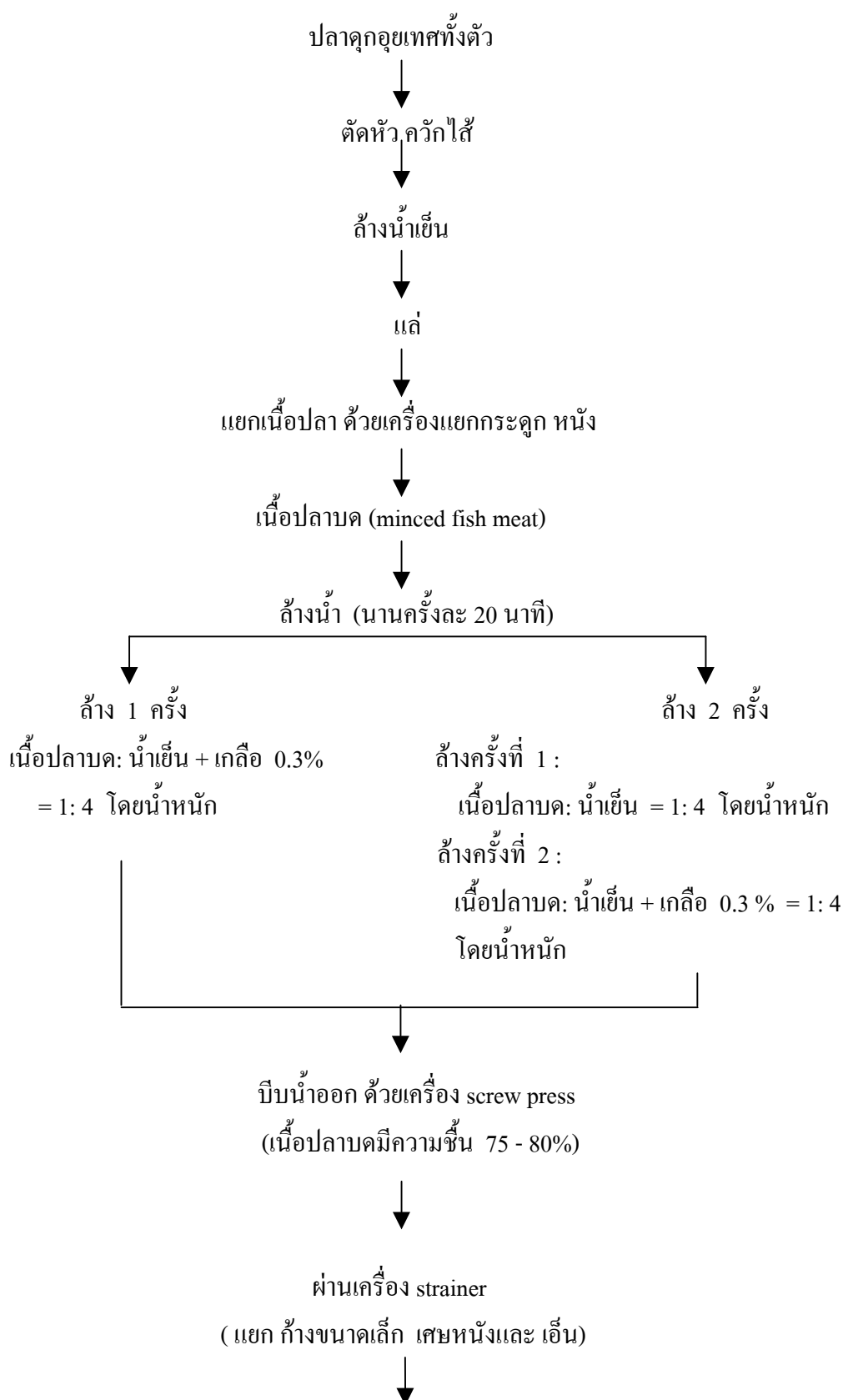
10.2 โปรแกรมสำเร็จรูป

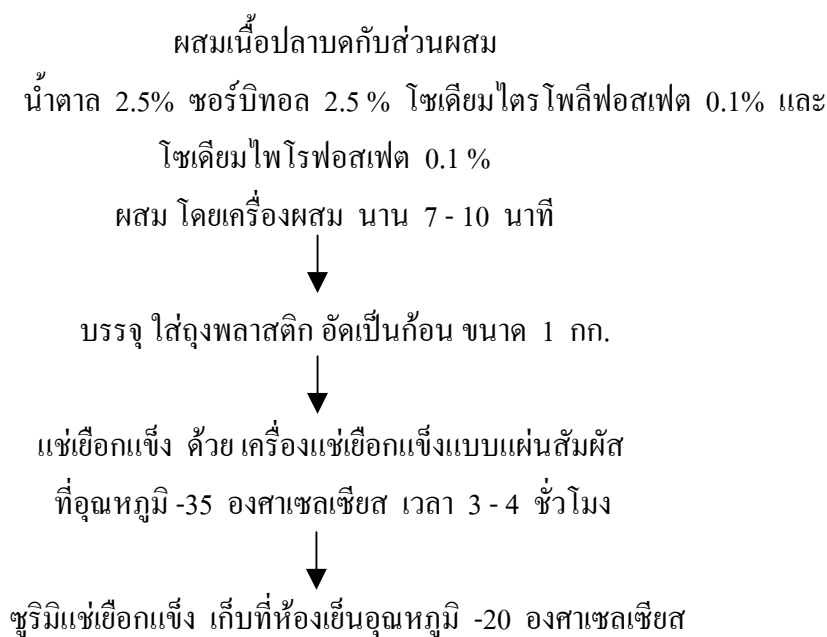
วิธีการ

1. กระบวนการผลิตซูริมิปลาอุกอุยเทศ

1.1 การผลิตซูริมิปลาอุกอุยเทศ

นำปลาอุกอุยเทศทั้งตัว (ขนาดน้ำหนัก 300 - 400 กรัม/ตัว) มาตัดหัว ควักไส้ ล้างให้สะอาดด้วยน้ำเย็น แต่เป็นชิ้น (fillet) จากนั้นสับตัวอย่างเนื้อปลาสดไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี แล้วนำเข้าเครื่องแยกเนื้อปลา (meat bone separator) นำเนื้อปลาคัดที่ได้ แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำมาล้าง 1 ครั้ง ด้วยน้ำผสมน้ำแข็งและเกลือร้อยละ 0.3 อัตราส่วนเนื้อปลาต่อน้ำล้างเท่ากับ 1:4 โดยน้ำหนัก กวนด้วยไม้พาย เพื่อให้ล้างได้ทั่วถึง เป็นเวลา 10 นาที ควบคุมอุณหภูมิ น้ำล้างไม่ให้สูงเกิน 10 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ตักไขมันที่ลอยบนผิวหน้า น้ำล้างออกจากนั้นแยกเนื้อปลาออกจากน้ำล้างโดยการกรองผ่านตาข่ายไนลอน และเนื้อปลาส่วนที่สอง นำมาล้าง 2 ครั้ง โดยครั้งแรก นำเนื้อปลาล้างด้วยน้ำผสมน้ำแข็ง ในอัตราส่วนและวิธีการเดิม นำเนื้อปลาที่กรองผ่านตาข่ายไนลอน มาล้างครั้งที่ 2 ด้วยน้ำผสมน้ำแข็งและเกลือร้อยละ 0.3 ในอัตราส่วนและวิธีการเดิม ควบคุมอุณหภูมิ น้ำล้างให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส นำเนื้อปลาที่ผ่านการล้างและกรองผ่านตาข่ายไนลอนแล้ว ทั้งสองส่วนมาผ่านขั้นตอนการขจัดน้ำออกจากเนื้อปลา โดยใช้เครื่องบีบน้ำ (screw press) ปริมาณความชื้นในเนื้อปลาหลังจากผ่านเครื่องบีบ ควรอยู่ระหว่างร้อยละ 75 - 80 หลังจากนั้นนำไปผ่านเครื่อง strainer เพื่อแยกเอ็นและก้างเล็ก ๆ ออกให้หมด ชั่งน้ำหนักเนื้อปลาที่ได้ แล้วผสมกับสารป้องกันโปรตีนเสื่อมสภาพจากการแช่แข็ง ได้แก่ น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 2.5 โซรบีทอลร้อยละ 2.5 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.1 และโซเดียมไพโรฟอสเฟต ร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักเนื้อปลา โดยใช้เครื่องผสม (silent cutter) เป็นเวลา 7 - 10 นาที ควบคุมอุณหภูมิขณะผสมไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส แล้วบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน น้ำหนักถุงละ 1 กิโลกรัม ปิดปากถุงแล้วนำไปวางในถาดบล็อก แช่เยือกแข็งแบบเร็วด้วยเครื่องแช่แข็งระบบแผ่นสัมผัส (contact Freezer) ที่อุณหภูมิ -35 องศาเซลเซียส นาน 3 - 4 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บในห้องเก็บอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1)





ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตซูริมิ

ที่มา: ดัดแปลงจาก อรพรรณ (2539) และ MFRD (1988)

1.2 ตรวจสอบคุณภาพด้านองค์ประกอบทางเคมี

- 1.2.1 โปรตีน (protein) ตามวิธีของ AOAC (1984)
- 1.2.2 ไขมัน (fat) ตามวิธีของ Bligh and Dyer (1959)
- 1.2.3 ความชื้น (moisture) ตามวิธีของ AOAC (1990)
- 1.2.4 เถ้า (ash) ตามวิธีของ AOAC (1984)

1.3 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

1.3.1 การเตรียมซูริมิเจล (ภาพที่ 2)

นำตัวอย่างซูริมิแช่แข็งที่เก็บไว้ 1 สัปดาห์ มาวางให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น แล้วสับผสมซูริมิกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 3 ของน้ำหนักซูริมิ ด้วยเครื่องสับผสม ปรับความชื้นของตัวอย่างซูริมิให้เท่ากับร้อยละ 78 โดยใช้ น้ำเย็น (pH 6.8) ใช้เวลานาน 5 - 6 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิระหว่างนวดผสมให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส แล้วอัดตัวอย่างที่ผสมแล้วใส่ในไส้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5

เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร มัดหัวท้ายให้แน่น เตรียมประมาณ 4–5 แท่งต่อตัวอย่าง นำไปต้มในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ โดยให้ความร้อน 2 ครั้งที่อุณหภูมิ 2 ระดับ เปรียบเทียบกับการให้ความร้อนครั้งเดียว ดังนี้คือ 1. การให้ความร้อน 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 2. ให้ความร้อน 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 3. การให้ความร้อนครั้งเดียวที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นทำให้เย็นในน้ำเย็น เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำซุริมิเจลเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่าความเหนียว สี และทดสอบโดยการพับ

1.3.2 ความเหนียวของเจล (gel strength) โดยใช้เครื่องวัดความเหนียว (rheometer) ตามวิธีการตรวจคุณภาพซุริมิของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (อรรณ และคณะ, 2541) นำตัวอย่างซุริมิเจล มาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อปรับอุณหภูมิตัวอย่างให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง ตัดตัวอย่างเจลยาวท่อนละ 2.5 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อนต่อ 1 ตัวอย่าง เอาใส้ออก แล้วนำไปวัดค่าแรงและระยะทางที่ทำให้เจลแตก (force and distance) ด้วยเครื่องวัดความเหนียว โดยตัวอย่างแต่ละท่อนจะถูกกดด้วยหัวกดปลายมน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ตัวอย่างเจลจะถูกกดด้วยหัวกดจนกระทั่งผิวหน้าแตก น้ำหนักที่กดคือแรง (force) แสดงค่าเป็นกรัม และความลึกหรือระยะทางที่หัวกด กดลงในตัวอย่างจนแตกคือ distance หรือค่าความยืดหยุ่นของเจล แสดงค่าเป็นมิลลิเมตร คำนวณค่าความเหนียวของเจล ได้จากแรงคูณระยะทางมีหน่วยเป็นกรัม.เซนติเมตร

1.3.3 การวัดสีและความขาว (whiteness) โดยใช้เครื่องวัดสี (chroma meter) ตามวิธีการตรวจคุณภาพซุริมิของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (อรรณ และคณะ, 2541) นำตัวอย่างซุริมิเจลมาตัดเป็นชิ้นบาง ๆ หนา 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปวัดสี โดยใช้เครื่องวัดสี โดยใช้ระบบของ CIE (L^* a^* b^* Colour system) ค่า L^* คือค่าความสว่าง มีค่าระหว่าง 0–100 a^* แสดงค่า (+) สีแดง หรือ (-) สีเขียว b^* แสดงค่า (+) สีเหลือง หรือ (-) สีน้ำเงิน จากค่า L^* a^* และ b^* นำไปคำนวณหาค่าความขาวของซุริมิได้จากสมการ

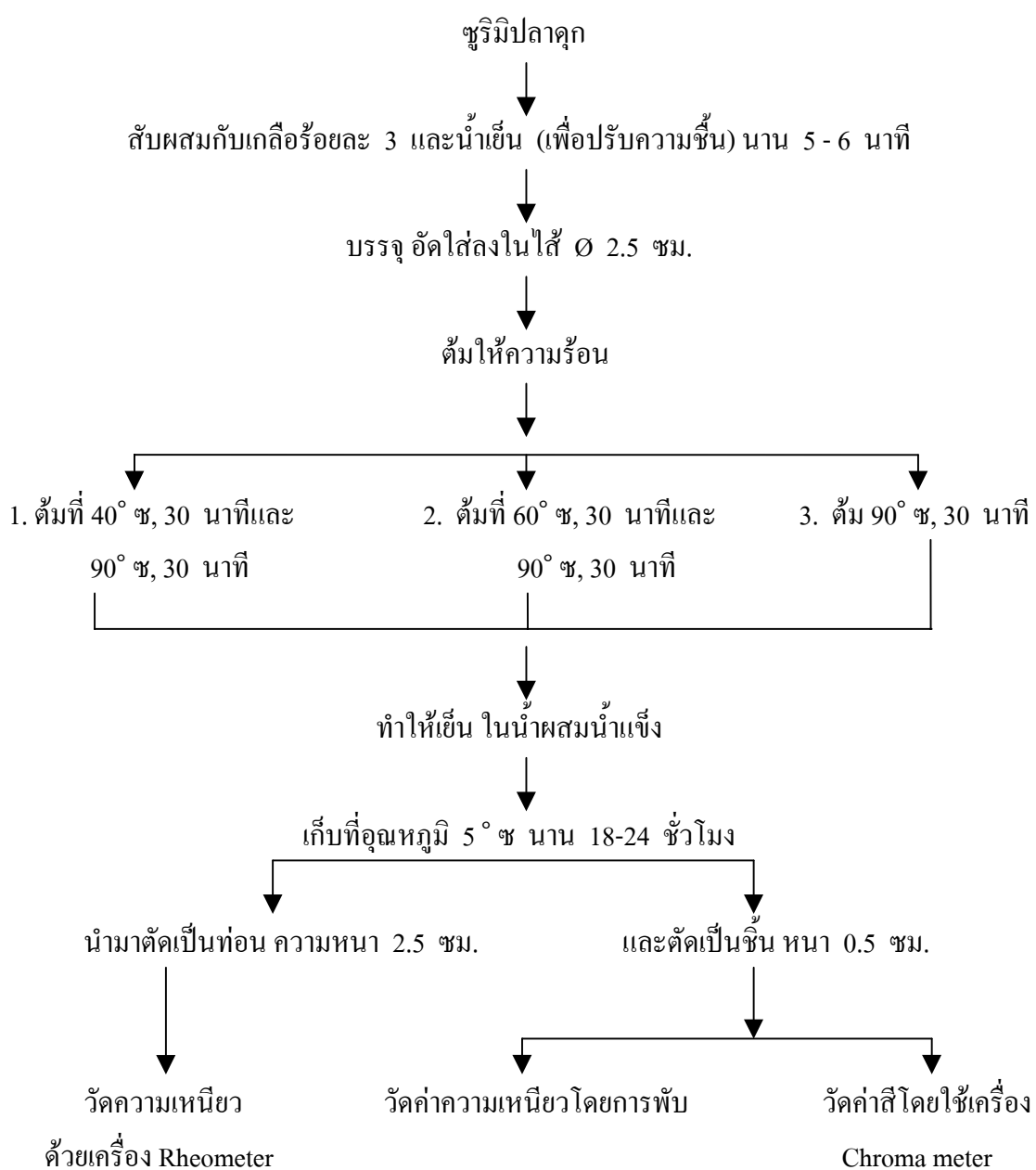
$$\text{ความขาว} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

1.3.4 การทดสอบความเหนียวของเจลโดยการพับ (folding test) ตามวิธีการตรวจคุณภาพชูริมิของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (อรุวรรณ และคณะ, 2541) โดยนำตัวอย่างมาตัดเป็นชิ้นบาง ๆ หนา 0.5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร มาทดสอบการพับและใช้เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพของการทดสอบการพับ

ระดับคุณภาพ	ลักษณะเจลของชูริมิ
AA	ไม่แตกเมื่อพับเป็นสี่ส่วน
A	แตกเล็กน้อยเมื่อพับสี่ส่วน
B	แตกเล็กน้อยเมื่อพับครึ่ง
C	แตก (แต่สองชิ้นยังติดกัน) เมื่อพับครึ่ง
D	แตกขาดออกจากกันเมื่อพับครึ่ง

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in Complete Randomized Design (CRD) ศึกษาระดับของปัจจัย 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือการล้าง (ล้าง 1 ครั้งและล้าง 2 ครั้ง) ปัจจัยที่ 2 คือ กระบวนการให้ความร้อน (ให้ความร้อนแบบครั้งเดียว และให้ความร้อนแบบสองครั้ง) แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ตามข้อที่ 1 นำค่าที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพ หาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป



ภาพที่ 2 การเตรียมซูริมิเจล

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากซูริมิปลาอุยเทศ

2.1 ผลิตภัณฑ์ปลาอุยเทศ

ผลิตภัณฑ์ปลาอุยเทศ จากผลการทดลองที่ 1 เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากซูริมิปลาอุยเทศ นำมาตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปผลิตไส้กรอกดังนี้

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมี (Proximate composition)

- 1) โปรตีน ตามวิธีในข้อ 1.2
- 2) ไขมัน ตามวิธีในข้อ 1.2
- 3) ความชื้น ตามวิธีในข้อ 1.2
- 4) เถ้า ตามวิธีในข้อ 1.2

2.1.2 คุณสมบัติเชิงหน้าที่ (Functional properties)

- 1) ความเหนียวของเจล โดยใช้เครื่องวัดความเหนียว ตามวิธีในข้อ 1.4
- 2) ความขาว โดยใช้เครื่องวัดสี ตามวิธีในข้อ 1.4
- 3) ทดสอบโดยการพับ ตามวิธีในข้อ 1.4

2.2 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลา (แผนภูมิที่ 3)

2.2.1 นำซูริมิปลาอุยเทศที่ผลิตได้ออกจากห้องเก็บ (-20 องศาเซลเซียส) มาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งน้ำหนักตามที่ต้องการ

2.2.2 นำซูริมิที่ได้ใส่ในเครื่องสับผสม สับผสมนาน 1 นาที แล้วสับผสมกับเกลือนวดต่ออีก 2 นาที

2.2.3 เติมส่วนผสมต่าง ๆ ตามสูตรลงไป (ตารางที่ 2) แล้วสับผสมต่ออีก 3 นาที สับผสมให้ทั่วและเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงเติมน้ำมันผสมให้เข้ากัน นวดต่ออีก 2 นาที พร้อมทำให้เป็นสุญญากาศ (ใช้เวลาผสมประมาณ 8 นาที) ในระหว่างที่สับผสมควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

2.2.4 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาขึ้นรูปโดยบรรจุใส่ในไส้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดไส้กรอก อัดไม่ให้หลวมหรือแน่นจนเกินไป และไม่ให้มีฟองอากาศ มัดเป็นท่อน โดยมัดหัวท้ายให้แน่น

2.2.5 นำไส้กรอกไปต้ม โดยใช้ผลการทดลองกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสม ตามการทดลองที่ 1

2.2.6 ทำให้เย็น โดยแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง ประมาณ 10 นาที แล้วสะเด็ดน้ำ บรรจุใน ถุงพลาสติก แล้วนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4–10 องศาเซลเซียส นาน 1 คืน

2.3 การพัฒนาสูตรไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคูอุยเทศ

ผลิตไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคูอุยเทศ โดยแปรส่วนผสมทั้งหมดตามสูตร ต่าง ๆ 3 สูตร คือ 1. ไส้กรอกปลาสูตรพื้นฐาน 2. สูตรกระเทียมพริกไทย และ 3. สูตรผสมเครื่อง แกง ดังตารางที่ 2 ตามกระบวนการผลิตไส้กรอกปลา (ภาพที่ 3)

สุ่มตัวอย่างไส้กรอกซูริมิแต่ละชุดการทดลอง ทั้ง 3 สูตร ต้มในน้ำอุณหภูมิ 90–100 องศาเซลเซียส 3 นาที แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ระบบการให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1–9 คะแนน (คะแนน 9 หมายถึงระดับความชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบระดับห้องปฏิบัติการและคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอก จำนวน 20 คน เป็นผู้ ชาย 5 คนและผู้หญิง 15 คน ซึ่งเป็นบุคลากรของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง วาง แผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป แล้วเลือกสูตรไส้กรอก ที่มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด มาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4 สูตรการทดลองผลิตไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ

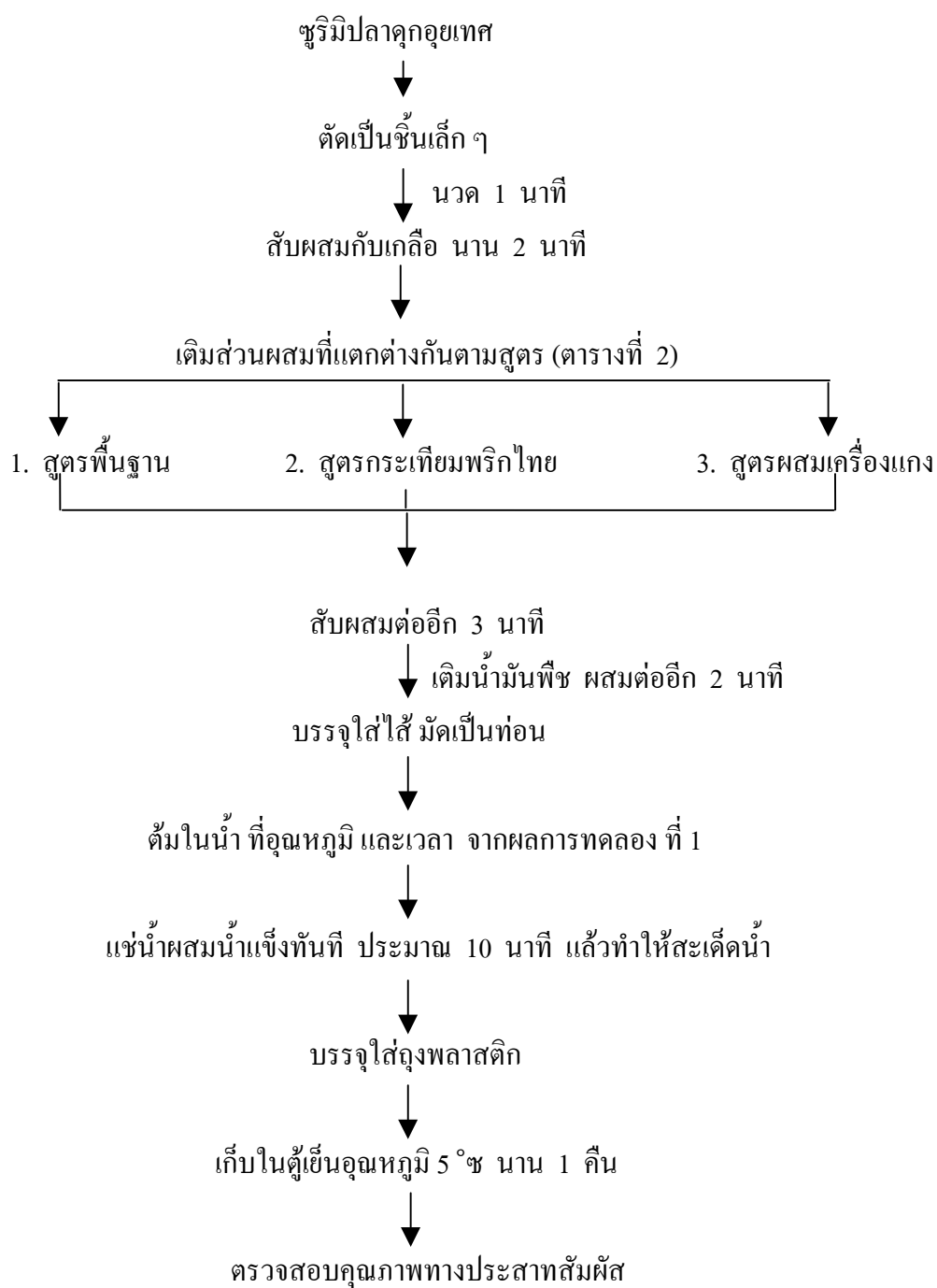
ส่วนประกอบ	สูตรการผลิตไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ (ร้อยละของน้ำหนักซูริมิ)		
	สูตรพื้นฐาน ¹	สูตรกระเทียม พริกไทย ²	สูตรผสมเครื่องแกง ³
ซูริมิ	100	100	100
เกลือ	3.0	3.0	3.0
น้ำตาล	1.0	1.0	1.0
ไข่ขาวผง	1.4	1.4	1.4
ฟอสเฟต	0.2	0.2	0.2
โปรตีนถั่วเหลือง	4.5	4.5	4.5
หอมใหญ่สับละเอียด	3.0	3.0	3.0
กระเทียมสับละเอียด	2.0	6.0	2.0
พริกไทยป่น	0.6	1.8	0.6
น้ำมันพืช	10	10	10
ดอกจันทน์ป่น	0.04	0.04	-
อบเชยป่น	0.04	0.04	-
น้ำแข็ง	40	40	25
เครื่องแกง	-	-	50

หมายเหตุ สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ปัจจุบันเปลี่ยนเป็น
กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

ที่มา: ¹ สูตรไส้กรอกปลาของสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (ม.ป.ป)

² คัดแปลงจากสูตรไส้กรอกปลาของสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง (ม.ป.ป)

³ คัดแปลงจากสูตรไส้กรอกปลาสมุนไพรของสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง (2545)



ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลาจากชูริมิปลาคุอุยเทศ

2.4 การพัฒนาไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

การทดลองเพื่อหาวิธีการและปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมที่ใช้ โดยแปรวิธีการผลิตเครื่องแกง คือวิธีการบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง และปริมาณเครื่องแกงที่ใช้ผสม เพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดดังนี้

2.4.1 เปรียบเทียบการยอมรับไส้กรอก โดยการใช้ส่วนผสมของเครื่องแกงที่ผลิตด้วยวิธีการบดแบบเปียกกับการบดแบบแห้ง

เลือกไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง จากข้อ 2.3 มาผลิต โดยเปรียบเทียบการใช้เครื่องแกงที่ผลิตจากวิธีการบดแบบเปียกและการบดแบบแห้ง โดยนำเครื่องแกงที่บดละเอียดแล้วที่ได้จากการผลิตทั้ง 2 วิธี (ภาคผนวก ก) วิเคราะห์ค่าความชื้นและค่าความเป็นกรด-เบส แล้วนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ซึ่งนำหนักตามสูตรและวิธีการผลิตไส้กรอกในข้อ 2.2 โดยใช้ส่วนผสมอื่นคงที่

สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงแต่ละชุดการทดลองมาต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 90 - 100 องศาเซลเซียส 3 นาที แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ระบบการให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1 – 9 คะแนน (คะแนน 9 หมายถึงระดับความชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบระดับห้องปฏิบัติการและคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอก จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นบุคลากรของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง วางแผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

2.4.2 ปริมาณเครื่องแกง

เลือกใช้หน่วยการทดลองที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด จากข้อที่ 2.4.1 มาทำการทดลองต่อไป โดยการแปรปริมาณเครื่องแกงที่ระดับร้อยละ 50, 40 และ 30 ของน้ำหนักซูริมิ ตามลำดับ ผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงตามวิธีการผลิตไส้กรอกข้อที่ 2.2 ให้ส่วนประกอบอื่นคงที่ ดังนี้

ส่วนประกอบ	น้ำหนัก (กรัม)		
ซูริมิ	100	100	100
เครื่องแกงบดละเอียด	50	40	30
เกลือ	3.0	3.0	3.0
น้ำตาล	1.0	1.0	1.0
ไข่ขาวผง	1.4	1.4	1.4
ฟอสเฟต	0.2	0.2	0.2
โปรตีนถั่วเหลือง	4.5	4.5	4.5
หอมใหญ่สับละเอียด	3.0	3.0	3.0
กระเทียมสับละเอียด	2.0	2.0	2.0
พริกไทยป่น	0.6	0.6	0.6
น้ำมันพืช	10	10	10
น้ำแข็ง*	51.5	51.5	51.5

* เติมน้ำแข็งให้ได้ความชื้นร้อยละ 78 โดยคำนวณจากร้อยละความชื้นของซูริมิ (ร้อยละ 69)

สุ่มตัวอย่างได้กรอกปลาผสมเครื่องแกงแต่ละชุดการทดลองมาคั่วที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียสนาน 3 นาที แล้วประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ระบบการให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1 – 9 คะแนน วางแผนการทดลอง วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างตามข้อที่ 2.4.1

3. ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ใ้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศที่บรรจุในสภาวะต่าง ๆ

ผลิตใ้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศตามสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบ สูงที่สุด ตามข้อที่ 2 นำมาบรรจุและเก็บรักษาในสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

- สภาวะการบรรจุ

นำผลิตภัณฑ์ใ้กรอกปลาบรรจุในถุงพลาสติก PA/LDPE ขนาด 15 X 25 เซนติเมตร หนา 80 ไมครอน จำนวน 3 ท่อน ยาวขนาดท่อนละ 10 เซนติเมตร มีน้ำหนักรวมประมาณ 150 กรัม บรรจุภายใต้ 2 สภาวะ คือ

สภาวะบรรยากาศปกติ

สภาวะสุญญากาศ

- อุณหภูมิที่ใช้เก็บ

นำผลิตภัณฑ์ใ้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศที่บรรจุในสภาวะการบรรจุต่าง ๆ มา เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ

เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส และ

เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส (โดยการเปลี่ยนน้ำแข็งทุกวัน)

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ระหว่างเก็บรักษา สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ทางด้านเคมี จุลชีววิทยา กายภาพ และทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ทุก ๆ 7 วัน นาน 7 สัปดาห์ หรือจนกว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ (วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความชอบต่ำกว่า 5 คะแนน ถือว่าสิ้นสุด อายุการเก็บรักษา แสดงว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์)

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial Experimental in CRD โดยปัจจัยที่หนึ่งคือ วิธีการบรรจุ 2 รูปแบบ ได้แก่ การบรรจุภายใต้สถานะสุญญากาศ และการบรรจุภายใต้สถานะบรรยากาศปกติ ปัจจัยที่สองคือ อุณหภูมิในการเก็บ 2 ระดับ คือ 0 ± 2 องศาเซลเซียส (ในน้ำแข็ง) และ 4–10 องศาเซลเซียส (ในตู้เย็น) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test ซึ่งวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

ส่วนตัวอย่างไส้กรอกจากซูริมิปลาคุอุเทศ ทั้ง 2 สถานะการบรรจุซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 2 ระดับ ตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

3.1 ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ส่วนตัวอย่างไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุอุเทศ แต่ละชุดการทดลองมาต้มที่อุณหภูมิ 90–100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที โดยลอกไส้ออกจากไส้กรอกแล้วหั่นเป็นชิ้นก่อนเสิร์ฟให้กับผู้ทดสอบ พร้อมแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวม ระบบการให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1–9 คะแนน วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างตามข้อที่ 2.4.1

3.2 ประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ

3.2.1 วัดความเหนียวของไส้กรอกโดยใช้เครื่อง Rheometer ตามวิธี ข้อที่ 1.2

3.2.2 วัดสี โดยใช้เครื่อง Chroma meter ตามวิธี ข้อที่ 1.3

3.2.3 หาค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Aw) โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter Novasina TH/RTD 733

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

3.3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น (ที่ 0 วัน) ตามวิธี ข้อที่ 1.2

3.3.2 ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ตามวิธีของ FAO (1981) (ที่ 0 วัน)

3.3.3 วัดค่าความเป็นกรด – เบส ด้วยเครื่อง pH-meter ตามวิธีของ Miwa and Low (1992)

3.3.4 ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) ตามวิธีของ Miwa and Low (1992)

3.3.5 ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) ตามวิธีของ Kirk and Sawyer (1991)

3.3.6 ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid) ตามวิธีของ Tarladgis *et al.* (1960) distillation method as modified by Banasihan (1985)

3.3.7 วิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid composition) ที่เป็นองค์ประกอบในไส้กรอก เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4 - 10$ องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography เก็บที่อุณหภูมิ 0 และ $4 - 10$ องศาเซลเซียส (วิเคราะห์ที่ 0 วัน และ วันสุดท้ายของการเก็บรักษา) ตามวิธีของ IUPAC (1979)

3.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

วิเคราะห์คุณภาพทุก ๆ 7 วัน ตามวิธีของ BAM. (1995)

3.4.1 วิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)

3.4.2 Coliform, *Escherichia coli*

3.4.3 *Staphylococcus aureus*

3.4.4 *Salmonella spp.*

3.4.5 *Vibrio cholerae*

3.4.6 *Escherichia coli* 0157

3.4.7 Yeast และ Mold

3.4.8 *Clostridium perfringens*

3.4.9 *Clostridium botulinum*

4. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศและบรรจุภัณฑ์

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศโดยใช้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน แบ่งตามอาชีพ ได้แก่ นักเรียน นิสิต/นักศึกษา ข้าราชการ/รัฐ-วิสาหกิจ พนักงานบริษัท ฯ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้ โดยนำไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ ต้มที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ลอกไส้กรอกจากไส้กรอกแล้วหั่นเป็นชิ้นก่อนเสิร์ฟให้กับผู้ทดสอบ พร้อมแบบสอบถาม (ภาคผนวก ข) ใช้วิธีให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) เก็บปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และความสะดวกในการบริโภค และทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกและลักษณะบรรจุภัณฑ์ โดยการเสนอไส้กรอกบรรจุในบรรจุภัณฑ์ให้กับผู้ทดสอบ ให้คะแนนการยอมรับระดับ 5 คะแนน (1 = ยอมรับน้อยที่สุดและ 5 = ยอมรับมากที่สุด)

5. การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิ

การคำนวณต้นทุนการผลิตโดยไม่คิดค่าแรงงาน คิดเฉพาะในส่วนของวัตถุดิบทั้งหมดและบรรจุภัณฑ์

6. สถานที่ทดลอง

ห้องปฏิบัติการแปรรูปสัตว์น้ำ ห้องปฏิบัติการเคมีและห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน 2547 ถึงเดือน มีนาคม 2548

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้ประโยชน์จากปลาดุกอุยเทศได้สูงสุดและมีมูลค่าเพิ่ม
2. ได้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากชูริมิปลาดุกอุยเทศ ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคในการเลือกรับประทานไส้กรอก

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษากระบวนการผลิตซูริมิปลาอุกอุยเทศ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเนื้อปลาดุก พบว่า เนื้อปลาดุก ประกอบด้วยปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าร้อยละ 73.80 17.57 9.07 และ 1.0 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง ของ อรวรรณ (2539) และ Pongchawee *et al.* (1995) ที่ตรวจพบปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ในเนื้อปลาดุกอุยเทศร้อยละ 76.65 25.80 7.56 1.12 ตามลำดับและ 73.79 - 77.13 13.37 - 17.28 5.08 - 6.24 และ 1.43 - 2.53 ตามลำดับ และเมื่อนำเนื้อปลาดุกอุยเทศมาผลิตเป็น ซูริมิ โดยผ่านสภาวะการล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้ง พบว่า ปริมาณเถ้าและปริมาณไขมันลดลงอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เถ้าร้อยละ 0.77 0.49 และ 7.06 6.44 ตามลำดับ แต่ปริมาณ ความชื้นลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนโปรตีนมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เท่ากับ ร้อยละ 21.99 และ 21.11 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) (ตารางผนวกที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนจากเนื้อไก่ เนื้อหมู เนื้อวัว ซึ่งมีค่าร้อยละ 19.5 19.6 และ 20.3 ตาม ลำดับ (กองโภชนาการ, 2544) เป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่โปรตีนจากเนื้อปลาเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพ ดี ร่างกายสามารถย่อยได้ง่าย มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน และประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่วนไขมันจากเนื้อสัตว์ดังกล่าวส่วนมากเป็นชนิดอิ่มตัว ซึ่งถ้ารับประทานมาก ๆ อาจจะมีอันตรายต่อร่างกายได้ Adu *et al.* (1983) ได้ทดลองล้างเนื้อปลา ร็อกฟิช (Rockfish) ที่มีไขมันร้อยละ 4.69 ด้วยการใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อปลาสดและน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 4 จำนวน 2 ครั้ง พบว่าปริมาณเถ้าและไขมันลดลงร้อยละ 80 และ 65 ตามลำดับ ดังนั้น การล้างไม่เพียงแต่ขจัดไขมันและสารที่ละลายน้ำได้ (water soluble substances) เท่านั้น แต่มีความ สำคัญในการเพิ่มความเข้มข้นของโปรตีนที่ทำให้เกิดเจลของผลิตภัณฑ์จากซูริมิได้อีกด้วย (Bibbitt, 1986)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพทางเคมี ของเนื้อปลาดุกอุยเทศ และชูริมิปลาดุกอุยเทศ ที่ได้จากเนื้อปลาที่ผ่านการล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้ง

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}		
	เนื้อปลาดุกสด	ชูริมิ (ล้าง 1 ครั้ง)	ชูริมิ (ล้าง 2 ครั้ง)
ความชื้น	73.80 ^a $\pm$ 1.33	69.21 ^b $\pm$ 0.39	69.35 ^b $\pm$ 0.23
โปรตีน	17.57 ^b $\pm$ 0.26	21.99 ^a $\pm$ 1.31	21.11 ^a $\pm$ 0.30
ไขมัน	9.07 ^a $\pm$ 1.19	7.06 ^b $\pm$ 0.63	6.64 ^b $\pm$ 0.34
เถ้า	1.10 ^a $\pm$ 0.07	0.77 ^b $\pm$ 0.13	0.49 ^c $\pm$ 0.04

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษร (a, b, c) ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง ($n = 6$)

จากการศึกษากระบวนการผลิตชูริมิปลาดุกอุยเทศ โดยแปรสภาวะการล้างเนื้อปลาสดเป็นการล้าง 1 ครั้งและล้าง 2 ครั้ง และแปรการให้ความร้อนในการเตรียมเจลเป็นแบบ 2 ครั้งที่อุณหภูมิ 2 ระดับกับการให้ความร้อนครั้งเดียวคือ 1. การให้ความร้อน 2 ครั้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีและที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 2. การให้ความร้อน 2 ครั้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีและที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 3. การให้ความร้อนครั้งเดียวที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าความเหนียวของชูริมิ ทดสอบโดยการพับ วัดค่าสี L^* a^* b^* และ ค่าความขาว ผลแสดงดังตารางที่ 6

พบว่า การล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้ง ไม่มีผลต่อค่าความเหนียวของชูริมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และการทดสอบความเหนียวโดยการพับได้ระดับคุณภาพ AA เหมือนกัน แต่การให้ความร้อนมีผลต่อค่าความเหนียวของชูริมิ ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 3) โดยการให้ความร้อนแบบสองครั้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีและต้มต่อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีจะให้ค่าความเหนียวสูงสุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 404.03 ± 23.09 กรัม.เซนติเมตร และ 407.16 ± 32.22 กรัม.เซนติเมตร สำหรับชูริมิจากปลาดุกอุยเทศที่ผ่านการล้าง

เนื้อปลา 1 ครั้งและ 2 ครั้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alvarez *et al.* (1995) และ Repponp *et al.* (1995) ที่ศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อเจล ชูริมิปลาซาร์ดินและปลาแปซิฟิกเฮอรั้ง พบว่า กระบวนการให้ความร้อนแบบสองครั้งคือให้ความร้อนครั้งแรกที่อุณหภูมิ 35 - 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 - 60 นาที ก่อนการให้ความร้อนครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ให้เจลที่มีความเหนียวมากกว่าการให้ความร้อนแบบครั้งเดียวที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที

นอกจากนี้ผลของการให้ความร้อน แบบสองครั้งให้ค่าความเหนียวของชูริมิสูงกว่าการให้ความร้อนครั้งเดียว เนื่องจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เป็นการจัดการเรียงตัวของไมโอไฟบริลาโปรตีน เมื่อนำไปให้ความร้อนอีกครั้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำให้โครงสร้างของเจลมีความแข็งแรงขึ้น แต่การให้ความร้อนเจลที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส จะไม่เกิดการเรียงตัวของไมโอไฟบริลาโปรตีนที่เป็นโครงสร้างของเจล จึงมีความแข็งแรงน้อยกว่า หรือเรียกว่าสภาวะโมโดริ (Suzuki, 1981) และจากการทดลองของอรทัย (2544) ที่ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อความสามารถเกิดเจลของปลาแต่ละชนิด พบว่าการเสื่อมสภาพของเจลปลา (สภาวะโมโดริ) เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ 70 องศาเซลเซียส สำหรับปลาลิ้นหมาและปลานิล และเกิดขึ้นที่ 70 องศาเซลเซียส ในปลาคูอุเทศ การให้ความร้อนในการเตรียมเจลของการทดลองครั้งนี้ พบว่าการให้ความร้อน 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีและที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ให้ค่าความเหนียวของชูริมิปลาคูอุเทศที่มีการล้างเนื้อปลา 2 ครั้ง ต่ำสุด คือ 274.12 กรัม. เซนติเมตร

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของชูริมิทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยการวัดสีเป็นค่า L^* a^* b^* แล้วนำไปคำนวณหาค่าความขาวของชูริมิ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2 ค่า L^* เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่าง ค่า a^* เป็นค่าที่แสดงถึง (+) สีแดง หรือ (-) สีเขียว และค่า b^* เป็นค่าที่แสดงถึง (+) สีเหลือง หรือ (-) สีนํ้าเงิน พบว่าชูริมิที่ล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้ง ให้ค่า L^* a^* b^* ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยการล้าง 1 ครั้งมีค่าอยู่ในช่วง 78.92 - 79.17 (-0.52) - (-0.54) และ (+13.09) - (+13.31) ตามลำดับ ส่วนการล้าง 2 ครั้ง มีค่า L^* a^* b^* อยู่ในช่วง 78.88 - 79.03 (-0.483) - (-0.72) และ (+13.14) - (+13.34) ตามลำดับ (ภาพที่ 4) การที่ชูริมิจากปลาคูอุเทศ ที่ผลิตโดยใช้สภาวะการล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้ง ให้ค่าสีที่ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการล้างเนื้อปลา 2 ครั้ง โดยล้างครั้งแรกด้วยน้ำผสมน้ำแข็งทำให้สามารถ สกัดสิมโปรตีนออกมาได้เล็กน้อย แต่เมื่อนำมาล้างครั้งที่ 2 ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.3 (เป็นขั้นตอนเดียวกันกับสภาวะการล้าง 1 ครั้ง)

อาจจะทำให้สกัดฮีมโปรตีนได้มากกว่าล้างด้วยน้ำ เนื่องจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์ช่วยปรับค่า ionic strength ของสารละลายให้ใกล้เคียงค่า ionic strength ในเนื้อปลา ทำให้สามารถสกัดเม็ดสีได้มากกว่าการล้างด้วยน้ำ จึงอาจจะทำให้การล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้งมีค่าสีที่ไม่แตกต่างกัน (เทวินทร์, 2539)

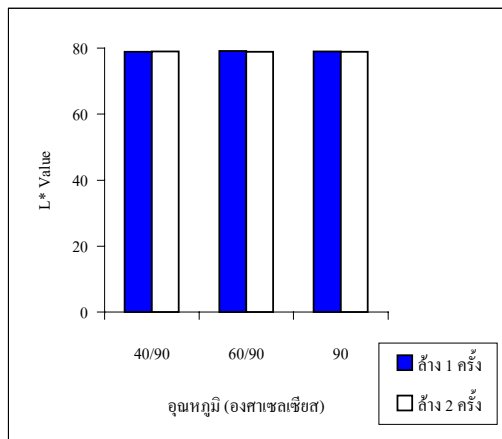
ดังนั้นค่าความขาว ที่คำนวณได้จากค่าสี L^* a^* b^* พบว่าซุริมิที่ล้าง 1 ครั้งและ 2 ครั้ง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และการให้ความร้อนไม่มีผลต่อความขาวของซุริมิ โดยมีค่าความขาวอยู่ในช่วง 75.19 ± 0.28 และ 75.12 ± 0.17 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบกับซุริมิปลาออสากาพอลแลค ที่มีความขาว 81.8 (ค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 87.5 -3.7 และ 2.7 ตามลำดับ) (Lanier and Lee, 1992) จะเห็นว่าซุริมิปลาอุกอุยเทศมีความขาวน้อยกว่า

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของซูริมีปลาอุกอุยเทศ ที่ผลิตจากการ
ล้างเนื้อปลา 1 หรือ 2 ครั้ง และแปรการให้ความร้อนครั้งเดียว หรือสองครั้งในการ
เตรียมเจล

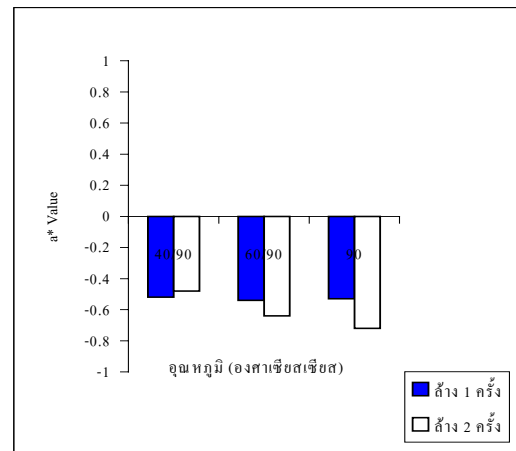
ลักษณะทดสอบ	จำนวนครั้งล้าง เนื้อปลาสด	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}		
		การให้ความร้อนในการเตรียมเจล		
		สองครั้ง	สองครั้ง	ครั้งเดียว
		40°ซ 30 นาที 90°ซ 30 นาที	60°ซ 30 นาที 90°ซ 30 นาที	90°ซ 30 นาที
ความเหนียวของ				
ซูริมี	1	404.03 ^a $\pm$ 23.09	327.22 ^b $\pm$ 54.53	326.93 ^b $\pm$ 34.08
(กรัม.เซนติเมตร)	2	407.16 ^a $\pm$ 32.22	274.12 ^c $\pm$ 18.34	359.13 ^{ab} $\pm$ 27.04
ระดับคุณภาพ	1	AA	AA	AA
โดยการพับ	2	AA	AA	AA
ค่าความขาว	1	75.07 ^a $\pm$ 0.30	75.40 ^a $\pm$ 0.24	75.11 ^a $\pm$ 0.23
	2	75.16 ^a $\pm$ 0.20	75.12 ^a $\pm$ 0.20	75.09 ^a $\pm$ 0.16

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษร (a, b, c) ต่างกันโดยทุกค่าเปรียบเทียบกับกันทั้งหมด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

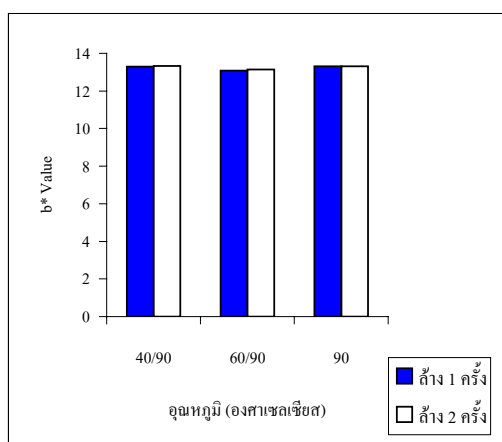
^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง ($n = 4$)



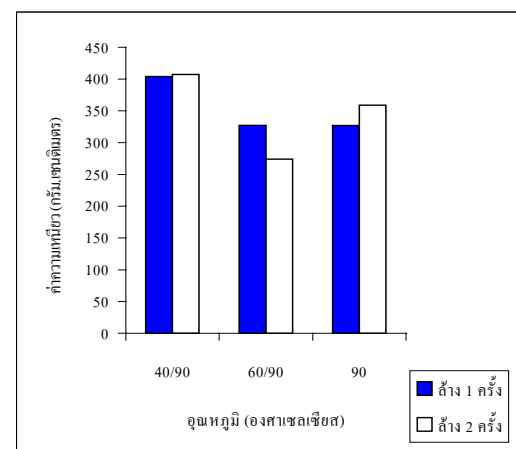
(a)



(b)



(c)



(d)

ภาพที่ 4 ผลของการล้างและการให้ความร้อนต่อค่าสี L^* a^* b^* และค่าความเหนียวของซูริมิปลาอุกอุยเทศโดย (a) ค่า L^* (b) ค่า a^* (c) ค่า b^* (d) ค่าความเหนียวของเจลซูริมิ

จากผลการทดลองผลิตซูริมิจากปลาคุอุเทศ โดยการล้างเนื้อปลา 1 ครั้งและ 2 ครั้ง ปรากฏว่า การล้างไม่มีผลต่อคุณภาพด้านความเหนียว และค่าความขาวของซูริมิที่ผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าความเหนียวอยู่ระหว่าง 256–430 กรัม.เซนติเมตร และค่าความขาวอยู่ในช่วง 75.07–75.40 แต่การให้ความร้อนในการเตรียมเจลมีผลต่อคุณภาพด้านความเหนียว โดยการให้ความร้อนแบบสองครั้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีและที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ให้ค่าความเหนียวของเจลซูริมิสูงที่สุด

ดังนั้นสภาวะการล้างเนื้อปลา 1 ครั้ง และการให้ความร้อนในการเตรียมเจลแบบสองครั้ง จึงเหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตซูริมิจากปลาคุอุเทศสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ซึ่งเป็นการทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากการล้าง 1 ครั้งให้ค่าความเหนียวของซูริมิ ค่าสี และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันและเถ้า ที่ไม่แตกต่างกันกับการผลิตซูริมิโดยการล้างเนื้อปลา 2 ครั้ง ถึงแม้ว่าเนื้อปลาสดที่ล้าง 1 ครั้ง จะให้ค่าความสว่างปานกลาง และค่าสีเหลืองสูง แต่ก็มิได้เป็นปัญหาต่อการผลิต และการใช้ประโยชน์ของซูริมิจากปลาคุอุเทศ เนื่องจากซูริมิดังกล่าวจะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูปที่มีสีสรรจากส่วนผสมอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้การล้างเนื้อปลา 1 ครั้ง เป็นการประหยัดน้ำและปริมาณผลผลิตที่ได้สูงกว่าเนื้อปลาที่ผ่านการล้าง 2 ครั้ง (ตารางผนวกที่ 1) Lee (1986) กล่าวว่า การล้างมากครั้งเกินไปก็จะทำให้สูญเสียปริมาณเนื้อปลาสด การล้างเนื้อปลาไม่ควรเกิน 3 ครั้ง แต่อย่างไรก็ตามจำนวนครั้งที่ใช้ล้างเนื้อปลา ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ชนิดของเครื่องมือ ความสดของปลา คุณภาพซูริมิที่ต้องการ และประสิทธิภาพของการล้าง (Hennigar *et al.*, 1988) ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไป จึงเลือกการล้างเนื้อปลา 1 ครั้ง ในการผลิตซูริมิเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบ และการให้ความร้อนในการเกิดเจลแบบสองครั้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีและ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลา

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากซูริมิปลาคุอุเทศ

2.1 การผลิตซูริมิปลาคุอุเทศ

นำสภาวะการผลิตซูริมิที่ได้จากการทดลองในข้อ 1 มาใช้ในการผลิตซูริมิปลาคุอุเทศ ผลปรากฏว่า คุณภาพทางด้านองค์ประกอบเคมี ของซูริมิประกอบด้วย ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 68.52 18.90 9.01 0.67 และ 2.90 ตามลำดับ

(ตารางที่ 7) ส่วนคุณภาพด้านกายภาพ พบว่ามีค่าความเหนียว อยู่ในช่วง 444.68 ± 21.66 กรัม. เซนติเมตร การทดสอบด้วยการพับมีระดับคุณภาพ AA และมีค่าความขาว 76.75 (ค่า L^* a^* b^* เท่ากับ 80.97 -1.56 และ 13.13 ตามลำดับ) ซึ่งจัดเป็นซูริมที่มีคุณภาพดีเช่นเดียวกับซูริมที่ผลิตจากปลาทะเล เช่น ซูริมจากปลาปากคม มีค่าความเหนียว 356 กรัม. เซนติเมตร มีค่าความขาว คือ 80.06 และการทดสอบด้วยการพับเท่ากับ AA (อรรณ และคณะ, 2545) นอกจากนี้ยังจัดอยู่ในคุณภาพระดับ A เมื่อเทียบกับระดับคุณภาพซูริมจากปลาทูแดงและปลาคาหวาน (อรรณ และคณะ, 2541)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านเคมีและกายภาพของซูริมปลาคูอุยเทศ ผ่านขั้นตอนการล้าง 1 ครั้ง

คุณลักษณะทดสอบ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ด้านเคมี ^{1/}	
ความชื้น	68.52 ± 1.73
โปรตีน	18.90 ± 0.65
ไขมัน	9.01 ± 2.70
เถ้า	0.67 ± 0.05
คาร์โบไฮเดรต(ได้จากการคำนวณ)	2.90 ± 0.44
ด้านกายภาพ	
ความเหนียวของเจล (Gel strength, g.cm) ^{2/}	444.68 ± 21.66
สี ^{3/}	
L^* a^* b^*	80.97, (-1.56), (+13.13)
ความขาว	76.75 ± 0.72

^{1/} ^{2/} ^{3/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง (n = 3 n = 4 และ n = 6) ตามลำดับ

2.2 การผลิตไส้กรอกจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ

ทดลองผลิตไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ โดยผลิตไส้กรอก 3 สูตร คือ

1. สูตรพื้นฐาน 2. สูตรกระเทียมพริกไทย และ 3. สูตรผสมเครื่องแกง แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม (แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ภาคผนวก ข) โดยผู้ทดสอบระดับห้องปฏิบัติการและคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอก เป็นบุคลากรจากกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง จำนวน 20 คน ผู้หญิง 15 คน ผู้ชาย 5 คน ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ จำนวน 3 สูตร

ลักษณะทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}		
	สูตร		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ	7.45 ^b ±0.83	7.45 ^b ±0.61	7.90 ^a ±0.72
สี	7.50 ^b ±0.61	7.45 ^b ±0.61	7.95 ^a ±0.61
กลิ่น	7.00 ^b ±0.92	6.90 ^b ±1.02	7.90 ^a ±0.64
รสชาติ	6.50 ^a ±0.95	6.60 ^a ±1.19	6.65 ^a ±1.04
เนื้อสัมผัส	7.10 ^{ab} ±0.91	7.25 ^a ±0.91	6.65 ^b ±1.09
การยอมรับรวม	7.25 ^a ±0.55	7.20 ^a ±0.77	7.35 ^a ±0.75

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษร (a, b) ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สูตร 1 ไส้กรอกซูริมิสูตรพื้นฐาน

สูตร 2 ไส้กรอกกระเทียมพริกไทย

สูตร 3 ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง (n = 20)

พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุยเทศทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น ที่แตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 4) โดยไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงได้รับคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นสูงที่สุดคือ 7.90 7.95 และ 7.90 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีแดงอมเหลือง สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์จะได้จากเครื่องแกงที่เป็นส่วนผสม ทำให้มีสีสวย กลิ่นหอมของเครื่องเทศ นำรับประทาน ทำให้ผู้ทดสอบมีความชอบมากขึ้น

สำหรับการยอมรับในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุยเทศ พบว่า ไส้กรอกปลาทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด คือ 6.65 และ 7.35 คะแนน ตามลำดับ อาจเป็นเพราะเครื่องแกงจะช่วยให้อาหารของไส้กรอกปลาสดน้อยลง จึงทำให้ผู้ที่ไม่ชอบกลิ่นคาวปลายอมรับผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น จะเห็นได้จากไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด ด้านกลิ่น ส่วนไส้กรอกกระเทียมพริกไทย ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสสูงที่สุด คือ 7.25 คะแนน

เขาวชิษฐ์ (2543) พัฒนาลูกชิ้นปลาจากซูริมิปลาสิกุลข้างเหลือง โดยมีการศึกษาถึงการลดกลิ่นคาว ด้วยการเติมพริกไทยร้อยละ 0.25 และ 0.5 ของน้ำหนักซูริมิ พบว่าการเติมพริกไทยในปริมาณที่ศึกษานี้ ไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุณลักษณะด้านความชอบรวม รสชาติ และกลิ่นคาว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองครั้งนี้คือไส้กรอกซูริมิสูตรพื้นฐาน และไส้กรอกกระเทียมพริกไทย ซึ่งใช้กระเทียมและพริกไทยร้อยละ 6 และ 1.8 ของน้ำหนักซูริมิ มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นน้อยกว่าไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

ในการคัดเลือกสูตรไส้กรอกสำหรับการผลิตไส้กรอกจากซูริมิปลาอุยเทศนั้นจะใช้หลักเกณฑ์ คือ มีค่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับ คือคะแนนมากกว่า 5 คะแนน และเมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของไส้กรอกทั้ง 3 สูตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 7.35 คะแนน นอกจากนี้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้ข้อเสนอแนะว่า ไส้กรอกซูริมิสูตรพื้นฐานและไส้กรอกกระเทียมพริกไทย มีกลิ่นคาวปลา และมีเนื้อสัมผัสเหนียวและแข็งเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาอุยเทศและซูริมิ ของศุภชัย (2543) รายงานว่าการใช้ซูริมิเพียงอย่างเดียวทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลาที่ได้ค่อนข้างเหนียวแข็งคล้ายแป้ง ส่วนไส้กรอกซูริมิผสม-

เครื่องแกง มีสีจากเครื่องแกง โดยไม่ต้องเติมสารเจือปนช่วยแต่งสีให้กับผลิตภัณฑ์ และมีกลิ่นหอมเครื่องเทศ รสชาติดี แต่มีรสเผ็ดเล็กน้อย ควรลดความเผ็ดของเครื่องแกงลงอีก และเครื่องเทศที่ใช้เป็นทำเครื่องแกงก็เป็นสมุนไพรมีประโยชน์ต่อสุขภาพผู้บริโภค ดังนั้นจึงเลือกใช้สักรอกชูริมิผสมเครื่องแกงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สักรอกจากชูริมิปลาอุกอุยเทศ ในการทดลองขั้นต่อไป

2.3 เปรียบเทียบคุณภาพสักรอกชูริมิผสมเครื่องแกงที่แปรวิธีการผลิตเครื่องแกงโดยวิธีการบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง

ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นและค่าความเป็นกรด-เบสของเครื่องแกงที่ผลิตจาก 2 วิธี คือ บดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง พบว่า เครื่องแกงที่ผลิตจากวิธีบดแบบเปียกมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเครื่องแกงบดแบบแห้ง โดยมีปริมาณร้อยละ 74.68 ± 0.98 และ 69.30 ± 0.56 ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 5.96 และ 5.78 ตามลำดับ

ผลของเครื่องแกงที่ผลิตโดยการบดแบบเปียกกับแบบแห้งที่ใช้เป็นส่วนผสมในไส้กรอก มีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกชูริมิผสมเครื่องแกง ดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่าเครื่องแกงที่ผลิตแบบเปียกคือมีการเติมน้ำและผลิตแบบแห้งคือไม่เติมน้ำ แล้วนำมาเป็นส่วนผสมในการทำไส้กรอกปลา มีผลต่อปริมาณความชื้นและคุณภาพทางกายภาพของไส้กรอกปลาอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยไส้กรอกผสมเครื่องแกงแบบเปียก (S1) มีความชื้นสูงกว่าไส้กรอกผสมเครื่องแกงบดแบบแห้ง (S2) อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งมีผลให้ค่าความเหนียวของไส้กรอกผสมเครื่องแกงบดแบบเปียกมีค่าความเหนียวน้อยกว่าไส้กรอกผสมเครื่องแกงบดแบบแห้ง อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าสีของไส้กรอก พบว่าไส้กรอกทั้งสองตัวอย่าง มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไส้กรอก S1 มีค่าความสว่างสูงกว่าและค่าสีแดงต่ำกว่าไส้กรอก S2 ส่วนค่าสีเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 5) ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับต่อไส้กรอก S2 สูงกว่าไส้กรอก S1 ในทุกคุณลักษณะ เนื่องจากปริมาณน้ำในเครื่องแกงบดแบบเปียกมีผลให้ปริมาณความชื้นของไส้กรอกเพิ่มขึ้น จึงทำให้ไส้กรอกมีความเหนียวลดลง และมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองศึกษาปริมาณน้ำที่สามารถเติมได้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นจากชูริมิปลาสิกุลข้างเหลือง ของเชาวนิย์ (2543) พบว่าปริมาณความชื้นของลูกชิ้นปลาเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของน้ำแข็งเพิ่มขึ้นและลูกชิ้นปลาที่มีความเหนียวลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำแข็งเพิ่มขึ้นส่วนความขาวมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 9 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่ผลิตโดยวิธีการบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง

คุณลักษณะทดสอบ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ชุดการทดลอง	
	S1	S2
ความชื้น ^{1/}	70.72 ^a $\pm$ 0.70	66.73 ^b $\pm$ 1.21
สี ^{2/}		
L*	64.53 ^a $\pm$ 1.21	62.39 ^b $\pm$ 2.05
a*	(+12.95) ^b $\pm$ 0.84	(+13.78) ^a $\pm$ 1.07
b*	(+40.10) ^a $\pm$ 0.90	(+38.10) ^a $\pm$ 2.08
ค่าความเหนียว ^{3/}		
(gel strength, g.cm)	125.65 ^b $\pm$ 15.13	176.63 ^a $\pm$ 33.13

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษร (a,b) ที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

S1 ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง โดยเครื่องแกงผลิตด้วยวิธีการบดแบบเปียก

S2 ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง โดยเครื่องแกงผลิตด้วยวิธีการบดแบบแห้ง

^{1/ 2/ 3/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง ($n = 4$, $n = 12$, $n = 8$) ตามลำดับ

ผลการทดลองเปรียบเทียบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่ผลิตจากเครื่องแกงบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง ที่อัตราส่วนของซูริมิต่อเครื่องแกง 100: 50 (ตารางที่ 10) พบว่าไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่ใช้เครื่องแกงบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ยกเว้นคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 6) โดยไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงบดแบบแห้ง มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงบดเปียก เท่ากับ 7.00 และ 6.45 คะแนนตามลำดับ เนื่องจากปริมาณความชื้น ซึ่งได้จากปริมาณน้ำในเครื่องแกงและน้ำแข็งที่เติมในไส้กรอก มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยเมื่อปริมาณความชื้นของไส้กรอกสูงขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้าน สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมลดลง และสอดคล้องกับค่าความเหนียว ที่วัดโดยใช้เครื่องวัดความเหนียว มีค่าเท่ากับ 176.83 ± 33.13 กรัม.เซนติเมตร และ

125.65±15.13 กรัม.เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5) Alvarez *et al.* (1995) รายงานว่าซูริมิปลาซาร์ดินที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 78 จะมีค่าความเหนียวของเจลมากที่สุด

เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม พบว่าการใช้เครื่องแกงที่บดแบบแห้งจะให้ค่าเฉลี่ยการยอมรับคุณลักษณะทุกด้านสูงกว่าการใช้เครื่องแกงที่บดแบบเปียก และเมื่อพิจารณาถึงความสะดวก รวดเร็ว การควบคุมปริมาณน้ำที่เติมในไส้กรอกและปริมาณเครื่องแกงที่เตรียมแต่ละครั้งของการผลิต จึงได้เลือกการเตรียมเครื่องแกงแบบบดแห้ง มาผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง เพราะคุณภาพไส้กรอกด้านเนื้อสัมผัสที่ได้มีความเหนียวมากกว่า และผู้ทดสอบได้เสนอแนะว่าเนื้อสัมผัสไส้กรอกจะละเอียดเนียนกว่าที่ใช้เครื่องแกงแบบบดเปียก แต่รสชาติของไส้กรอกทั้ง 2 ตัวอย่างใกล้เคียงกันไป ดังนั้นจึงเลือกการเตรียมเครื่องแกงแบบบดแห้งในการผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง เพื่อใช้ในการศึกษาทดลองปริมาณเครื่องแกงที่เหมาะสมในขั้นต่อไป

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง เปรียบเทียบวิธีการผลิตเครื่องแกง โดยการบดแบบเปียกกับบดแบบแห้ง

คุณลักษณะทดสอบ	ชุดการทดลอง ^{1/}	
	S1	S2
ลักษณะปรากฏ	7.90 ^a ±0.31	7.95 ^a ±0.39
สี	7.90 ^a ±0.31	8.00 ^a ±0.00
กลิ่น	7.45 ^a ±0.60	7.55 ^a ±0.51
รสชาติ	7.00 ^a ±0.46	7.00 ^a ±0.46
เนื้อสัมผัส	6.45 ^b ±0.51	7.00 ^a ±0.31
ความชอบรวม	7.00 ^a ±0.41	7.35 ^a ±0.49

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร (a, b) ที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

S1 ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง โดยเครื่องแกงผลิตด้วยวิธีการบดแบบเปียก

S2 ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง โดยเครื่องแกงผลิตด้วยวิธีการบดแบบแห้ง

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง (n = 20)

2.4 ปริมาณของเครื่องแกงที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกง

จากการทดลองผลิตไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกง โดยใช้เครื่องแกงที่ผลิตด้วยวิธีการบดแบบแห้ง อัตราส่วนหมูรมิต่อเครื่องแกง 100: 30 100: 40 และ 100: 50 ตามลำดับ แล้วนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ผลแสดงดังตารางที่ 11 พบว่า การใช้เครื่องแกงที่ระดับต่าง ๆ ได้รับคะแนนการยอมรับทดสอบทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 7)

ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกงที่ผลิตโดยอัตราส่วนหมูรมิต่อเครื่องแกงระดับ 100: 30 100: 40 และ 100: 50

ลักษณะทดสอบ	อัตราส่วนหมูรมิต่อเครื่องแกง (โดยน้ำหนัก) ^{1/}		
	100: 30	100: 40	100: 50
ลักษณะปรากฏ	7.20 ^b ±0.41	7.70 ^a ±0.47	7.60 ^a ±0.50
สี	7.30 ^b ±0.47	7.75 ^a ±0.44	7.50 ^b ±0.51
กลิ่น	6.90 ^b ±0.31	7.65 ^a ±0.49	7.50 ^a ±0.51
รสชาติ	6.75 ^b ±0.44	7.10 ^a ±0.55	6.70 ^b ±0.57
เนื้อสัมผัส	7.00 ^a ±0.00	6.95 ^a ±0.22	6.50 ^b ±0.51
ความชอบรวม	7.00 ^b ±0.00	7.45 ^a ±0.51	7.15 ^b ±0.37

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษร (a, b) ที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง (n = 20)

การทดลองที่ใช้อัตราส่วนหมูรมิต่อเครื่องแกง 100: 40 มีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดทั้งในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อัตราส่วนหมูรมิต่อเครื่องแกง 100: 30 มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง และชุดการทดลองที่ใช้อัตราส่วนหมูรมิต่อเครื่องแกง 100: 50 ได้รับคะแนนด้านเนื้อสัมผัสต่ำที่สุด ซึ่งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้ข้อเสนอแนะว่า ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกงที่ระดับเครื่องแกงร้อยละ 30 ของน้ำหนักหมูรมิ มีสีซีด ไม่น่ารับประทาน กลิ่นหอมน้อยกว่าทุกชุดการทดลอง และรสชาติ

ไม่อร่อย ส่วนการทดลองที่ใช้เครื่องแกงร้อยละ 50 ของน้ำหนักซูริมิ ผู้ทดสอบให้ข้อเสนอแนะว่า ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก มีสีเข้ม รสชาติเผ็ด และเนื้อสัมผัสมีความเหนียวน้อยกว่าทุกชุดการทดลอง ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากมีเครื่องแกงปริมาณมาก และการทดลองที่ใช้เครื่องแกงร้อยละ 40 ของน้ำหนักซูริมิ ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบ เพราะไส้กรอกมีกลิ่นหอมของเครื่องเทศจากเครื่องแกง สีน่ารับประทาน รสชาติพอดีไม่จืดและเผ็ดจนเกินไป ดังนั้นจึงเลือกปริมาณเครื่องแกงที่ใช้เป็นส่วนผสมในไส้กรอกที่ร้อยละ 40 ของน้ำหนักซูริมิ ในการผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง เพื่อใช้ศึกษาในขั้นต่อไป

3. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงอัตราส่วนซูริมิ: เครื่องแกงเป็น 100: 40

นำไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงในอัตราส่วน 100: 40 มาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PA/LDPE ทดลองเก็บรักษา 2 สภาวะคือ สภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ โดยแต่ละสภาวะจะ เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียสและในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4–10 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ ประเมินคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 7 วัน ได้ผลการทดลองตามลักษณะคุณภาพที่ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4–10 องศาเซลเซียส โดยทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ระบบการให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1–9 คะแนน กำหนดให้คะแนนความชอบมากที่สุดคือ 9 และคะแนนความชอบน้อยที่สุดคือ 1 โดยคะแนนระดับต่ำกว่า 5 เป็นคะแนนที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 12 และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิและสภาวะการบรรจุไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของทุกลักษณะที่ทำการทดสอบ ยกเว้นอุณหภูมิ มีผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 8)

คุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 ± 2 และ $4 - 10$ องศาเซลเซียส ทั้ง 2 สภาวะการบรรจุ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของไส้กรอกในระดับความชอบปานกลาง และคะแนนเฉลี่ยความชอบจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 12) โดยในสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษาคะแนนการยอมรับลดลงจากวันแรก แต่คะแนนยังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับของผู้ทดสอบ แม้ว่าจะเก็บเป็นเวลานานถึง 7 สัปดาห์ แต่อย่างไรก็ตามผลของอุณหภูมิและวิธีการบรรจุของไส้กรอกไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของคะแนนด้านลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) นอกจากนี้เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกนานกว่า 7 สัปดาห์ คาดว่ามีแนวโน้มจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอก เก็บในสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ $4 - 10$ องศาเซลเซียส เริ่มจะมีลักษณะเป็นเมือกบาง ๆ ที่ผิวไส้กรอก และมีสีซีดจางลงเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกันกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เพิ่มสูงขึ้นถึง 1.6×10^4 โคโลนีต่อกรัม นอกจากนี้ Lotong *et al.* (1985) รายงานว่าไส้กรอกจะมีลักษณะที่ผิดปกติเกี่ยวกับการเกิดเมือก และสีซีดจางลง เมื่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น $10^7 - 10^8$ โคโลนีต่อกรัม โดยจะเกิดเมือกที่ผิวไส้กรอกหลังการเปลี่ยนสีแล้วประมาณ 2 วัน

คุณภาพด้านสี พบว่าอุณหภูมิและสภาวะการบรรจุไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีของไส้กรอก ($P > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 7) โดยคะแนนความชอบด้านสีจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น เนื่องจากสีของไส้กรอกซุริมีผสมเครื่องแกงจะซีดจางลงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติก สามารถผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เกิดสภาวะกรดส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจางลง (Frazier, 1971) โดยในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ ทั้ง 2 อุณหภูมิ มีคะแนนการยอมรับลดลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีคือค่าความสว่าง (L^*) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบยังให้การยอมรับคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 2 สภาวะ ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางที่ 12)

คุณภาพด้านกลิ่น เมื่อเริ่มต้นการเก็บรักษา ไส้กรอกซุริมีผสมเครื่องแกงมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ หอมชวนรับประทาน มีกลิ่นเฉพาะของเครื่องเทศ เมื่อเก็บรักษา พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ทั้ง 2 อุณหภูมิ โดยที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 สภาวะการบรรจุในสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษาเริ่มมีคะแนนการยอมรับลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา สำหรับอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ $4 - 10$ องศาเซลเซียส พบว่าในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษาเริ่มมีการยอมรับลดลงจากตอนเริ่มต้น ทั้ง 2

สภาวะการบรรจุ (ตารางที่ 12) เนื่องจากไส้กรอกมีกลิ่นหอมของเครื่องเทศที่เป็นกลิ่นเอกลักษณ์ของเครื่องแกงสด คือ กลิ่นหอมแดง กลิ่นพริกขี้หนู กลิ่นกระเทียม กลิ่นตะไคร้ และกลิ่นข่า มีความเข้มข้นของกลิ่นต่าง ๆ ลดลง ตามอายุการเก็บรักษานานขึ้น และบางที่อาจมีกลิ่นแปลกปลอม เช่น กลิ่นหมัก กลิ่นลูกพรุน ขึ้นมาแทนที่ (สุมณฑา และคณะ, ม.ป.ป) จึงทำให้คะแนนความชอบของกลิ่นไส้กรอกลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษานานขึ้น นอกจากนี้ผู้ทดสอบไม่สามารถตรวจพบกลิ่นหืน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดไขมันอิสระที่พบว่าเปลี่ยนแปลงน้อยและอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แต่อย่างไรก็ตามผลของอุณหภูมิและสภาวะการบรรจุไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางผนวกที่ 8) และผู้ทดสอบยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

คุณภาพด้านรสชาติ พบว่าอุณหภูมิและสภาวะการบรรจุไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านรสชาติของไส้กรอก ($P>0.05$) (ตารางผนวกที่ 8) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านรสชาติของไส้กรอกลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 12) เนื่องจากเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสุกมีรสเครื่องแกง มีรสชาติจัดลงเล็กน้อย รสไม่กลมกล่อมและรสเผ็ดเด่นชัดขึ้นมา เมื่อครบระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าผู้ทดสอบยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับคะแนนเฉลี่ย 6 ทั้ง 2 สภาวะการเก็บรักษา ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการทดลองของ กฤษดา (2544) ซึ่งรายงานว่ากลิ่นและรสชาติของกุนเชียงปลาที่เดิมเครื่องเทศ ได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่ากุนเชียงที่ไม่เดิมเครื่องเทศ กลิ่นและรสของกุนเชียงที่เดิมเครื่องเทศยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบแม้จะเก็บรักษานานถึง 28 วัน

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกสุกมีรสเครื่องแกงในระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังตารางที่ 8 โดยไส้กรอกเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4-10$ องศาเซลเซียส ทั้ง 2 สภาวะการบรรจุ ได้รับคะแนนเฉลี่ยเริ่มต้น $7.17-7.25$ หรือระดับชอบปานกลาง ตลอดเวลาการเก็บรักษาพบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไส้กรอกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าไส้กรอกเก็บที่อุณหภูมิ $4-10$ องศาเซลเซียส ทั้ง 2 สภาวะการบรรจุ ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบทางกายภาพของเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง rheometer วัดค่าความเหนียว พบว่าไส้กรอกเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส มีค่าความเหนียวสูงกว่าไส้กรอกเก็บที่อุณหภูมิ $4-10$ องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และเมื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการบรรจุต่อการเปลี่ยนแปลงของคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่ามีความแตกต่าง

กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสจะลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับค่าความเหนียวของไส้กรอกที่ลดลงด้วย นอกจากนี้การที่คะแนนลดลงนั้น ผู้ทดสอบมีความคิดเห็นว่า เกิดจากไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกง มีลักษณะเนื้อร่วนขึ้น เนื่องมาจากเครื่องแกงมีลักษณะเนื้อหยาบ เมื่อนำมาผลิตไส้กรอกโดยผสมกับเนื้อปลาทำให้เนื้อไส้กรอกไม่เนียนเป็นเนื้อเดียวกัน จึงอาจมีผลทำให้เนื้อไส้กรอกมีความเหนียวน้อย แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา ผู้ทดสอบยังให้คะแนนความชอบต่อลักษณะเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย โดยให้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน

คุณภาพด้านความชอบรวม พบว่าอุณหภูมิและสภาวะการบรรจุทั้ง 2 สภาวะ ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบรวมของไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกง ($P>0.05$) โดยไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4-10$ องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) คือ 7.50 และ 7.58 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น มีผลให้คะแนนการยอมรับด้านความชอบรวมของไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกงทั้ง 2 สภาวะ มีแนวโน้มลดลง และในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่าไส้กรอกบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติเก็บที่อุณหภูมิ $4-10$ องศาเซลเซียส มีคะแนนลดลงแตกต่างจากตอนเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งอาจมีผลมาจากไส้กรอก มีสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ที่ผิดปกติมากกว่าไส้กรอกเก็บรักษาที่สภาวะอื่น ๆ จึงทำให้คะแนนการยอมรับลดลง แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา คะแนนความชอบรวมก็ยังอยู่ในระดับที่ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลมาจากการประเมินคุณภาพในลักษณะต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูรมิพสมเครื่องแกงที่
เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ
 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ $4 - 10$ องศาเซลเซียส

ลักษณะ ทดสอบ	อายุการเก็บ รักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}			
		0°C		4-10°C	
		บรรยากาศ ปกติ	สุญญากาศ	บรรยากาศ ปกติ	สุญญากาศ
ลักษณะ ปรากฏ	0	7.92 ^a $\pm$ 0.29	7.58 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.67 ^{abc} $\pm$ 0.49	7.83 ^a $\pm$ 0.39
	1	7.83 ^a $\pm$ 0.39	7.92 ^a $\pm$ 0.28	7.83 ^a $\pm$ 0.39	7.83 ^a $\pm$ 0.39
	2	7.75 ^a $\pm$ 0.45	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52	7.67 ^{abc} $\pm$ 0.49
	3	7.58 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.58 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.58 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.58 ^{abc} $\pm$ 0.51
	4	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52	7.58 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52
	5	7.25 ^{cd} $\pm$ 0.62	7.25 ^{cd} $\pm$ 0.62	7.33 ^{bcd} $\pm$ 0.49	7.25 ^{cd} $\pm$ 0.45
	6	6.92 ^d $\pm$ 0.29	7.00 ^d $\pm$ 0.00	7.00 ^d $\pm$ 0.00	7.08 ^d $\pm$ 0.29
	7	6.92 ^d $\pm$ 0.29	7.00 ^d $\pm$ 0.00	6.92 ^d $\pm$ 0.29	6.92 ^d $\pm$ 0.29
สี	0	7.67 ^{ab} $\pm$ 0.49	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52	7.75 ^a $\pm$ 0.45	7.67 ^{ab} $\pm$ 0.49
	1	7.75 ^a $\pm$ 0.45	7.75 ^a $\pm$ 0.45	7.75 ^a $\pm$ 0.45	7.75 ^a $\pm$ 0.45
	2	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52	7.33 ^{abc} $\pm$ 0.65	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52	7.50 ^{abc} $\pm$ 0.52
	3	7.42 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.42 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.42 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.42 ^{abc} $\pm$ 0.51
	4	7.00 ^{cd} $\pm$ 0.60	7.25 ^{abc} $\pm$ 0.45	7.00 ^{cd} $\pm$ 0.60	7.25 ^{abc} $\pm$ 0.45
	5	7.00 ^{cd} $\pm$ 0.60	7.17 ^{bc} $\pm$ 0.39	7.00 ^{cd} $\pm$ 0.42	7.17 ^{bc} $\pm$ 0.39
	6	6.58 ^{de} $\pm$ 0.51	6.67 ^{de} $\pm$ 0.49	6.58 ^{de} $\pm$ 0.51	7.00 ^{cd} $\pm$ 0.00
	7	6.50 ^e $\pm$ 0.80	6.50 ^e $\pm$ 0.52	6.42 ^e $\pm$ 0.67	6.50 ^e $\pm$ 0.52

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลักษณะ ทดสอบ	อายุการเก็บ รักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}			
		0°ซ		4-10°ซ	
		บรรยากาศ ปกติ	สุญญากาศ	บรรยากาศ ปกติ	สุญญากาศ
กลิ่น	0	7.33 ^{ab} ±0.49	7.67 ^a ±0.49	7.58 ^{ab} ±0.51	7.42 ^{ab} ±0.51
	1	7.33 ^{ab} ±0.49	7.33 ^{ab} ±0.49	7.33 ^{ab} ±0.49	7.33 ^{ab} ±0.65
	2	7.25 ^{abc} ±0.45	7.25 ^{abc} ±0.45	7.17 ^{abcd} ±0.58	7.17 ^{abcd} ±0.58
	3	7.25 ^{abc} ±0.45	7.17 ^{abcd} ±0.72	7.08 ^{bcde} ±0.79	7.08 ^{bcde} ±0.67
	4	7.17 ^{abcd} ±0.58	7.17 ^{abcd} ±0.38	7.08 ^{bcde} ±0.51	7.08 ^{bcde} ±0.51
	5	6.75 ^{cdef} ±0.45	6.67 ^{defg} ±0.49	6.50 ^{fg} ±0.52	6.58 ^{efg} ±0.51
	6	6.58 ^{efg} ±0.51	6.67 ^{defg} ±0.49	6.42 ^{fg} ±0.67	6.58 ^{efg} ±0.51
	7	6.25 ^{fg} ±0.62	6.42 ^{fg} ±0.51	6.33 ^{fg} ±0.78	6.17 ^g ±0.72
รสชาติ	0	7.25 ^{abcd} ±0.45	7.50 ^{ab} ±0.52	7.50 ^{ab} ±0.52	7.25 ^{abcd} ±0.75
	1	7.42 ^{ab} ±0.51	7.50 ^{ab} ±0.52	7.67 ^a ±0.49	7.33 ^{abc} ±0.49
	2	7.33 ^{abc} ±0.49	7.33 ^{abc} ±0.49	7.25 ^{abcd} ±0.62	7.33 ^{abc} ±0.49
	3	7.33 ^{abc} ±0.49	7.17 ^{abcd} ±0.58	7.08 ^{abcd} ±0.79	7.33 ^{abc} ±0.49
	4	6.83 ^{cdefg} ±0.83	7.00 ^{bcde} ±0.60	6.92 ^{bcdef} ±0.51	7.17 ^{abcd} ±0.58
	5	6.42 ^{fghi} ±0.51	6.75 ^{defgh} ±0.45	6.33 ^{ghi} ±0.65	6.50 ^{efghi} ±0.52
	6	6.25 ^{hi} ±0.75	6.42 ^{fghi} ±0.51	6.33 ^{ghi} ±0.49	6.25 ^{hi} ±0.45
	7	6.25 ^{hi} ±0.62	6.08 ^I ±0.79	6.25 ^{hi} ±0.75	6.17 ⁱ ±0.72

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลักษณะ ทดสอบ	อายุการเก็บ รักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}			
		0°ซ		4-10°ซ	
		บรรยากาศ ปกติ	สุญญากาศ	บรรยากาศ ปกติ	สุญญากาศ
เนื้อสัมผัส	0	7.25 ^a $\pm$ 0.45	7.25 ^a $\pm$ 0.45	7.17 ^a $\pm$ 0.58	7.25 ^a $\pm$ 0.62
	1	7.25 ^a $\pm$ 0.45	7.17 ^a $\pm$ 0.39	7.17 ^a $\pm$ 0.72	7.25 ^a $\pm$ 0.45
	2	7.33 ^a $\pm$ 0.49	7.00 ^{ab} $\pm$ 0.43	7.00 ^{ab} $\pm$ 0.00	7.00 ^{ab} $\pm$ 0.43
	3	7.08 ^a $\pm$ 0.29	6.92 ^{abc} $\pm$ 0.29	7.00 ^{ab} $\pm$ 0.60	7.08 ^a $\pm$ 0.51
	4	7.08 ^a $\pm$ 0.67	6.92 ^{abc} $\pm$ 0.51	6.83 ^{abcd} $\pm$ 0.39	7.08 ^a $\pm$ 0.51
	5	6.33 ^{ef} $\pm$ 0.49	6.92 ^{abc} $\pm$ 0.51	6.08 ^f $\pm$ 0.29	6.33 ^{ef} $\pm$ 0.49
	6	6.42 ^{def} $\pm$ 0.79	6.58 ^{bcd} $\pm$ 0.51	6.08 ^f $\pm$ 0.51	6.08 ^f $\pm$ 0.29
	7	6.33 ^{ef} $\pm$ 0.49	6.50 ^{cdef} $\pm$ 0.52	6.08 ^f $\pm$ 0.67	6.08 ^f $\pm$ 0.67
ความชอบ รวม	0	7.50 ^a $\pm$ 0.52	7.50 ^a $\pm$ 0.52	7.58 ^a $\pm$ 0.51	7.58 ^a $\pm$ 0.51
	1	7.42 ^{ab} $\pm$ 0.51	7.58 ^a $\pm$ 0.51	7.42 ^{ab} $\pm$ 0.51	7.33 ^{ab} $\pm$ 0.65
	2	7.33 ^{ab} $\pm$ 0.49	7.25 ^{ab} $\pm$ 0.45	7.17 ^{abc} $\pm$ 0.58	7.33 ^{ab} $\pm$ 0.49
	3	7.17 ^{abc} $\pm$ 0.39	7.17 ^{abc} $\pm$ 0.39	7.08 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.25 ^{ab} $\pm$ 0.45
	4	7.08 ^{abc} $\pm$ 0.51	7.08 ^{abc} $\pm$ 0.51	6.92 ^{bcd} $\pm$ 0.29	7.08 ^{abc} $\pm$ 0.67
	5	6.58 ^{de} $\pm$ 0.51	6.75 ^{cde} $\pm$ 0.45	6.42 ^e $\pm$ 0.51	6.58 ^{de} $\pm$ 0.51
	6	6.58 ^{de} $\pm$ 0.67	6.58 ^{de} $\pm$ 0.51	6.25 ^e $\pm$ 0.62	6.33 ^e $\pm$ 0.49
	7	6.42 ^e $\pm$ 0.51	6.33 ^e $\pm$ 0.49	6.25 ^e $\pm$ 0.62	6.25 ^e $\pm$ 0.45

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษร (a,b,c,...i) ต่างกันโดยทุกค่าเปรียบเทียบกับกันทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง ($n = 20$)

3.2 ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ

3.2.1 ค่า Aw

ค่า Aw ของไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4 - 10$ องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยมีอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับสภาพการบรรจุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 9, ตารางผนวกที่ 10) โดยค่า Aw เมื่อเริ่มต้นการทดลองของไส้กรอกทุกตัวอย่างทั้ง 2 สภาวะการเก็บ มีค่า Aw เท่ากับ 0.97 ในระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.96 - 1.00 และไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.96 - 0.98 สำหรับไส้กรอกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 - 10$ องศาเซลเซียส ในสภาวะบรรยากาศปกติ และสภาวะสุญญากาศ มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.94 - 1.00 และ 0.95 - 0.98 ตามลำดับ จากผลการทดลอง พบว่าไส้กรอกปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า Aw สูง จึงทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี ไส้กรอกปลาจึงอาจเสื่อมคุณภาพได้ง่าย (ภาพที่ 5)

3.2.2 ค่าสี L^* a^* และ b^* (วัดด้วยเครื่อง Chroma meter)

จากการวัดสีเริ่มต้นของไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกง มีค่าความสว่าง (L^*) ประมาณ 60 ค่าสีแดง - สีเขียว (a^*) ประมาณ 13 และค่าสีเหลือง - น้ำเงิน (b^*) ประมาณ 38 เมื่อวิเคราะห์ค่าสีของไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกง ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาภายใน 7 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศ พบว่าค่าความสว่างของไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ประมาณ 61.66 ค่าสีแดงจะลดลงเล็กน้อย ประมาณ 12.56 ส่วนค่าสีเหลือง มีค่าอยู่ในช่วง 36.94 - 38.83 และไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ มีค่าความสว่าง อยู่ในช่วง 58.03 - 60.82 ค่าสีแดง อยู่ในช่วง 13.60 - 15.00 และมีค่าสีเหลืองอยู่ในช่วง 36.77 - 39.14

สำหรับไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกงเก็บที่อุณหภูมิ $4 - 10$ องศาเซลเซียสในสภาวะบรรยากาศปกติ มีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 58.69 - 60.66 ค่าสีแดง มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในช่วง 13.39 - 14.64 สีเหลืองมีค่าอยู่ในช่วง 36.06 - 38.79 ขณะที่ไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ มีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 59.14 - 61.67 ค่าสีแดงมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 12.97 - 14.46

ส่วนค่าสีเหลืองมีค่าอยู่ในช่วง 36.85 - 38.82 (ตารางผนวกที่ 9 และ 10) (ภาพที่ 6) แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองครั้งนี้ ผลของสภาวะการบรรจุ และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับสภาวะการบรรจุมีผลต่อค่าความสว่าง และค่าสีแดง ของไส้กรอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่อุณหภูมิการเก็บรักษามีผลต่อค่าสีเหลือง ของไส้กรอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลอง ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสุริยผสมเครื่องแกง มีลักษณะสีแดงอมเหลือง และเมื่อเก็บรักษาที่สภาวะดังกล่าว พบว่า ไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีค่าสีแดงลดลง แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอก มีสีซีดจางลงกว่าเดิม ส่วนตัวอย่างในสภาวะการเก็บอื่น ๆ อาจมีสีคล้ำลงเล็กน้อย เนื่องจากค่าสีแดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและค่าสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีที่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา

3.2.3 ความเหนียว

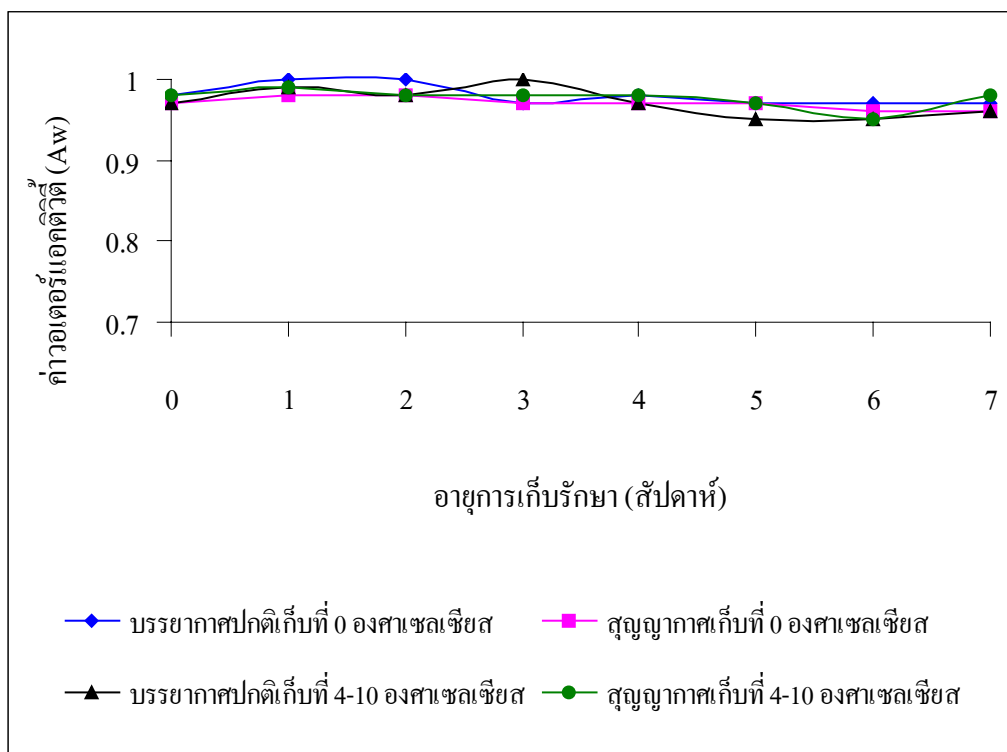
การวัดค่าความเหนียว โดยใช้เครื่อง rheometer จะวัดออกมาแสดงเป็นค่าแรงหรือน้ำหนักที่กด หรือค่าความแข็งแรงของเจล แสดงค่าเป็นกรัม และระยะทางที่หัวกด กดลงในตัวอย่างไส้กรอกจนแตก หรือค่าความยืดหยุ่น แสดงค่าเป็นมิลลิเมตร แล้วนำมาคำนวณค่าความเหนียวได้จากค่าแรงคูณระยะทาง มีหน่วยเป็นกรัม.เซนติเมตร สำหรับค่าความเหนียวของไส้กรอกสุริยผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิและสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน พบว่าอุณหภูมิมิผลต่อค่าความเหนียวของไส้กรอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ 10) โดยไส้กรอกที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาวะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติ และสุญญากาศ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยความเหนียว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรก ทั้ง 2 สภาวะการบรรจุ และเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 ของการเก็บรักษา เมื่อค่าเฉลี่ยความเหนียวในแต่ละสภาวะการบรรจุเพิ่มสูงสุดแล้วก็จะค่อย ๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น

สำหรับไส้กรอกที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส ในสภาพบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ค่าความเหนียวมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น โดยไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ จะมีค่าเฉลี่ยความเหนียวลดลงมากที่สุด (ตารางผนวกที่ 9) (ภาพที่ 6) ค่าเฉลี่ยความเหนียวที่ลดลงสอดคล้องกับปริมาณความชื้น และปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บไส้กรอกปลานานขึ้น ไส้กรอกปลาที่เริ่มเสื่อมคุณภาพ เพราะจุลินทรีย์

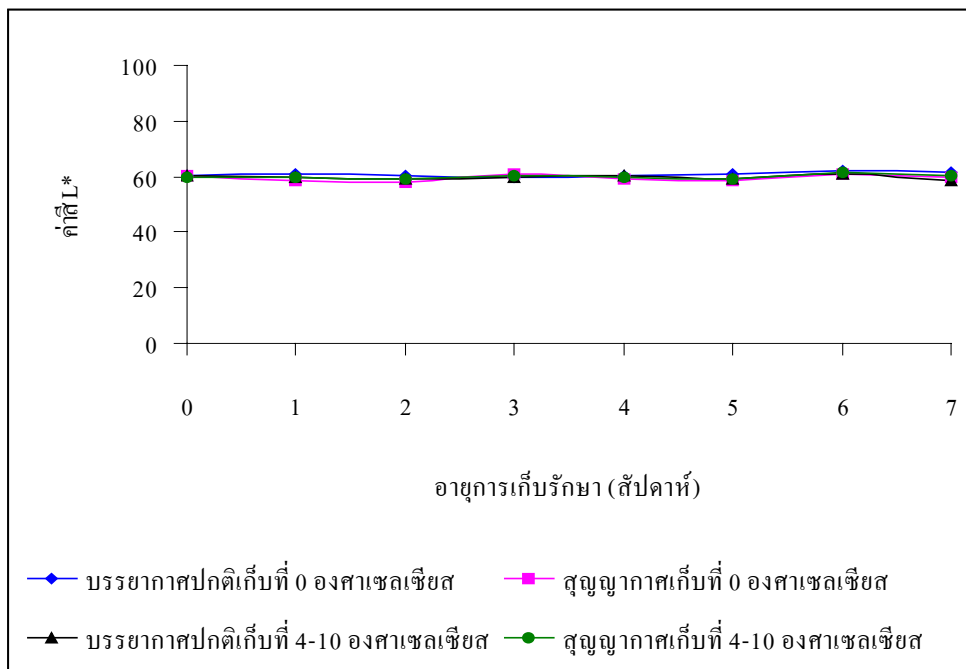
เข้าไปย่อยสลายโปรตีนในไส้กรอก ทำให้เนื้อของไส้กรอกปลานิ่มมากขึ้น ค่าความเหนียวจึงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลทางจุลชีววิทยาของไส้กรอกปลาที่เก็บในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงที่สุด จึงทำให้ไส้กรอกเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าไส้กรอกที่เก็บไว้ในสภาวะอื่น และสอดคล้องกับการทดลองของศุภชัย (2543) ที่พบว่าไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ มีค่าเฉลี่ยแรงเฉือนลดลงมากที่สุด รองลงมาคือไส้กรอกปลาที่เก็บในสภาวะสุญญากาศ

จากการทดลองเนื้อสัมผัสของไส้กรอกมีความแน่นไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากขั้นตอนการอัดใส่ไส้ใช้แรงงานคน จึงทำให้การบรรจุอัดแน่นไม่สม่ำเสมอ ทำให้ค่าความเหนียวที่ได้จากตัวอย่างไส้กรอกแต่ละท่อนที่สุ่มมาวิเคราะห์แต่ละครั้ง มีค่าความเหนียวไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

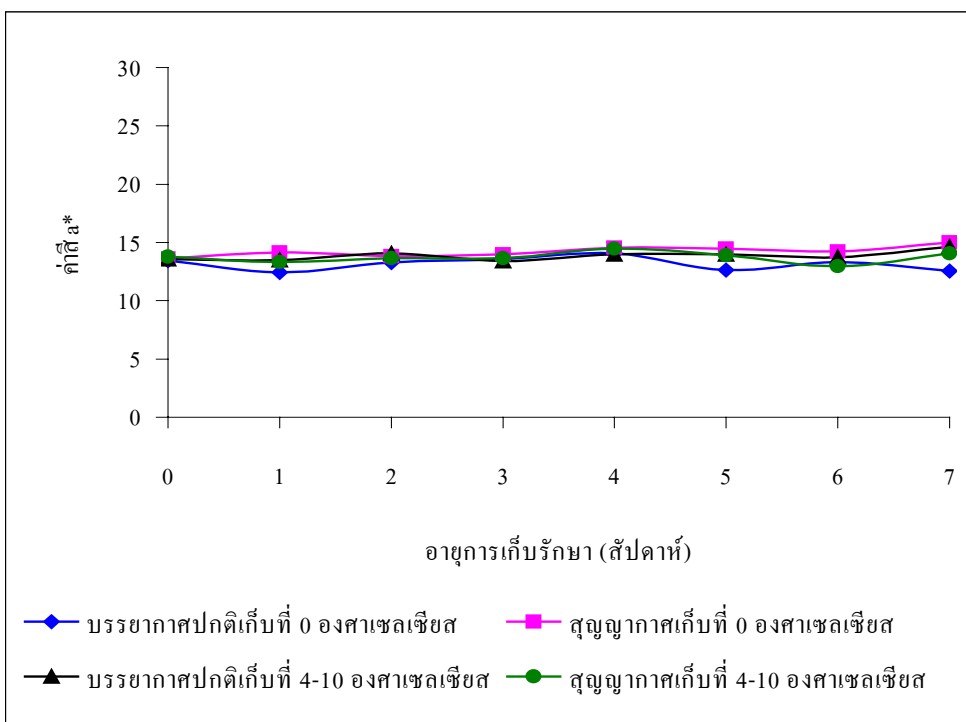
ดังนั้นผลของค่าสี และเนื้อสัมผัสมีความสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก คือเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นค่าสีและค่าเนื้อสัมผัสดังกล่าวข้างต้น ก็จะลดลงและมีผลให้คุณภาพของลักษณะผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ด้านสี และเนื้อสัมผัส ก็จะด้อยลงไปด้วย จึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับลดลง



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่า A_w ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุนัขญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4-10 องศาเซลเซียส

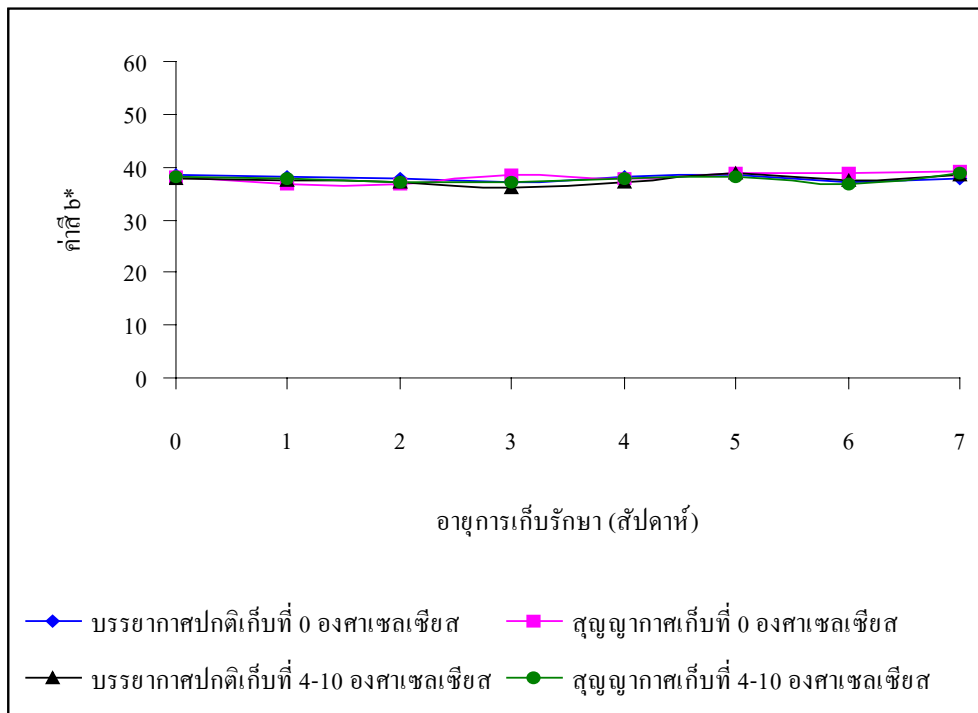


(a)

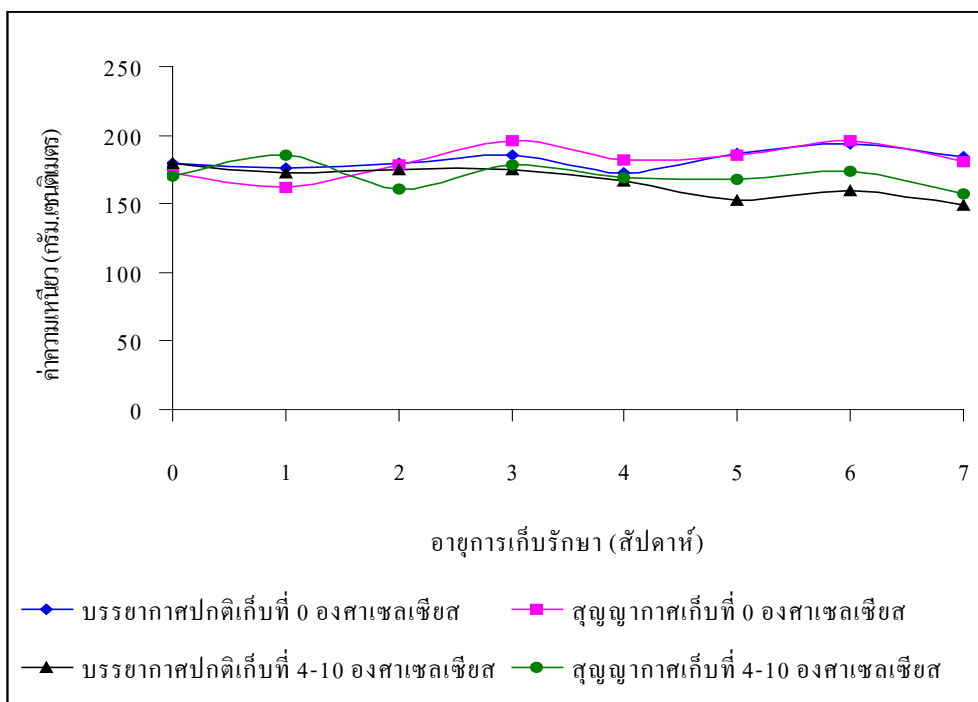


(b)

ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าสี (a) L* (b) a* (c) b* และ (d) ค่าความเหนียวของของไส้กรอกซูริมิ
 ผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยายภาพสปกติและสภาวะสุนัขพยาบาลที่อุณหภูมิ
 0 ± 2 และ 4–10 องศาเซลเซียส



(c)



(d)

3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

3.3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกง

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักเปียก)	ไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกง ^{1/}
ความชื้น	68.26 ± 0.05
โปรตีน	13.11 ± 0.07
ไขมัน	12.05 ± 0.21
เถ้า	2.57 ± 0.04
คาร์โบไฮเดรต (ได้จากการคำนวณ)	4.01
เกลือ	1.55 ± 0.03

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง (n = 3)

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อศึกษาคุณค่าทางด้านโภชนาการของไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกง พบว่า ประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 68.26 โปรตีนร้อยละ 13.11 ไขมันร้อยละ 12.05 เถ้าร้อยละ 2.57 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 4.01 จะเห็นว่าโปรตีนในไส้กรอกสุริมิ มีปริมาณสูง และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนในไส้กรอกเวียนนาหมู (ร้อยละ 14.5) และไก่ (ร้อยละ 12.4) (กองโภชนาการ, 2544) พบว่ามีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน แต่โปรตีนจากเนื้อปลาเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพและร่างกายสามารถย่อยได้ง่ายกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์บก ปลาจัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะกลุ่มโอเมก้า 3 ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้อัตราโคเลสเตอรอลในเลือดต่ำลง แต่ไขมันในเนื้อสัตว์พวกหมู ไก่ และวัว ส่วนใหญ่ประกอบด้วยไขมันชนิดอิ่มตัว ซึ่งถ้าบริโภคในปริมาณมากอาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ นอกจากนี้จะเห็นว่าโปรตีนในไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกง มีปริมาณน้อยกว่าในเนื้อปลาและสุริมิจากผลการศึกษาข้างต้น เนื่องจากไส้กรอกมีการเติมเครื่องแกงและเครื่องปรุงต่าง ๆ ลงไป ส่วนไขมันและเถ้าในไส้กรอกที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการทำไส้กรอกมีการเติมน้ำมันพืช เครื่องแกง เครื่องเทศปรุงรส และส่วนผสมอื่นๆ เพิ่มลงไป จึงทำให้องค์ประกอบเหล่านี้เพิ่มสูงขึ้นจากองค์ประกอบในสุริมิ (ตารางที่ 13)

สำหรับปริมาณเกลือที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.55 ± 0.03 การใช้เกลือต้องอยู่ในปริมาณที่จำกัด เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อรสชาติ และการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์จากสีที่เข้มจะซีดจางลง เมื่อเวลาเก็บโดยการแช่แข็งนานออกไป และเกลือจะเร่งปฏิกิริยาของออกซิเดชัน (oxidation) ของ myoglobin ซึ่งมีสีแดงสด ให้กลายเป็น metmyoglobin ซึ่งมีสีน้ำตาล และเกลือยังเร่งปฏิกิริยาการออกซิเดชัน (oxidation) ของไขมัน ทำให้เกิดกลิ่นหืน (rancidity) ขึ้นได้ ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณการใช้เกลือในผลิตภัณฑ์เนื้อจะอยู่ในระหว่างร้อยละ 1 – 2 และไม่ควรมากกว่าร้อยละ 3 (นินนาท, 2541)

3.3.2 องค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid composition)

การตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันในปลาดุกอุยเทศและไส้กรอก-ซุริมิผสมเครื่องแกง โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography (ตรวจสอบที่ 0 วัน แสดงผลในตารางที่ 10) จะเห็นว่าไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกง ในวันแรกของการเก็บรักษา ประกอบด้วยกรดไขมันกลุ่ม โอเมก้า 3 ปริมาณค่อนข้างต่ำ แต่พบว่ามีกรดโอเลอิก และกรดไลโนเลอิก ที่ปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไขมันที่มีในไส้กรอกเป็นไขมันที่ได้จากปลาดุกอุยเทศและได้จากน้ำมันปาล์มที่เติมลงไปเพื่อให้เกิดอิมัลชันของไส้กรอก ซึ่งโดยองค์ประกอบแล้วน้ำมันพืช จะมีกรดโอเลอิก กรดไลโนเลอิก และกรดไลโนเลนิก (ศศิเกษม, 2530) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง มีส่วนช่วยในการลดอันตรายจากโรคหัวใจ และควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลในเส้นเลือดให้เป็นปกติ

ชนิดและปริมาณกรดไขมันจากปลาดุกอุยเทศที่ตรวจพบในการทดลองครั้งนี้ จะเห็นว่าปลาดุกอุยเทศ ประกอบด้วยกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ กรดโอเลอิก (C18: 1) กรดไลโนเลอิก (C18: 2) กรดปาล์มมิติก (C16: 0) กรดสเตียริก (C18: 0) และกรดไลโนเลนิก (C18: 3) หรือโอเมก้า 3 ประกอบด้วย EPA (Eicosapentaenoic acid) และ DHA (Docosahexaenoic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ ในปริมาณที่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกาย จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร จากผลการทดลองที่ได้พบว่าปลาดุกอุยเทศประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณค่อนข้างสูง

จากผลการทดลองในขั้นตอนการผลิตไส้กรอก ทำให้ EPA และ DHA ลดลง อาจเนื่องมาจากตัวอย่างปลาดุกสดที่ใช้เฉพาะเนื้อปลาวิเคราะห์กรดไขมัน ส่วนไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกงที่นำมาวิเคราะห์จะรวมเนื้อปลาและส่วนผสมทั้งหมดทำให้มีอัตราส่วนของเนื้อปลาในตัวอย่างน้อยกว่าในเนื้อปลาสด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกมีปริมาณกรดไขมันน้อยกว่าในเนื้อ

ปลาคูกอุยเทศสด นอกจากนี้ปริมาณและลักษณะของกรดไขมันในปลาจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอวัยวะและส่วนต่าง ๆ ของปลาโดยที่หัวและส่วนท้อง จะมีไขมันสูงกว่าส่วนอื่น ๆ และปลาบางชนิดไขมันจะแยกจากเนื้อ โดยสะสมอยู่ใต้ชั้นผิวหนัง และที่ส่วนท้อง เช่น ปลาสวาย ปลาคูก (นนุช, ม.ป.ป) ดังจะเห็นได้จากการทดลองผลิตซูริมิจากปลาคูกอุยเทศ มีการแยกเนื้อออกหนึ่งปลา จึงอาจทำให้ซูริมิจากปลาคูกอุยเทศมีปริมาณของกรดไขมันลดลงได้ และมีผลให้ไส้กรอกมีกรดไขมันลดลงด้วย และนอกจากนี้เชื่อกันว่าปลาน้ำจืดมีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 น้อยกว่าปลาทะเล เนื่องมาจากปลาทะเลกินแพลงตอนและสาหร่ายที่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 เป็นอาหาร ส่วนแพลงตอนและสาหร่ายน้ำจืดสังเคราะห์กรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 ได้ต่ำกว่าแพลงตอนและสาหร่ายทะเล และยังพบว่าน้ำมันจากปลาแต่ละชนิดจะมีปริมาณของกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 แตกต่างกัน และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปลา ยังขึ้นอยู่กับอาหารที่ปลากินเข้าไปและสะสมอยู่ในตัวปลา จึงทำให้ค่าที่ได้ผันแปรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับว่าใช้ปลาจากการเพาะเลี้ยงหรือจากธรรมชาติ (สิริพันธุ์, 2545)

ถึงแม้ว่าไส้กรอกปลาจากการทดลองนี้จะใช้ปลาคูกอุยเทศที่มีกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า 3 ต่ำ แต่ด้วยองค์ประกอบของไส้กรอกปลา มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว คือ กรดโอเลอิก กรดไลโนเลอิก อยู่ในปริมาณที่สูง จึงทำให้เชื่อว่าจะได้รับประโยชน์จากการบริโภคไส้กรอกตามสูตรที่ได้รับการพัฒนาจากการทดลองนี้เช่นกัน เนื่องจากน้ำมันที่ได้จากปลามีประโยชน์เช่นเดียวกับน้ำมันพืช โดยกรดโอเลอิก มีประโยชน์ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และกรดไลโนเลอิก นำไปสร้างกรดอะราชิโดนิก (C20: 4) ได้ และไปสร้างสารคล้ายฮอร์โมนที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกาย แต่อย่างไรก็ตามยังถือว่าไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่ได้จากการทดลองนี้มีไขมันในกลุ่มโอเมก้า 3 โดยเฉพาะกรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันต้นกำเนิดที่จะสร้างอีพีเอ และดีเอชเอ ได้ต่อไป (สิริพันธุ์, 2545)

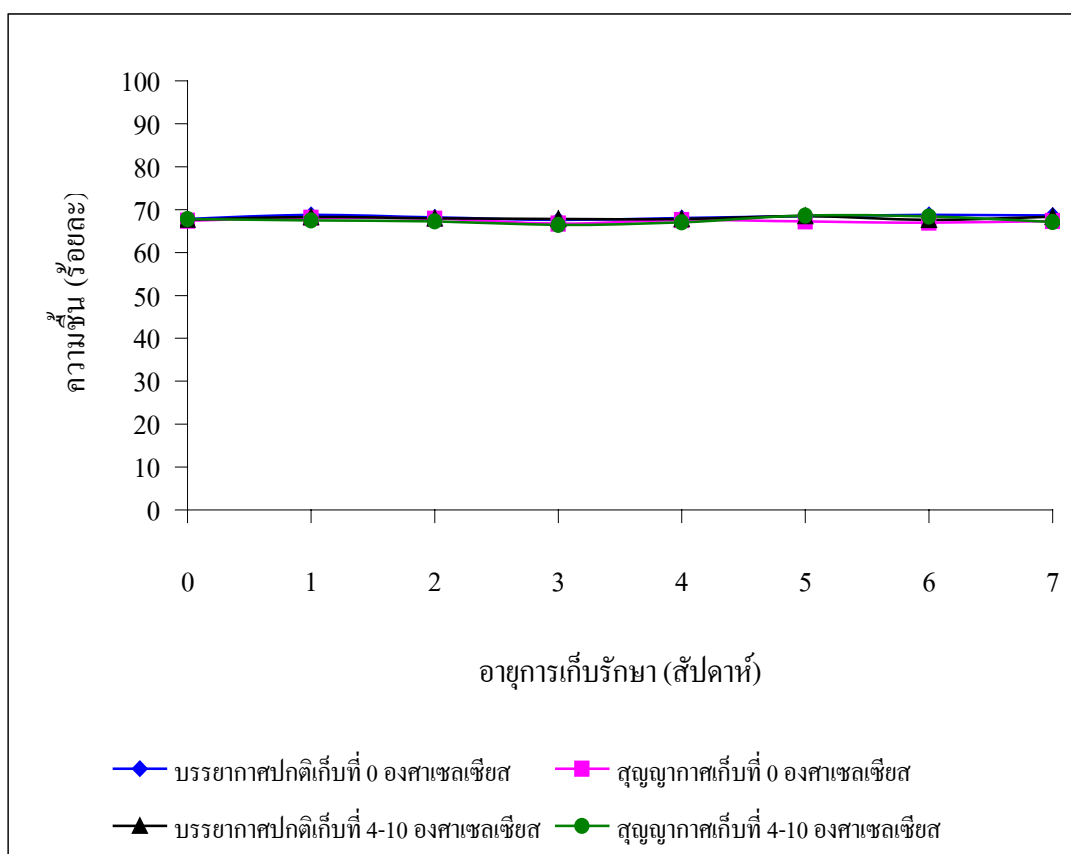
ตารางที่ 14 ชนิดและปริมาณกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในปลาดุกอุยเทศสดและได้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

ชนิดกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (ร้อยละของ Total peak area)	
	ปลาดุกอุยเทศสด	ได้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง
Palmitic acid (C16:0)	22.9	30.0
Stearic acid (C18:0)	5.8	5.1
Oleic acid (C18:1n-9)	33.9	38.1
Linoleic acid (C18:2n-6c)	18.6	15.4
γ -Linolenic acid (C18:3n-6)	0.9	0.4
Linolenic acid (C18:3n-3) ¹	0.8	0.5
Arachidonic acid (C20:4n-6)	0.7	0.4
Eicosapentaenoic acid ¹		
(C20:5n-3)	0.0	0.0
Docosahexaenoic acid ¹		
(C22:6n-3)	0.3	0.2

หมายเหตุ ¹ กรดไขมันกลุ่ม n-3

3.3.3 ปริมาณความชื้น

จากการวิเคราะห์ความชื้นของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่อุณหภูมิและสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน พบว่าสภาวะการบรรจุ และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับสภาวะการบรรจุ มีผลต่อปริมาณความชื้นของไส้กรอกซูริมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางผนวกที่ ง12) ปริมาณความชื้นของไส้กรอกจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเพียงเล็กน้อยในระหว่างที่เก็บรักษาทั้ง 2 อุณหภูมิและ 2 สภาวะการบรรจุ ซึ่งปริมาณความชื้นของไส้กรอก มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 66.45 - 68.80 โดยไส้กรอกเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4 – 10 องศาเซลเซียสในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่ามีปริมาณความชื้นสูงกว่าไส้กรอกที่เก็บในสภาวะสุญญากาศ ในสัปดาห์ที่ 7 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 7) นอกจากนี้ปริมาณความชื้นของไส้กรอกที่เก็บไว้ในสภาวะต่างๆ มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่เก็บรักษาที่นานขึ้น (ตารางผนวกที่ ง11) ซึ่งปริมาณความชื้นที่สูงขึ้น อาจเนื่องมาจากบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เป็นชนิด PA/LDPE ก๊าซและไอน้ำจากภายนอกสามารถซึมผ่านเข้าสู่ภายในผลิตภัณฑ์ได้ (ปุ่น และ สมพร, 2541) และปริมาณความชื้นที่สูงขึ้น อาจส่งผลต่อเนื้อที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดีและทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียเร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ

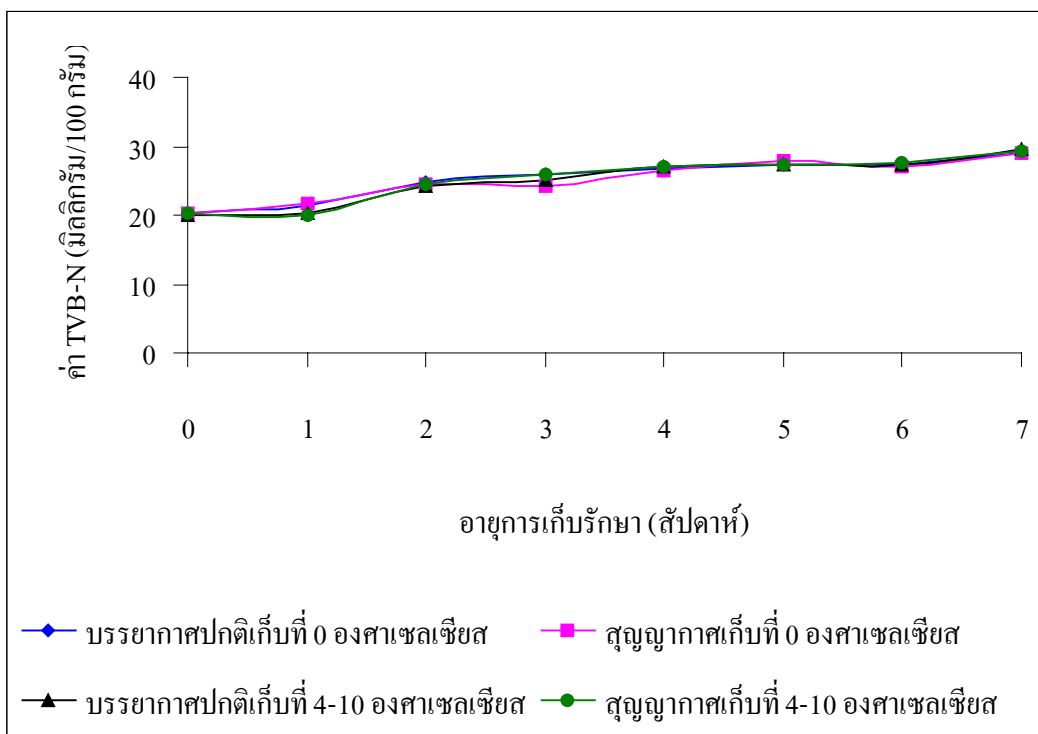


ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาในสภาวะ บรรยากาสปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4-10 องศาเซลเซียส

3.3.4 ปริมาณค่าที่ระเหยได้ (TVB-N)

จากการวิเคราะห์ พบว่า อุณหภูมิ สภาพการบรรจุ และอิทธิพลร่วมระหว่าง อุณหภูมิกับสภาพการบรรจุไม่มีผลต่อปริมาณค่าที่ระเหยได้ของไส้กรอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 12) ปริมาณค่าที่ระเหยได้ของไส้กรอกเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4 - 10$ องศาเซลเซียส ทั้ง 2 สภาพการบรรจุ พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 8) โดยปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดของไส้กรอกที่เก็บในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศ มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 20.15 และ 20.21 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ แล้วมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 28.94 และ 28.91 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 7 ของการเก็บรักษา

สำหรับไส้กรอกสุริยผสมเครื่องแกงที่เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4 - 10$ องศาเซลเซียส ในสภาพการบรรจุแบบบรรยากาศปกติและสุญญากาศ ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 20.03 และ 20.29 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเป็น 29.51 และ 29.42 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณอยู่ในระดับต่ำกว่าปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดของปลาที่เริ่มไม่สด คือสูงกว่า 30 มิลลิกรัม/100 กรัม (Ng, 1987) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองเก็บรักษาลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึกของปวีนา (2539) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดของการบรรจุในสภาวะปกติ สุญญากาศและปรับสภาวะบรรยากาศจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นที่พบว่าคะแนนการยอมรับลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากไส้กรอกเริ่มเสื่อมคุณภาพ จะมีการแตกตัวของสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดที่สูงขึ้นจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จากแบคทีเรียและเอนไซม์ในเนื้อเยื่อ Ng (1987) กล่าวว่า ปลาที่มีความสดสูงจะมีปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดน้อยกว่า 20 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/100 กรัม ปลาเริ่มไม่สดเมื่อปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดสูงเกินกว่า 30 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/100 กรัม และหากพบว่าปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมดสูงเกินกว่า 40 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/100 กรัม จะถือว่าไม่เหมาะสมกับการนำมาบริโภค

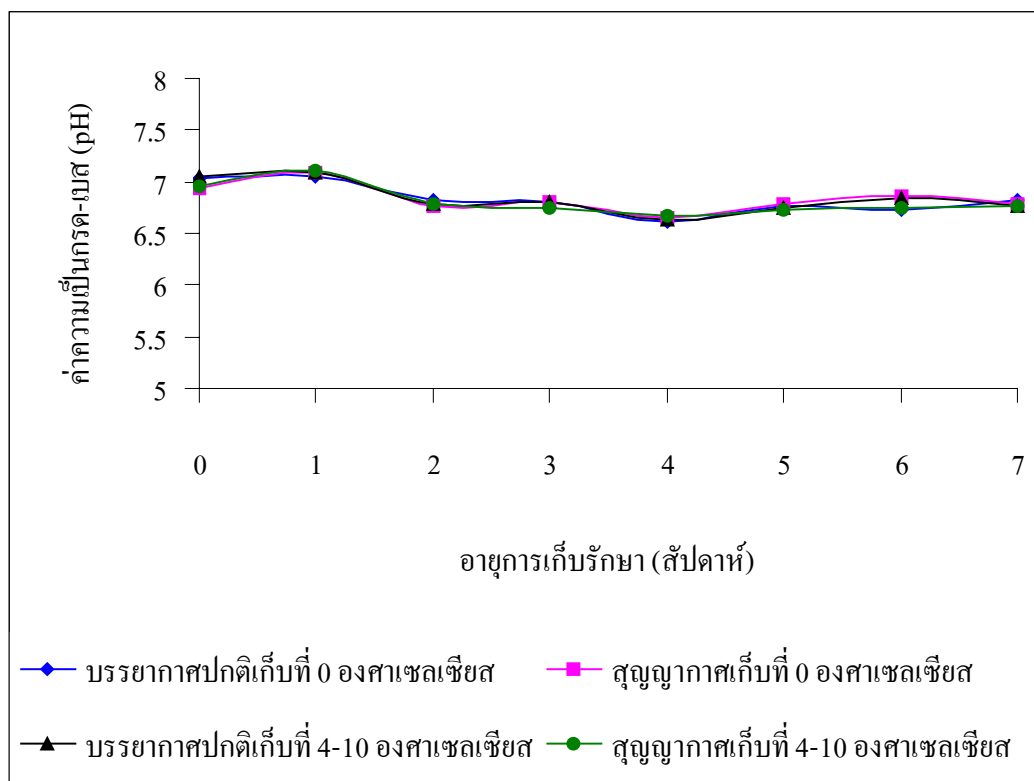


ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) ของไส้กรอกซูริมีผสมเครื่อง-
แกง ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ
4 – 10 องศาเซลเซียส

3.3.5 ความเป็นกรด-เบส

จากการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบส พบว่า อุณหภูมิและสภาวะการบรรจุไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเป็นกรด-เบส ของไส้กรอก ($P>0.05$) (ตารางผนวกที่ ง12) ค่าความเป็นกรด-เบส ของไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4 - 10 องศาเซลเซียส จะมีแนวโน้มที่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจะมีค่าความเป็นกรด-เบส เริ่มต้นประมาณ 7.0 แล้วค่อย ๆ ลดลงต่ำสุดประมาณ 6.6 ในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา แล้วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้ง จนสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากการระเหยของสารพวกด่าง เช่น แอมโมเนีย และไตรเมธิลลามีน ซึ่งเกิดขึ้นจากการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย จึงมีผลให้ค่าความเป็นกรด-เบสเพิ่มขึ้น (นงลักษณ์, 2531) (ภาพที่ 9) (ตารางผนวกที่ ง11)

จากการลดลงของค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-เบส ของไส้กรอกซุริมิผสมเครื่องแกง ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะต่าง ๆ อาจมีสาเหตุมาจากการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ต้องการอากาศ จำพวกแลคติก แอซิคแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) จะสร้างกรดแลคติก และสร้างสารที่มีลักษณะเป็นเมือกเหนียว นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษบางสายพันธุ์ได้ (งามทิพย์, 2537) ดังจะเห็นได้จากค่าความเป็นกรด-เบส ของไส้กรอกที่บรรจุในสภาพสุญญากาศจะลดต่ำลงมากกว่าในสภาพบรรยากาศปกติ ในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา นอกจากนี้ค่าความเป็นกรด-เบส ที่ลดลง จะมีผลสอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ที่มีคะแนนการยอมรับลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบสของไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาใน
 สภาวะบรรยายภาพปกติและสภาวะสุนัขฉายภาพที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4-10 องศาเซลเซียส

3.3.6 ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid, TBA)

ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก ในไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติและในสภาวะสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4 - 10$ องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 10 ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก เริ่มต้นของไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงมีค่า 0.84-0.86 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง เมื่อนำไปเก็บรักษาในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก ของไส้กรอกที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะคล้ายรูปประฆังคว่ำ คือ ช่วงแรกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด เป็น 1.96 และ 1.83 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาแล้วมีแนวโน้มลดลงเป็น 1.08 และ 1.07 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับในสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษา และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์เวลาการเก็บรักษา

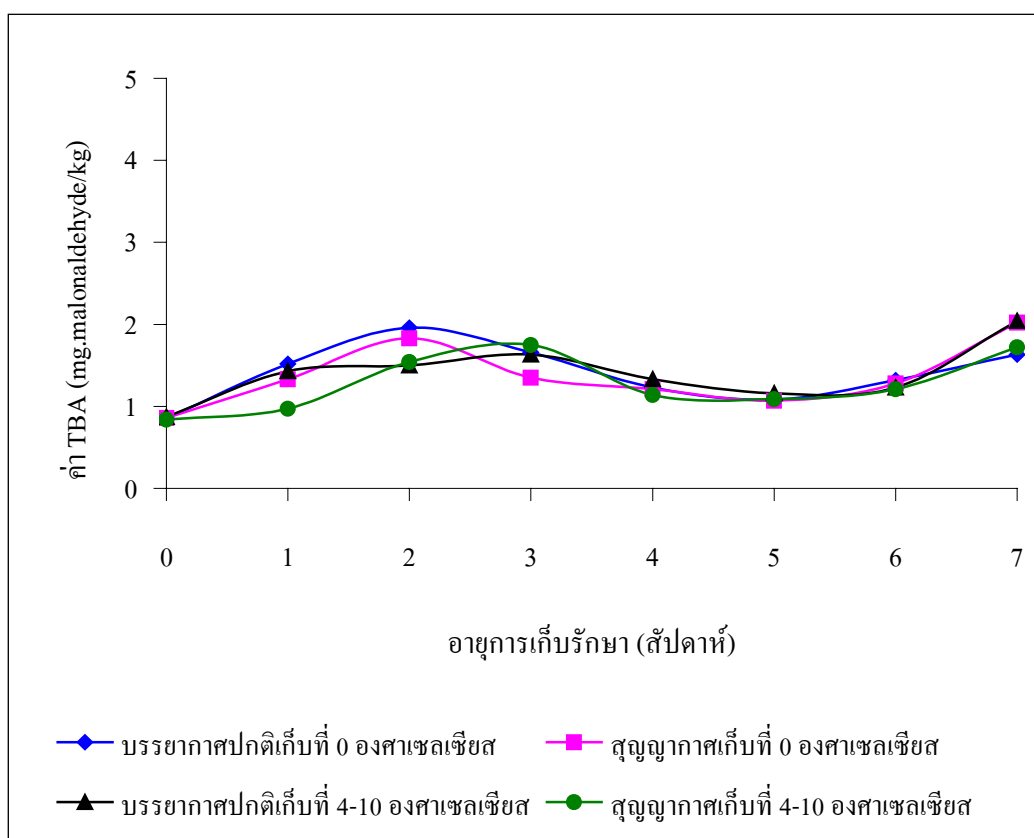
การเปลี่ยนแปลงของค่ากรดไทโอบาร์บิทูริกในไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุในสภาวะการบรรจุปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4-10$ องศาเซลเซียส เป็นไปในทำนองเดียวกับการเก็บรักษาอุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส คือ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกมีค่า 1.63 และ 1.75 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษาและมีแนวโน้มลดลงเป็น 1.16 และ 1.08 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษา และค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนถึงสัปดาห์เวลาเก็บรักษา (ตารางผนวกที่ 11) เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิและสภาวะการบรรจุ ไม่มีอิทธิพลต่อค่ากรดไทโอบาร์บิทูริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 12)

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นว่าค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรก แล้วลดลงในช่วงหลังระหว่างการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ เป็นเพราะกลุ่มคาร์บอนิล ได้แก่ มาโลนัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารที่ได้จากการเกิดออกซิเดชันของไขมันสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับโปรตีน ทำให้ไม่มีอิสระพอที่จะเข้าทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริก จึงเป็นเหตุให้ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก ที่วิเคราะห์ได้ในระหว่างเก็บรักษามีค่าลดลง (Reddy and Setty, 1996) จึงเป็นช่วงที่อยู่ในขั้นตอนที่ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันสิ้นสุดลง (termination) เนื่องจากอนุมูลอิสระที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน อาจรวมตัวกันในรูปแบบต่าง ๆ เกิด non radical ทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาลดลงและปฏิกิริยารุ่นนี้ยังเกิดได้เมื่อมีสารกันหืน (antioxidant) หรือสารที่จับกับอนุมูล

อิสระ (free radical scavengers) มาทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิกิริยาขั้นการเกิดออกซิเดชัน (propagation) (กฤษณี, 2543)

เมื่อเก็บรักษาไส้กรอกจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากในตัวอย่างไส้กรอกชुरิมิผสมเครื่องแกงยังมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวหลงเหลืออยู่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (ไม่แสดงข้อมูล) จึงอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อเนื่องอีก จึงมีผลให้ค่ากรดไทโอบาร์บิทรिकมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของค่ากรดไทโอบาร์บิทรिकมากที่สุดในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา คือ 2.04 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง รองลงมาคือ สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส มีค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक เท่ากับ 2.02 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ซึ่งอาจเนื่องมาจากการบรรจุแบบสุญญากาศมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าจึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้น้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับสุรปานิ (2545) รายงานว่า ค่ากรดไทโอบาร์บิทรिकของเบอร์เกอร์จากเศษเนื้อกึ่งผสมเนื้อปลาอุกอุยเทศ เพิ่มขึ้นทุกสภาวะการบรรจุเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยสภาวะบรรยากาศปกติจะมีค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ สภาวะสุญญากาศ และสภาวะปรับบรรยากาศ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Reddy and Rao (1997) พบว่าค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक ของ แพตตี้ไก่ และแพตตี้เป็ด เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยในวันแรกที่เก็บรักษามีค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक เท่ากับ 1.51 และ 1.56 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่างตามลำดับ และค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक เพิ่มขึ้นเป็น 1.65 และ 2.14 ตามลำดับในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งผลิตภัณฑ์เนื้อนิยมใช้ค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक เป็นดัชนีในการวัดการเสื่อมคุณภาพของไขมันในอาหาร โดยค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक เป็นค่าที่บ่งบอกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ว่าการเหม็นหืนมากน้อยเพียงใด (Allen and Hamilton, 1994) ซึ่งค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक 0.1 - 0.3 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม เป็นดัชนีที่บอกถึงไขมันเสื่อมคุณภาพเล็กน้อย โดยที่ประสาทสัมผัสไม่สามารถรับได้ ประสาทสัมผัสจะเริ่มรู้สึกถึงกลิ่นแปลกปลอมในอาหาร ได้เมื่อค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक มากกว่า 3.0 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม และเมื่อค่ากรดไทโอบาร์บิทรिकมากกว่า 7 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม ไขมันเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้น จะเกิดกลิ่นหืนอย่างรุนแรง (Tanikawa, 1985)

จากผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติ และสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และ 4 - 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 สัปดาห์ มีค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม ถือว่าเป็นค่าที่ยังยอมรับได้ และผู้ทดสอบไม่สามารถตรวจสอบกลิ่นหืนของไส้กรอกได้ อาจมีผลมาจากเครื่องเทศบางชนิดในส่วนผสมของไส้กรอก สามารถชะลอการเกิดกลิ่นหืนได้ รวมทั้งสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นช้าลง



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทรिक (TBA) ของไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4 - 10 องศาเซลเซียส

3.3.7 ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV)

ค่าเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างไส้กรอกสุริยผสมเครื่องแกง ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4-10$ องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์ออกไซด์เริ่มต้นเท่ากับ 0 ซึ่งแสดงว่ายังไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในไส้กรอก และเมื่อนำตัวอย่างไส้กรอกมาเก็บรักษาในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ทั้งในสภาพบรรยากาศปกติและสุญญากาศ พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในตอนแรกและลดลงในช่วงหลัง โดยมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นสูงสุด เท่ากับ 5.86 และ 6.43 มิลลิอิกวิวาเลนต์ต่อกิโลกรัม ในสัปดาห์ที่ 7 และ 6 ตามลำดับ และมีแนวโน้มค่อยๆ ลดลงเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา

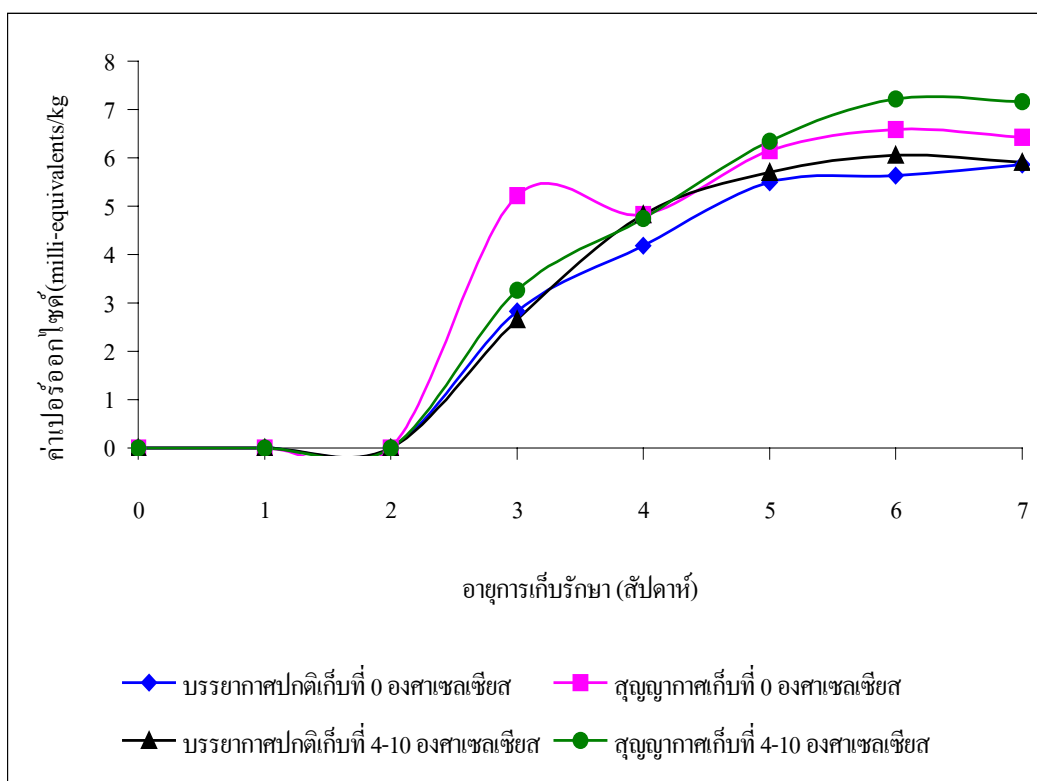
ค่าเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างไส้กรอกที่เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4-10$ องศาเซลเซียส ในทั้ง 2 สภาวะการบรรจุ มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกับตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเท่ากับ 6.06 และ 7.22 มิลลิอิกวิวาเลนต์ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีแนวโน้มค่อยๆ ลดลงเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 11)

จากผลการทดลองเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิและสภาวะการบรรจุไม่มีผลต่อค่าเปอร์ออกไซด์ อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ตารางผนวกที่ 12) โดยตัวอย่างไส้กรอกในทุกสภาวะการเก็บรักษามีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น และมีแนวโน้มลดลงในสัปดาห์ที่ 7 ของการเก็บรักษา ซึ่ง Shahidi (1998) กล่าวว่า การแตกตัวของไฮโดรเปอร์ออกไซด์ไปเป็น secondary oxidation products อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นจึงไม่ค่อนข้างนิยมใช้ค่านี้ในการประเมินการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (Pearson *et al.*, 1977) และ Melton (1983) กล่าวว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ ไม่นิยมใช้เป็นตัวชี้วัดการเกิดกลิ่นหืนจากการออกซิไดซ์ เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดกลิ่นหืนและค่าเปอร์ออกไซด์ จะแปรผันตามชนิดของอาหารและกรรมวิธีในการผลิตอาหารนั้น ๆ

การเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ในการทดลองครั้งนี้ มีค่าไม่สูงถึงระดับแสดงการหืน ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ และสอดคล้องกับ กฤษดา (2544) รายงานว่า กุ้งแช่เย็นที่เติมเครื่องเทศในปริมาณร้อยละ 1.50 (ผงพะโล้ร้อยละ 0.75: ลูกผักชีร้อยละ 0.75) จะชะลอการเพิ่มขึ้นของค่าเปอร์ออกไซด์ได้ดีขึ้นกว่ากุ้งแช่เย็นที่เติมเครื่องเทศร้อยละ 1.0 และที่

ไม่เติมเครื่องเทศ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการชะลอการหืนของเครื่องเทศในกุนเชียงปลาได้ และพบว่าเครื่องเทศมีค่าป้องกันการหืนได้ เช่น ใบมะกรูด ผิวมะกรูด พริกชี้ฟ้า พริกชี้หนู ลูกผักชี ข่า หอมแดง ตะไคร้ และกระเทียม ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องแกงที่ใช้เป็นส่วนผสมของไส้กรอกในการทดลองครั้งนี้ก็มีส่วนผสมของเครื่องเทศดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเครื่องเทศที่ใช้เป็นส่วนผสมในไส้กรอก มีความสามารถชะลอการหืนได้ เพราะทำให้ไส้กรอกชुरิมีผสมเครื่องแกงมีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำ และไม่มีการหืน

นอกจากนี้การที่ไส้กรอก ตรวจพบค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำอาจเนื่องมาจากน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบในไส้กรอก ได้มาจากน้ำมันพืช ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดการหืนได้ง่าย เนื่องจากประกอบไปด้วยกรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวสูง แต่เนื่องจากในน้ำมันปาล์มที่ใช้เติม มีสารกันหืนธรรมชาติอยู่ คือ โทโคเฟอรอลหรือวิตามินอี จึงน่าจะทำให้มีส่วนช่วยชะลอการหืนด้วยทางหนึ่ง



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ของไส้กรอกสุริยผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุนัขอากาศที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4-10 องศาเซลเซียส

3.4 ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา

ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศโดยเก็บรักษาในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4–10 องศาเซลเซียส พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งส่งผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ได้แก่ การซีดจางของสี การเกิดกลิ่นผิดปกติ และการเกิดเมือกบาง ๆ ที่ผิวของไส้กรอก และสอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ลดต่ำลง แต่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับของผู้ทดสอบ นอกจากนี้ยังตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในปริมาณที่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้กรอกปลา (มพช. 143/2546) โดยกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ต้องพบน้อยกว่า 3 MPNต่อกรัม และต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* sp. ในตัวอย่าง 25 กรัม

3.4.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงในสภาวะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศเก็บรักษาในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4–10 องศาเซลเซียส พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 13) โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบไม่เกิน 1.6×10^4 โคโลนี/กรัม

ไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศเก็บรักษาในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เริ่มต้นเท่ากับ 1.5×10^2 และ 1.3×10^2 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเป็น 8.5×10^2 และ 2.5×10^2 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 7 ของการเก็บรักษา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของไส้กรอกปลาแล้ว จะเห็นว่าไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงเก็บที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 สภาวะการบรรจุ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 สัปดาห์

สำหรับไส้กรอกสุริมผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะการบรรจุแบบ
บรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศเก็บรักษาในที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส พบว่าจำนวน
จุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 1.5×10^2 และ 1.7×10^2 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเป็น
 1.6×10^4 และ 6.0×10^2 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 7 ของระยะเวลาเก็บรักษา

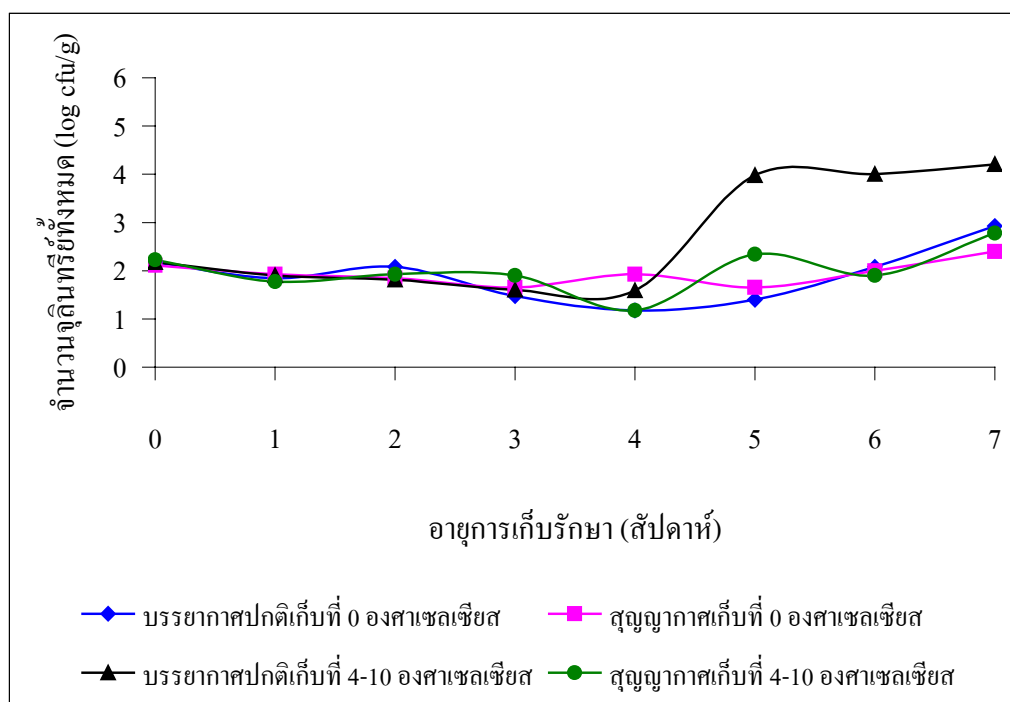
จากผลการทดลอง จะเห็นว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จำนวน
จุลินทรีย์ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (ภาพที่ 12) ซึ่งไส้กรอกที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศ
ปกติ ที่อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส จะมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ 1.6×10^4
โคโลนี/กรัม ซึ่งเกินมาตรฐานที่กำหนดของไส้กรอกปลา (มพช. 143/2546) และสอดคล้องกับ
คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษาช่วงดังกล่าว นอก
จากนี้ไส้กรอกจะมีลักษณะเมื่อกบาง ๆ ที่ผิวของไส้กรอก ซึ่งอาจเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์

โดยผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการศึกษาการเก็บรักษาไส้
กรอกปลาอิมัลชันจากปลาดุกอุยเทศและสุริม ของสุภชัย (2543) และการเก็บรักษาไส้กรอกกุ้งของ
พิมพ์ (2542) ซึ่งพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น
ในทุกสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 – 6 องศาเซลเซียส

3.4.2 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะและจุลินทรีย์ที่ทำให้ก่อให้
เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ในไส้กรอกสุริมผสมเครื่องแกง ที่บรรจุใน
สภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ 4 – 10 องศาเซลเซียส โดย
ตรวจสอบจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ ได้แก่ Faecal coliform, *Escherichia coli* และ
Escherichia coli 0157: H7 และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *Staphylococcus aureus*,
Salmonella sp., *Vibrio cholerae*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, ยีสต์และรา ซึ่ง
จุลินทรีย์เหล่านี้สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพทางสุขลักษณะของวัตถุดิบ กระบวนการผลิตและ
การบรรจุอีกด้วย ผลการทดลองพบว่า ไส้กรอกในทุกสภาวะการบรรจุ ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เป็น
ดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะ น้อยกว่า 3 MPN/กรัม และไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ตลอด
ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 สัปดาห์ ดังนั้นการบริโภคผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตและเก็บรักษา
ในสภาวะที่กำหนดขึ้นในการทดลองครั้งนี้ จึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
การผลิตจำหน่ายไส้กรอกปลา (มพช. 143/2546)

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่าไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาทั้ง 2
 สถานะการบรรจุ ที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4-10$ องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 7
 สัปดาห์ ยกเว้นไส้กรอกที่เก็บในสถานะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ $4-10$ องศา
 เซลเซียส เก็บรักษาได้นานที่สุดเพียง 6 สัปดาห์ เพราะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์
 มาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากการเก็บรักษาโดยการแช่เย็น (อุณหภูมิ $4-10$ องศาเซลเซียส) ยังมี
 แบคทีเรียที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิต่ำ (psychrophilic bacteria) สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนได้ และ
 การบรรจุในสถานะบรรยากาศปกติมีออกซิเจนอยู่ด้วย ซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
 ของกลุ่มที่ต้องการอากาศ ส่วนการเก็บรักษาในสถานะสุญญากาศ จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศอาจ
 ตาย แต่อาจจะมีจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศเจริญได้ดี นอกจากนี้การที่ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่อง
 แกงสามารถเก็บได้นานกว่า 7 สัปดาห์ อาจเนื่องมาจากเครื่องเทศที่เป็นส่วนผสมของไส้กรอกมีผล
 ขยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกได้ และอาจเนื่องมา
 จากการเตรียมวัตถุดิบ คือ ซูริมิปลาคุอุยเทศ ที่มีขั้นตอนการล้างน้ำ เพื่อขจัด ไขมัน เลือด เอ็น ไขมัน
 และสิ่งสกปรกที่มีการปนเปื้อนในเนื้อปลา ทำให้เนื้อปลาสะอาดขึ้น จึงอาจส่งผลให้มีปริมาณ
 จุลินทรีย์เริ่มต้นค่อนข้างต่ำ ประกอบกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนเป็นระยะ
 เวลานานพอสมควรตามขั้นตอนการผลิต อีกทั้งในกระบวนการผลิต และการบรรจุ มีการทำความสะอาด
 สะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณทำการบรรจุ เพื่อให้สะอาดและการบรรจุอยู่ในสภาพปลอด
 เชื้อมากที่สุด เพราะไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก มีอายุการเก็บ
 ที่นานกว่า 1 เดือน



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยายภาพปกติและสภาวะสุนัขพยาบาลที่อุณหภูมิ 0 ± 2 และ $4-10$ องศาเซลเซียส

4. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกงที่ได้รับการพัฒนาแล้ว โดยการนำเสนอให้ทดสอบและพิจารณาผลิตภัณฑ์พร้อมใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ข) ทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกง ตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคได้ผลดังตารางที่ 15 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิงร้อยละ 66 เพศชายร้อยละ 34 มีอายุระหว่าง 20–30 ปี ร้อยละ 42 กลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 24 กลุ่มอายุ 31–40 ปี ร้อยละ 21 เป็นผู้มีการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 65 รองลงมาคือมีการศึกษาสูงกว่าระดับปริญญาตรี ร้อยละ 18 มีอาชีพเป็นนิสิต/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 41 รองลงมาคือรับราชการ/รัฐวิสาหกิจ พนักงานบริษัทเอกชน/รับจ้าง และลูกจ้างของภาครัฐ คิดเป็นร้อยละ 24 18 และ 16 ตามลำดับ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน พบว่าอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ โดยผู้บริโภคร้อยละ 57 มีรายได้ต่อเดือน 5,000–10,000 บาท และร้อยละ 26 มีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 5,000 บาท

ตารางที่ 15 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบได้กรอกชุริมิผสมเครื่องแกง

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	34	34
หญิง	66	66
รวม	100	100
อายุ		
น้อยกว่า 20 ปี	24	24
20 – 30 ปี	42	42
31 – 40 ปี	21	21
41 – 50 ปี	9	9
มากกว่า 50 ปี	4	4
รวม	100	100
การศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนต้น	5	5
มัธยมศึกษาตอนปลาย(ม.6)/ปวช.	7	7
อนุปริญญา/ปวส	4	4
ปริญญาตรี	65	65
สูงกว่าปริญญาตรี	18	18
อื่น ๆ (เช่น ป. 4)	1	1
รวม	100	100

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
อาชีพ		
นิสิต/นักศึกษา	41	41
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	24	24
พนักงานบริษัทเอกชน/รับจ้าง	18	18
แม่บ้าน	1	1
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	-	-
อื่น ๆ (เช่น ลูกจ้างภาครัฐ)	16	16
รวม	100	100
รายได้		
น้อยกว่า 5,000 บาท	26	26
5,000 – 10,000 บาท	57	57
10,000 – 15,000 บาท	8	8
15,000 – 20,000 บาท	2	2
มากกว่า 20,000 บาท	7	7
รวม	100	100

ในด้านข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบได้ผลดังตารางที่ 16 กล่าวคือ ผู้บริโภคมีความชอบเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง คือ ระดับความชอบเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าวเท่ากับ 7.10 7.15 7.00 6.94 6.72 และ 7.06 ตามลำดับซึ่งมีระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6 – 7 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ส่วนความสะดวกในการบริโภคอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก มีระดับความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.14

เมื่อเปรียบเทียบกับไส้กรอกสูตรพื้นฐาน (ตัวอย่างควบคุม คือ ไม่เติมเครื่องแกง) พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง คือ ระดับความชอบเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าวเท่ากับ 6.78 6.53 6.25 6.25 7.09 และ 6.71 ตามลำดับ ส่วนความสะดวกในการบริโภคอยู่ใน

ระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก มีระดับความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.08 จะเห็นว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกงมากกว่าไส้กรอกสูตรพื้นฐาน

ในด้านข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับต่อลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ ได้ผลดังตารางที่ 17 กล่าวคือ ผู้บริโภคมีระดับการยอมรับต่อลักษณะบรรจุภัณฑ์ของไส้กรอกที่บรรจุแบบบรรยากาศปกติ อยู่ในระดับการยอมรับน้อย คือระดับการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 2.89 และบรรจุแบบสุญญากาศ ผู้บริโภคในระดับการยอมรับมาก คือระดับการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับคะแนนการยอมรับของบรรจุภัณฑ์ของไส้กรอกสูตรพื้นฐานที่บรรจุแบบบรรยากาศปกติ อยู่ในระดับการยอมรับน้อย คือระดับการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 และบรรจุแบบสุญญากาศ ผู้บริโภคยอมรับในระดับมาก คือระดับการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 4.05

ปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และความสะดวกในการบริโภค และลักษณะบรรจุภัณฑ์มีผลให้ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ ได้ผลดังตารางที่ 18 พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกง ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก คือมีระดับการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 (ระดับคะแนนอยู่ในช่วง 3 – 5) จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ส่วนไส้กรอกสูตรพื้นฐาน มีระดับการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 3.42

ส่วนทัศนคติการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกงและไส้กรอกสูตรพื้นฐาน ในปริมาณ 150 กรัม ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 79 และ 65 ตามลำดับ เติบโตใจซื้อ สำหรับผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ไส้กรอก คิดเป็นร้อยละ 21 และ 35 ตามลำดับ และผู้บริโภคที่ซื้อผลิตภัณฑ์นั้นมีความต้องการซื้อในราคา 25 – 30 บาท คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมา คือราคาต่ำกว่า 25 บาท คิดเป็นร้อยละ 28 และราคา 30 – 35 บาท คิดเป็นร้อยละ 10 ดังแสดงผลในตารางที่ 19

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกงด้วยเหตุผล คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่ น่าสนใจ รสชาติอร่อย มีกลิ่นหอมเครื่องเทศ สีสรรดึงดูดใจ และผู้บริโภคที่ไม่ซื้อเนื่องจากรู้สึกว่าการผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติแปลก กลิ่นเครื่องแกงเข้มข้น รสชาติไม่กลมกล่อม เผ็ดไม่ชอบรับประทาน ส่วนไส้กรอกสูตรพื้นฐาน เหตุผลที่ซื้อเพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ และผู้บริโภคที่ไม่ซื้อ เพราะไม่ชอบเนื่องจากมีกลิ่นคาว รสชาติจืด ไม่อร่อย สีสรรไม่ดึงดูดความสนใจ นอกจากนี้จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้ข้อเสนอแนะว่า ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกง มีลักษณะของเนื้อไส้กรอกไม่แน่น มีความเหนียวน้อย เครื่องแกงที่ผสมยังหยาบไม่เนียน

เป็นเนื้อเดียวกับเนื้อปลา แต่รสชาติอร่อยดี มีประโยชน์จากเนื้อปลา ส่วนไส้กรอกสูตรพื้นฐานนั้น เนื้อสัมผัสเหนียวค่อนข้างแข็ง มีกลิ่นคาวเล็กน้อย

ตารางที่ 16 ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ต่อปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน

ระดับความชอบ	ลักษณะปรากฏ			
	ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง		ไส้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่	คะแนนระดับ	ความถี่	คะแนน ระดับ
	(คน)	ความชอบ	(คน)	ความชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด	0	0	0	0
2 ไม่ชอบมาก	0	0	0	0
3 ไม่ชอบปานกลาง	0	0	0	0
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0	0	0
5 เฉย ๆ	8	40	15	75
6 ชอบเล็กน้อย	13	78	17	102
7 ชอบปานกลาง	43	301	46	322
8 ชอบมาก	33	264	19	152
9 ชอบมากที่สุด	3	27	3	27
รวม	100	710	100	678
ระดับความชอบเฉลี่ย		7.10		6.78

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความชอบ	สี่			
	ไต้กรอกชูริมิผสมเครื่องแกง		ไต้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่	คะแนนระดับ	ความถี่	คะแนน ระดับ
	(คน)	ความชอบ	(คน)	ความชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด	0	0	0	0
2 ไม่ชอบมาก	0	0	0	0
3 ไม่ชอบปานกลาง	0	0	0	0
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0	1	4
5 เฉย ๆ	9	45	9	95
6 ชอบเล็กน้อย	14	84	27	162
7 ชอบปานกลาง	36	252	33	231
8 ชอบมาก	35	280	19	152
9 ชอบมากที่สุด	6	54	1	9
รวม	100	715	100	653
ระดับความชอบเฉลี่ย		7.15		6.53

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความชอบ	กลิ่น			
	ไต้กรอกชูริมิผสมเครื่องแกง		ไต้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่	คะแนนระดับ	ความถี่	คะแนน ระดับ
	(คน)	ความชอบ	(คน)	ความชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด	0	0	0	0
2 ไม่ชอบมาก	0	0	0	0
3 ไม่ชอบปานกลาง	0	0	0	0
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0	7	28
5 เฉย ๆ	11	55	26	130
6 ชอบเล็กน้อย	20	120	19	114
7 ชอบปานกลาง	34	238	33	231
8 ชอบมาก	28	224	13	104
9 ชอบมากที่สุด	7	63	2	18
รวม	100	700	100	625
ระดับความชอบเฉลี่ย		7.00		6.25

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความชอบ	รสชาติ			
	ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง		ไส้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่	คะแนนระดับ	ความถี่	คะแนน ระดับ
	(คน)	ความชอบ	(คน)	ความชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด	0	0	0	0
2 ไม่ชอบมาก	0	0	0	0
3 ไม่ชอบปานกลาง	0	0	0	0
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0	1	4
5 เฉย ๆ	8	40	30	150
6 ชอบเล็กน้อย	27	162	28	168
7 ชอบปานกลาง	35	245	26	182
8 ชอบมาก	23	184	14	112
9 ชอบมากที่สุด	7	63	1	9
รวม	100	694	100	625
ระดับความชอบเฉลี่ย		6.94		6.25

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความชอบ	เนื้อสัมผัส			
	ไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกง		ไส้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่	คะแนนระดับ	ความถี่	คะแนน ระดับ
	(คน)	ความชอบ	(คน)	ความชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด	0	0	0	0
2 ไม่ชอบมาก	0	0	0	0
3 ไม่ชอบปานกลาง	0	0	0	0
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0	1	4
5 เฉย ๆ	16	80	8	40
6 ชอบเล็กน้อย	22	132	16	96
7 ชอบปานกลาง	37	259	36	252
8 ชอบมาก	24	192	34	272
9 ชอบมากที่สุด	1	9	5	45
รวม	100	672	100	709
ระดับความชอบเฉลี่ย		6.72		7.09

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความชอบ	ความชอบรวม			
	ไต้กรอกชูริมิผสมเครื่องแกง		ไต้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่	คะแนนระดับ	ความถี่	คะแนน ระดับ
	(คน)	ความชอบ	(คน)	ความชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด	0	0	0	0
2 ไม่ชอบมาก	0	0	0	0
3 ไม่ชอบปานกลาง	0	0	0	0
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0	0	0
5 เฉย ๆ	7	35	18	90
6 ชอบเล็กน้อย	22	132	22	132
7 ชอบปานกลาง	35	245	36	252
8 ชอบมาก	30	240	19	152
9 ชอบมากที่สุด	6	54	5	45
รวม	100	706	100	671
ระดับความชอบเฉลี่ย		7.06		6.71

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ระดับความชอบ	ความสะดวกในการบริโภค			
	ไต้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง		ไต้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่	คะแนนระดับ	ความถี่	คะแนน ระดับ
	(คน)	ความชอบ	(คน)	ความชอบ
1 ไม่ชอบมากที่สุด	0	0	0	0
2 ไม่ชอบมาก	0	0	0	0
3 ไม่ชอบปานกลาง	0	0	0	0
4 ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0	0	0
5 เฉย ๆ	6	30	8	40
6 ชอบเล็กน้อย	18	108	18	108
7 ชอบปานกลาง	42	294	42	294
8 ชอบมาก	24	192	22	176
9 ชอบมากที่สุด	10	90	10	90
รวม	100	714	100	708
ระดับความชอบเฉลี่ย		7.14		7.08

ตารางที่ 17 ระดับการยอมรับต่อลักษณะบรรจุภัณฑ์ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค
จำนวน 100 คน

ระดับการยอมรับ	ลักษณะบรรจุภัณฑ์			
	ใส่กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง			
	บรรจุแบบบรรจุอากาศปกติ		บรรจุแบบสุญญากาศ	
	ความถี่ (คน)	คะแนนตามระดับ การยอมรับ	ความถี่ (คน)	คะแนนตามระดับ การยอมรับ
1 น้อยที่สุด	2	2	0	0
2 น้อย	25	50	1	2
3 ปานกลาง	57	171	14	42
4 มาก	14	56	58	232
5 มากที่สุด	2	10	27	135
รวม	100	289	100	411
ระดับการยอมรับเฉลี่ย		2.89		4.11

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ระดับการยอมรับ	ลักษณะบรรจุภัณฑ์			
	ใส่กรอกสูตรพื้นฐาน			
	บรรจุแบบบรรจุอากาศปกติ		บรรจุแบบสุญญากาศ	
	ความถี่ (คน)	คะแนนตามระดับ การยอมรับ	ความถี่ (คน)	คะแนนตามระดับ การยอมรับ
1 น้อยที่สุด	2	2	0	0
2 น้อย	28	56	1	2
3 ปานกลาง	56	168	18	54
4 มาก	13	52	56	224
5 มากที่สุด	1	5	25	125
รวม	100	283	100	405
ระดับการยอมรับเฉลี่ย		2.83		4.05

ตารางที่ 18 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ

ระดับการยอมรับ	การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์			
	ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง		ไส้กรอกสูตรพื้นฐาน	
	ความถี่ (คน)	คะแนนตามระดับ การยอมรับ	ความถี่ (คน)	คะแนนตามระดับ การยอมรับ
1 น้อยที่สุด	0	0	0	0
2 น้อย	5	10	12	24
3 ปานกลาง	33	99	45	135
4 มาก	51	204	32	128
5 มากที่สุด	11	55	11	55
รวม	100	368	100	342
ระดับการยอมรับเฉลี่ย		3.68		3.42

ตารางที่ 19 ทศนคติด้านราคาของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การตัดสินใจซื้อไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ		
(น้ำหนัก 150 กรัม ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์)		
ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง		
ซื้อ	79	79
ไม่ซื้อ	21	21
ไส้กรอกสูตรพื้นฐาน		
ซื้อ	65	65
ไม่ซื้อ	35	35
เต็มใจซื้อในราคา		
น้อยกว่า 25 บาท	28	28
25 – 30 บาท	60	60
30 – 35 บาท	10	10
มากกว่า 35 บาท	2	2

5. การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

5.1 การคำนวณต้นทุนราคาซูริมิปลาอุกอุยเทศ

ในการผลิตไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ วัตถุดิบที่ใช้คือ ซูริมิจากปลาอุกอุยเทศ ซึ่งการนำปลาคูมาแปรรูปเป็นซูริมิต้องผ่านขั้นตอนการล้างเนื้อปลา เพื่อกำจัดไขมันและโปรตีนที่ละลายน้ำได้ซึ่งเป็นตัวขัดขวางการเกิดเจล หลังจากนั้นมีการกำจัดเศษก้างละเอียดและเอ็นออกไปเพื่อให้ได้เนื้อซูริมิที่เนียนละเอียด และท้ายสุดมีการนวดผสมกับสารป้องกันโปรตีนเสื่อมสภาพ เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของเนื้อปลาขณะเก็บรักษาด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง

วัตถุดิบปลาอุกอุยเทศสด ชื่อที่ตลาดไท จังหวัดปทุมธานี ขนาดน้ำหนัก 3 – 4 ตัว/กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 40 บาท เมื่อนำปลาอุกสดทั้งตัว 100 กิโลกรัมไปตัดหัว ควักไส้ แยกเนื้อจากก้างและหนัง จะให้ส่วนเนื้อปลาคู 41.29 ± 4.48 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละของผลผลิตได้เท่ากับ 41.29 ของปลาอุกสด และนำไปผ่านขั้นตอนการแปรรูปเป็นซูริมิสดได้ปริมาณ 19.97 ± 1.88 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละของผลผลิตได้เท่ากับ 19.97 ของปลาอุกสด ดังนั้นปลาอุกสด 1 กิโลกรัม สามารถผลิตเป็นซูริมิสดได้ 19.70 กรัม เมื่อคำนวณราคาของซูริมิสดต่อกิโลกรัม ซึ่งซูริมิสด 1 กิโลกรัมมาจากปลาอุกสด 5 กิโลกรัม จะพบว่ามีราคาสูงถึง 200 บาท และเมื่อรวมกับส่วนผสมสารป้องกันโปรตีนเสื่อมสภาพขณะเก็บรักษาด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง ดังตารางที่ 20 พบว่าในการผลิตซูริมิจากปลาอุกอุยเทศทั้งตัว ราคา กิโลกรัมละ 40 บาท จะมีต้นทุนการผลิตของซูริมิ 1 กิโลกรัมเท่ากับ 192.29 บาท ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงต้นทุนของพลังงานและแรงงานที่ใช้ในการผลิต

ซึ่งจะเห็นว่าราคาต้นทุนของซูริมิจากปลาอุกอุยเทศ ที่นำมาทำไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศนั้นมีราคาค่อนข้างสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการซื้อปลา ช่วงเวลาและขนาดของปลาอุกสดที่จะซื้อ ซึ่งหากซื้อปลาอุกสดในตลาดขายส่งจะต้องซื้อในปริมาณที่มาก บางช่วงหากปริมาณปลาอุกสดในตลาดมากจะทำให้ปลาอุกสดมีราคาต่ำลง และถ้าซื้อปลาที่มีขนาดกลางซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดและผู้บริโภค ก็ทำให้ปลาอุกมีราคาสูงขึ้น นอกจากนี้ ในช่วงที่ทำการทดลองมีการเกิดโรคใช้หัวคนกระบาดในไก่ จึงทำให้ผู้บริโภคที่นิยมบริโภคเนื้อไก่หันมาบริโภคเนื้อปลากันมากขึ้น จึงอาจทำให้ปลาอุกสดมีราคาสูงขึ้นด้วย แต่ถ้าเป็นช่วงที่ราคาปลาคูราคาตกต่ำมาก ๆ ก็อาจจะทำให้ต้นทุนราคาซูริมิจากปลาอุกอุยเทศต่ำลง

5.2 การคำนวณต้นทุนราคาวัตถุดิบไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

ผลการคำนวณต้นทุนราคาวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง แสดงในตารางที่ 21 พบว่าการผลิตไส้กรอก 1 สูตร ที่ใช้ซูริมิเริ่มต้น 1 กิโลกรัม และรวมกับส่วนผสมอื่นๆ ตามสูตร แล้วนำมาบรรจุในไส้ จะได้น้ำหนักของไส้กรอกที่ผลิตได้เท่ากับ 2,000 กรัม มีราคา 246.48 บาท แล้วนำไส้กรอกหลังการต้มไปตัดแต่ง โดยตัดเป็นท่อน ยาวท่อนละ 10 เซนติเมตรหนัก 50 กรัม ได้จำนวนไส้กรอกทั้งหมด 36 ท่อน น้ำหนักหลังตัดแต่งเหลือ 1,800 กรัม คิดเป็นร้อยละของผลิตผลเท่ากับร้อยละ 90 ดังนั้นไส้กรอกที่ตัดแต่งแล้วมีราคา 136.93 บาท/กิโลกรัม (ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง หนัก 150 กรัม มีราคา 20.54 บาท)

5.3 การคำนวณต้นทุนของบรรจุภัณฑ์

ต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ ถุงพลาสติกชนิด PE/LDPE ขนาด 18.5×18.5 เซนติเมตร บรรจุภัณฑ์ละ 2.50 บาท ดังนั้น ไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง 1,800 กรัม นำมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ละ 150 กรัม จะได้จำนวน 12 ถุง ต้นทุนด้านบรรจุภัณฑ์คือ 30.00 บาท

5.4 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบ (ไส้กรอก 1 สูตร) และบรรจุภัณฑ์

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุน} &= \text{ค่าวัตถุดิบ} + \text{ค่าบรรจุภัณฑ์} \\ &= 246.48 + 30 \\ &= 278.98 \text{ บาท}\end{aligned}$$

5.5 การคำนวณต้นทุนของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง 150 กรัมต่อ 1 บรรจุภัณฑ์

ไส้กรอกที่ผลิตได้ 1 สูตรมีน้ำหนัก 1,800 กรัม (12 ถุง) ราคา 278.98 บาท

ไส้กรอก บรรจุต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ มีน้ำหนัก 150 กรัม (1 ถุง) ราคา $\frac{278.98 \times 150}{1800}$ บาท

ดังนั้น ต้นทุนของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ คือ 23.04 บาท

ผลการคำนวณต้นทุนในการผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง บรรจุถุงพลาสติก ชนิด PA/LDPE ประกอบด้วยราคาวัตถุดิบ 20.54 บาท และราคาบรรจุภัณฑ์ 2.50 บาท ดังนั้น

ไส้กรอกซูริมีผสมเครื่องแกง น้ำหนัก 150 กรัม มีราคาเท่ากับ 23.04 บาท

ตารางที่ 20 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซูริมีจากปลาดุกอุยเทศ

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/กก.)	ปริมาณ (กก.)	ต้นทุน (บาท)
ปลาดุกอุยเทศสด	35	100	3500
ซูริมีสด	175.25	19.97	3500
ซอร์บิทอล(ร้อยละ 2.5)	53.50	0.499	26.70
น้ำตาล(ร้อยละ 2.5)	15	0.499	7.49
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (ร้อยละ 0.1)	100	0.02	1.997
โซเดียมไพโรฟอสเฟต (ร้อยละ 0.1)	100	0.02	1.997
รวม		21.008	4038.184
ซูริมีแช่เยือกแข็ง		1	192.29

ตารางที่ 21 ต้นทุนราคาวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง

วัตถุดิบ	ราคาต่อหน่วย (บาท/กก.)	ปริมาณการใช้ ต่อ 1 สูตร (กก.)	ต้นทุน (บาท)
ซูริมิปลาकुอยเทศ	192.29	1	192.29
เกลือ	10	0.03	0.3
น้ำตาล	15	0.015	0.23
ไข่ขาวผง	480	0.014	6.72
โปรตีนถั่วเหลือง	145	0.045	6.53
ฟอสเฟต	100	0.002	0.20
หอมใหญ่	23	0.03	0.69
พริกไทย	400	0.006	2.40
น้ำแข็ง	3	0.50	2.50
น้ำมันปาล์ม	36	0.10	3.60
เครื่องแกงประกอบด้วย			
พริกชี้ฟ้าแดงแห้ง	120	0.015	1.80
พริกชี้ฟ้าแดงแห้ง	140	0.045	6.30
กระเทียม	60	0.09	5.40
หอมแดง	30	0.09	2.70
ตะไคร้	10	0.06	0.60
มะกรูด	2 (1 ลูก)	0.015	0.03
ข่า	20	0.03	0.60
กระชาย	45	0.03	1.35
รากผักชี	80	0.03	2.40
พริกไทย	400	0.015	6.00
กะปิ	120	0.03	3.60
เกลือ	10	0.024	0.24
รวม		2.142	246.48

หมายเหตุ ปริมาณเครื่องแกงที่ใช้ต่อ 1 สูตร เท่ากับ 400 กรัม

น้ำหนักของไส้กรอกหลังตัดแต่งเหลือประมาณ 1,800 กรัม

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคูอุเทศ พบว่า

1. สามารถผลิตซูริมิจากปลาคูอุเทศ โดยการผ่านกระบวนการล้างเนื้อปลา 1 ครั้ง และสภาวะการให้ความร้อนเพื่อให้เกิดซูริมิเจลที่ดีคือการให้ความร้อนแบบสองครั้ง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาทีและที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
2. ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิปลาคูอุเทศ สูตรผสมเครื่องแกง เป็นที่ยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน โดยเครื่องแกงที่ใช้เป็นส่วนผสมต้องเตรียมด้วยการบดแบบแห้ง (ไม่เติมน้ำ) และใช้สัดส่วนเครื่องแกงต่อซูริมิคือ ร้อยละ 40
3. ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิปลาคูอุเทศ สูตรผสมเครื่องแกง ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PA/LDPE ในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และ 4-10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บได้นานกว่า 7 สัปดาห์ โดยที่มีคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี จุลชีววิทยา และการยอมรับ เป็นที่ยอมรับตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติที่ อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส นั้นมีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับเช่นเดียวกันตลอดอายุการเก็บ 7 สัปดาห์ แต่ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าที่ 7 สัปดาห์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงเกิน 1.0×10^4 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในทุกๆ ตัวอย่าง ซึ่งแสดงว่าการบรรจุในถุงพลาสติกชนิดนี้ สามารถป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดี และเก็บรักษาได้นานพอๆ กับในน้ำแข็ง (0 ± 2 องศาเซลเซียส) หรือในตู้เย็น (4-10 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ค่าที่แสดงการเสื่อมคุณภาพทางเคมี โดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ คือ ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) และค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) มีค่าอยู่ในช่วง 0.84 - 2.04 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม และ 0 - 0.72 มิลลิอิกวาเลนซ์/กิโลกรัม ตามลำดับ
4. ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกซูริมิปลาคูอุเทศ สูตรผสมเครื่องแกง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับชอบปานกลาง ชอบมาก และชอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33 51 และ 11 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุอุเทศ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เลือกปลาที่มีความสดมาก ๆ ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซูริมิ และขนาดของปลาที่เหมาะสมคือ 3 - 4 ตัวต่อกิโลกรัม
2. ควรจะมีการทดลองพัฒนาเนื้อสัมผัสไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ให้มีการยอมรับมากขึ้น โดยการทดลองใช้สารเพิ่มความเหนียว
3. ควรจะพัฒนากระบวนการผลิตไส้กรอกสูตรผสมเครื่องแกง ให้เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ โดยผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. เอกสารเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก. กลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. “เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร”. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ. 5 น.
- กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2546. สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ประจำปี 2544. กรมประมง; กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 65 น.
- กองประมงน้ำจืด. 2538. ปลาอุก. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กองโภชนาการ. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ. 24 น.
- กาญจนาрі พงษ์ณีและ นงนุช รักสกุลไทย. 2536. องค์ประกอบทางเคมีของปลาคูอุยเทศจากแหล่งเลี้ยงต่าง ๆ. วารสารกรมประมง. 46(3): 207-211.
- กฤษณี สิทธิโชค. 2543. ผลของสารกันเหิน การบรรจุและอุณหภูมิการเก็บต่อคุณภาพไส้กรอกหมู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กฤษดา กาวิวงศ์. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุนเชียงจากปลา : การใช้เครื่องเทศเป็นสารกันเหิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2537. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 173 น.
- จิรวัดน์ ขงสวัสดิกุล. 2541. การเกิดเจลของโปรตีนเนื้อปลา. วารสารอาหาร 28(4): 245-254.

- จักรี ทองเรือง. 2544. **ซูริมิ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 325 น.
- _____. 2544. **ซูริมิ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 325 น.
อ้างอิง Lin, T. M. and Park, J.W. 1997. Effective washing condition reduce water usage for surimi processing. **J. Aqua. Food Product Technol.** 6(2): 65-79.
- เชาวนิษฐ์ ลือประเสริฐ. 2543. การพัฒนาลูกชิ้นปลาจากซูริมิปลาสุกข้างเหลือง. วิทยานิพนธ์-ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เทวินทร์ ธรรมสอน. 2539. การเตรียมและการใช้ซูริมิจากเนื้อโครงไก่ในผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นนุช รักสกุลไทย. 2538. **กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 135 น.
- _____. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการสอนวิชาโภชนศาสตร์อาหารทะเล (Seafood Nutrition) (254522). ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. ๑.
- นงลักษณ์ สุทธิวานิช. 2527. **ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์**. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 102 น.
- _____. 2531. **คุณภาพสัตว์น้ำ**. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 262 น.
- นินนาท ชินประหัยฐ์. 2541. **ผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป**. อุตสาหกรรมเกษตร. 9(2): 24-37.
- นิรนาม. 2544. สถานการณ์ประมง. **วารสารประมงเศรษฐกิจ**. 2(19): 11-12.

_____. 2547. สัตว์น้ำจืด. วารสารสัตว์น้ำ. 15(175): 123-128.

นฤทธิ์ ไหญ่โสมานัง. 2539. มองตลาดโลกซูริมิ. จารุพา. 24: 23-27.

ปนัดดา เจริญกุล. 2536. ผลของซูริมิ สารกันหืนและอุณหภูมิภายในต่อคุณภาพของเนื้อขึ้นรูป
กึ่งสุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปวีณา น้อยทัพ. 2539. การพัฒนาการผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึกและการเก็บรักษา. วิทยา-
นิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. บริษัท แพคเมทส์
จำกัด, กรุงเทพฯ.

ผ่องเพ็ญ รัตตกุล. 2531. การรักษาความสดของปลาดุกอุยเทศ. น. 215-230. ใน รายงานประจำปี
2530 - 2531. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

พรพล รมย์นุกุล. 2545. การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

พิมพา อุดมรัตน์. 2542. การผลิตไส้กรอกกึ่งและการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิมลพรรณ อุ่นไพศาล. 2535. การพัฒนาคุณภาพลูกชิ้นปลาแซ่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง. 2547. การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากปลาน้ำจืด. แหล่งที่มา:
<http://www.ku.ac.th/e-magazine/april45/agri/fish.html>, 7 มกราคม 2546.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์, สุจินต์ หนูขวัญ, ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ และ กำชัย ลาวัณยุติ. 2533.
บิกอูปลาเศรษฐกิจชนิดใหม่. สรุปการสัมมนาวิชาการ. 8-9 มีนาคม 2533. กรมประมง,
กรุงเทพฯ. 102 น.

เขาวลัยชัย สุรพันธุ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
กรุงเทพฯ. 135 น.

รักเกียรติ เมืองมาน้อย. 2527. แบคทีเรียในไส้กรอก. วารสารไก่ล่หมอ 8(4): 12-13.

วิเศษ อัครวิทยากุล. 2534. ปลาอุกบิกอูย. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ. 71 น.

ศราภา ฉันทิกุล. 2539. การผลิตกุ้งแช่เย็นปลาอุกอุยเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. เหมื่ออาหารเบื้องต้น. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,
พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ.

ศุภชัย จุฑิน. 2543. การผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาอุกอุยเทศและซูริมิ. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 2545. คู่มือการผลิตผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ.
กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. ม.ป.ป. การแปรรูปสัตว์น้ำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สินี หนองเต่าดำ และ วลัยพร ปุยพรหม. 2539. รายงานปัญหาพิเศษ เรื่องการหาสูตรที่เหมาะสม
ในการผลิตไส้กรอกปลาอุก. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 49 น.

สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2545. โภชนศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, คณะเกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุชาติ วชิรวิทยากร. 2539. การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์คล้ายซูริมิจากเศษเนื้อหมู วัว และไก่ ตัดแต่งในไส้กรอกแฟรงเฟอ์เตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธิวัฒน์ เบญจกุล. 2536. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หาดใหญ่. 146 น.

สุภาพรณ บริลเลียนเตส. 2535. ซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิ. วารสารการประมง 45(3): 833-838.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์, สมโภช พจนพิมล, วรางคณา สมพงษ์, สิริพร พิพัฒน์สัตยานวงศ์ และสายสนม ประดิษฐ์ดวง. ม.ป.ป. รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเครื่องแกงเผ็ดและอาหารเครื่องปรุงแต่งกลิ่น-รสของไทย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ. 75 น.

สุรปณี บุรานนท์. 2545. การผลิตเบอร์เกอร์จากเศษเนื้อกุ้งผสมเนื้อปลาอุกอุยเทศและการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สัญญาชัย จตุรสีทรา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 244 น.

สุเชษฐ์ สมุหเสนีโต. 2535. การใช้ปลาแช่แข็งเป็นวัตถุดิบในการผลิตซูริมิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง. มอก. 935-2533.

_____. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไส้กรอกปลา. มพช.143/2546.

- อรรถัย เปี่ยมปรีดา. 2544. การผลิตลูกชิ้นปลาจากเนื้อปลาสองชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรรวรรณ คงพันธุ์. 2539. ผลผลิตคุณภาพของซูริมิจากปลาคูกลูกผสมและผลของการใช้สารปรุงแต่งต่อคุณสมบัติในการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์. วารสารการประมง 49(1): 48-54.
- _____, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และ จิราภรณ์ รุ่งทอง. 2541. การตรวจสอบคุณภาพซูริมิ. สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 63 น.
- _____. 2545. ซูริมิและการปรับปรุงคุณภาพ. วารสารอาหาร. 32(3): 213-222.
- อุดม สุนทรวิภาต, จิราวรรณ เข้มประยูร, ผ่องเพ็ญ รัตตกุล และเฉลิม พัฒน์วิบูลย์. 2530. ซูริมิ. วารสารการประมง. 40(1): 71-73.
- Acton, J.C., M.A. Hanna and L.D. Satterlee. 1981. Heat-induced gellating and protein-protein interaction of actomyosin. **J. Food Sci.** 5: 101-113.
- Adu, G.A., J.K. Babbitt and D.L. Crawford. 1983. Effect of washing on the nutritional and quality characteristics of dried mince rockfish flesh. **J. Food Sci.** 48: 1053
- Allen J.C. and R.J. Hamilton. 1994. **Rancidity in Foods**. Blackie Academic, London.
- Alvarez, C., I. Couso and M. Tejada. 1995. Sardine surimi gels as affected by salt concentration, blending, heat treatment and moisture. **J. Food Sci.** 60(30): 622-626.
- AOAC. 1984. **Official Methods of Analysis**. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis** 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.

- Babbitt, J. K. 1986. Suitability of seafood species as raw materials. **Food Technol.** 40: 97-100
- Bligh, E. G., & W. J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canad. J. Biochem. Phys.** 37: 911-917.
- Brody, A. L. 1989. **Controlled/ Modified Atmosphere Vacuum Packing of Food.** Food & Nutrition Press, Inc., Connecticut.
- Chuapoe huk, P., N. Raksakulthai and W. Worawattanamateekul. 2001. Process development of fish sausage. **Internat. J. Food Propert.** 4(3): 523-529.
- Davies, E.A., C.F. Milne, H.E. Bvis, R.W. Potters, J.M. Harvis, G.C. Williams, L.V. Thomas and J. Delvers-Droughton. 1999. Effective use of nisin to control lactic acid bacterial spoilage in vaccum-packed bologna-type sausage. **J. Food Protect.** 62(9): 1004-1010.
- FAO. 1981. **The prevention of losses in cured fish.** FAO Fisheries Technical Paper No. 291. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FDA Bacteriological Analytical Manual, 8th Edition. 1995. AOAC International. Gaithersburg. MD 20877 USA.
- Frazier, W.C. 1971. **Food Microbiology.** 2nd ed. McGraw-Hill Company, New York. 537 p.
- Hennigar, C.J., E.M. Book, H.O. Hultin, M. Peleg and K. Vereltzis. 1988. Effect of washing and sodium chloride on mechanical properties in fish muscle gels. **J. Food Sci.** 53: 963-964.
- International Union of Pure and Applied Chemists (IUPAC) . 1979. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives.

- Jiang, S.T., C.C. Lau and C.Y. Tsao. 1986. New approach to improve the quality of minced fish products from freeze – thawed cod and mackerel. **J. Food Sci.** 52(2): 310-312.
- Kadaya, T. 1990. **Food Packaging.** Academic Press Inc., California. 423 p.
- Kirk, R.S. and R. Sawyer. 1991. **Pearson's Composition and Analysis of Foods.** 9th ed. Longman Scientific and Technical. London.
- Lanier, T.C. and C. M. Lee. 1992. **Surimi Technology.** Marcel Dekker, Inc., New York. 528 p.
- Lee, C.M. 1984. Surimi process technology. **Food Technol.** 38(11): 65-80.
- Lee, C.M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based product. **Food Technol.** 40: 115-124.
- Lotong, N., A. Kongsawi and P. Santhornon. 1985. **A study of microbial quality and shelf life of cooked sausages in Thailand.** Proceedings of Workshop on Food Technology Research and Development. Bangkok, Thailand.
- Melton, S.L. 1983. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technol.** 38: 105-111.
- MFRD. 1988. **Handbook on the Processing of Frozen Surimi and Fish Jelly Products in Southeast Asia.** MFRD, Southeast Asian Fisheries Development Center, Singapore 30 p.
- Miwa, K. and S.J. Low. 1992. **Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish Products.** 2nd ed. Marine Fisheries Research Department, SEAFDEC, Singapore.

- Nettleton, J.A. 1985. **Seafood Nutrition: Facts, Issues and Marketing of Nutrition in Fish and Shellfish**. Osprey Books, Huntington, New York.
- Ng, C.S. 1987. **Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish products**. Marine Fisheries Research Department, SEAFDEC, Singapore.
- Niwa, E., Y. Matsubara and I. Hamada. 1982. Hydrogen and other polar bonding in flesh and setting gel. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.** 48: 667-670.
- Pongchawee, K., V. Somboonyarithi, and N. Raksakulthai. 1995. Composition of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* X *C. gariepinus*) raised on different feeds. **ASEAN Food Jnl.** 10 (2): 51-53.
- Pearson, A.M., J.D. Love, and F.B. Shorland. 1997. **“Warmed-over flavor in meat, poultry and fish**. **Adv. Food Res.** 23: 1-74.
- Reddy, K.P. and T.S. Rao. 1997. Influence of binders and refrigerated storage on certain quality characteristics of chicken and duck meat patties. **J. Food Sci. Technol.** 34(5): 446-449.
- Reddy, K.P. and T.M.R. Setty. 1996. An intermediate moisture product from mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) using salt curing, fermentation and drying. **J. Aquat. Food Prod. Technol.** 5: 65-82.
- Reppond, K.D., J.K. Babbitt, S. Berntsen and M. Tsuruta. 1995. Gel properties of surimi from Pacific herring. **J. Food Sci.** 60(4) : 707-714.

- Samelis, J., A. Kakouri and J. Rementzis. 2000. Selective effect the product type and the packaging conditions on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 4 ° C. **J. Food Micro.** 17(3): 329-340.
- Shahidi, F. 1998. **Flavor of meat, Meat Products and Seafoods.** 2nd ed. Blackie Academic & Profession, London.
- Suzuki, T. 1981. **Fish and Krill Protein Processing Technology.** Applied Science Publishing Limited, London. 260 p.
- Tanikawa, E. 1985. **Marine Product in Japan.** 2nd ed. Koseisha-Koseikaku, Co., Ltd. Tokyo.
- Tarladgis, B.G., B.M. Watts, M.T. Younathan and L. Dugan. 1960. A distillation method for the quantitative determinations of malonaldehyde in rancid foods, **J. Am. Oil Chem. Soc.** 37: 44-49.
- Watanabe, H., R. Takai, A. Sekigawa, and H. Hasegawa. 1982. An estimation of the amount of protein lost in the effluent from frozen surimi manufacture. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.** 48: 869-875.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุอุยเทศ

วิธีการผลิตเครื่องแกง

1. การเตรียมส่วนประกอบของเครื่องแกง เพื่อผลิตเป็นเครื่องแกง โดยดัดแปลงจากส่วนประกอบของสูตรห่อหมก และไส้กรอกปลาสมุนไพร (สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง, 2545)

1.1 พริกชี้ฟ้าแดงแห้ง นำพริกชี้ฟ้าแห้งมาเด็ดขั้วออก แกะเม็ดออกแล้วตัดเป็นท่อน ๆ ชั่งน้ำหนักตามที่ต้องการ ล้างน้ำ ใส่น้ำเกลือเพื่อสะเด็ดน้ำ

1.2 พริกชี้ฟ้าเขียวแห้ง นำพริกชี้ฟ้าเขียวแห้งมาเด็ดขั้วออก ชั่งน้ำหนักตามที่ต้องการ ล้างน้ำ ใส่น้ำเกลือให้สะเด็ดน้ำ

1.3 กระเทียม นำมาปอกเปลือกออก

1.4 หอมแดง นำมาปอกเปลือก ล้างน้ำ ใส่น้ำเกลือให้สะเด็ดน้ำ

1.5 ตะไคร้ นำมาล้างน้ำให้สะอาด สะเด็ดน้ำ หั่นซอยเป็นชิ้นบาง ๆ

1.6 ผิวมะกรูด นำผลมะกรูดมาล้างน้ำสะอาด ปอกเอาเฉพาะเปลือกผิว หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ บดให้ละเอียด

1.7 ข่า นำมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือก หั่นฝอย

1.8 กระชาย นำมาล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ

1.9 รากผักชี นำมาล้างน้ำให้สะอาด หั่นฝอย

1.10 พริกไทยขาวป่น

1.11 กะปิ

1.12 เกลือป่น

2. เตรียมส่วนผสมรวม

ซึ่งส่วนประกอบที่ได้จากการเตรียม บดให้ละเอียด เพื่อผลิตเป็นเครื่องแกง ดังนี้

ส่วนประกอบ	น้ำหนัก (กรัม)	
	วิธีการผลิตเครื่องแกง	
	บดแบบเปียก	บดแบบแห้ง
พริกชี้ฟ้าแดงแห้ง	30	60
พริกชี้หนูแดงแห้ง	10	20
หอมแดง	60	120
กระเทียม	60	120
ตะไคร้	40	80
ผิวมะกรูด	10	20
ข่า	20	40
กระชาย	20	40
รากผักชี	20	40
พริกไทยป่น	10	20
กะปิ	20	40
เกลือป่น	16	32
น้ำ	300	-

3. วิธีการผลิตเครื่องแกงแบบเปียก

นำส่วนผสมทั้งหมดที่ได้จากการเตรียมและชั่งน้ำหนักตามที่ต้องการ นำไปบดให้ละเอียดในเครื่องบด (ยี่ห้อ Moulinex type 643) เป็นเวลา 15 นาที หรือจนกว่าจะละเอียดตามที่ต้องการ

4. วิธีการผลิตเครื่องแกงแบบแห้ง

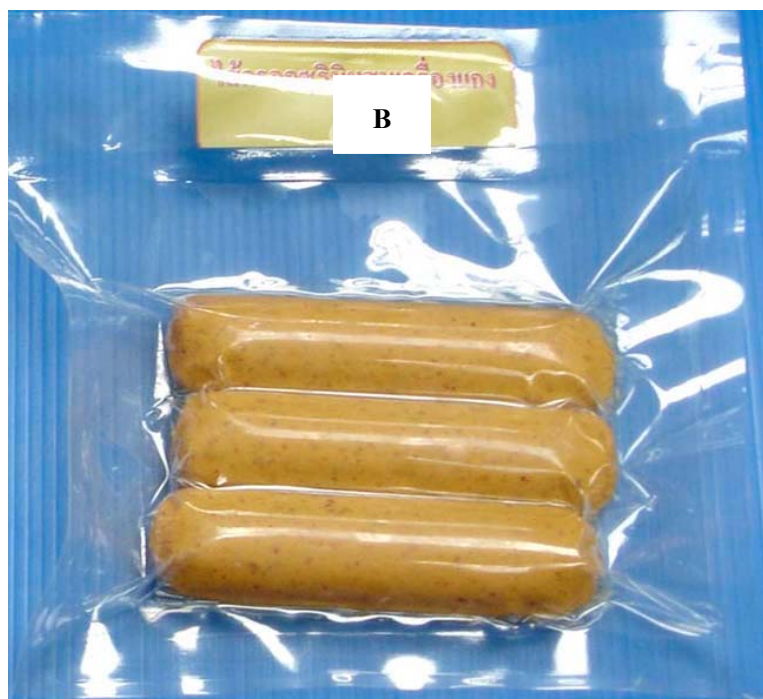
นำส่วนผสมทั้งหมดที่ได้จากการเตรียมและชั่งน้ำหนักตามที่ต้องการ นำไปบดให้ละเอียดในเครื่องบด (ยี่ห้อ SIRMAR รุ่น TC 12 E ใช้รังผึ้งเบอร์ 4.5 เพื่อบดหยาบและเบอร์ 3 บดละเอียด) โดยบดหยาบ 2 ครั้งและบดละเอียด 2 ครั้ง



ภาพผนวกที่ ก1 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุยเทศสูตรต่าง ๆ ที่บรรจุในสภาวะ
บรรยากาศปกติ (SCA = สูตรพื้นฐาน, SSA = สูตรผสมเครื่องแกง)



ภาพผนวกที่ ก2 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุยเทศสูตรต่าง ๆ ที่บรรจุในสภาวะ
สุญญากาศ (SCV = สูตรพื้นฐาน และ SSV = สูตรผสมเครื่องแกง)



ภาพผนวกที่ ก3 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมิผสมเครื่องแกงที่บรรจุในสภาวะต่าง ๆ (A = บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ B = บรรจุในสภาวะสุญญากาศ)

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและแบบสอบถาม

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ _____

ชื่อผู้ทดสอบ _____ อายุ _____ ปี เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย

วันที่ _____

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบชิมตัวอย่าง โดยพิจารณาคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้และให้คะแนนความชอบตามคำอธิบายข้างล่างนี้

การให้คะแนน

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = เฉย ๆ

“กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง”

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
การยอมรับรวม				

ข้อเสนอแนะ _____

แบบสอบถาม
การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากชูริมิปลาดุกอุยเทศ

คำชี้แจง : แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของ นางสาว ประทุมวัลย์ สงคง นิสิตปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอ ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

คำอธิบาย : ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาจากชูริมิปลาดุกอุยเทศ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากชูริมิปลาดุกอุยเทศ ผสมเครื่องปรุง อัดใส่ในไส้และผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้วนำมาตัดเป็นท่อน ๆ และบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PA/LDPE

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ในวงเล็บ () ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() น้อยกว่า 20 ปี () 20-30 ปี () 31-40 ปี () 41-50 ปี () มากกว่า 50 ปี

3. การศึกษา

() มัธยมศึกษาตอนต้น () มัธยมศึกษาตอนปลาย(ม. 6)/ปวช () อนุปริญญา/ปวส.
() ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4. อาชีพ

- () นิสิต/นักศึกษา () ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ () พนักงานบริษัทเอกชน/รับจ้าง
 () แม่บ้าน () ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ของท่านต่อเดือน

- () น้อยกว่า 5,000 บาท () 5,000-10,000 () 10,001-15,000
 () 15,001-20,000 () มากกว่า 20,000

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ได้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุยกุยกุเทศ

ตัวอย่าง SC SS

6. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ได้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุยกุยกุเทศ แล้วให้คะแนนความชอบ 1-9 ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกและความชอบของท่านมากที่สุด

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 7 = ชอบ |
| 3 = ไม่ชอบ | 8 = ชอบมาก |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |
| 5 = เฉย ๆ | |

ผลิตภัณฑ์ได้กรอกปลาจากซูริมิปลาคุยกุยกุเทศ

ตัวอย่าง

SC

SS

ลักษณะปรากฏ	คะแนนความชอบ เท่ากับ	_____	_____
สี	คะแนนความชอบ เท่ากับ	_____	_____
กลิ่น	คะแนนความชอบ เท่ากับ	_____	_____
รสชาติ	คะแนนความชอบ เท่ากับ	_____	_____
ลักษณะเนื้อสัมผัส	คะแนนความชอบ เท่ากับ	_____	_____
ความชอบรวม	คะแนนความชอบ เท่ากับ	_____	_____
ความสะดวกในการบริโภค	คะแนนความชอบ เท่ากับ	_____	_____

7. ท่านยอมรับรูปแบบการบรรจุ/บรรจุภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ที่ได้รอกปลาจากซูริมิปลาดุกอุยเทศ
เพียงใด โปรดระบุการยอมรับ

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง	ระดับการยอมรับ				
		น้อยที่สุด / ไม่ชอบมาก ①	น้อย / ไม่ชอบ ②	ปานกลาง / เฉย ๆ ③	มาก ④	มากที่สุด ⑤
รูปแบบการบรรจุ	SCA					
	SCV					
	SSA					
	SSV					
การยอมรับโดย รวมต่อผลิตภัณฑ์	SC					
	SS					

8. ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ที่ได้รอกปลาจากซูริมิปลาดุกอุยเทศหรือไม่ หากมีวงจำหน่าย

SS () ซื้อ () ไม่ซื้อ เพราะ.....
SC () ซื้อ () ไม่ซื้อ เพราะ.....

ราคาที่ท่านคิดว่าจะสามารถซื้อได้ ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (150 กรัม) คือ

() น้อยกว่า 25 บาท () 25 – 30 บาท () 30 - 35 บาท () มากกว่า 35 บาท

ข้อเสนอแนะ.....
.....

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี ทางกายภาพและจุลชีววิทยา

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total Volatile Basic Nitrogen: TVB)

(Miwa, K. and S.J. Low, 1992)

สารเคมี

1. Mixed indicator solution: สารละลายกรดบอริก (boric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่มี ส่วนผสมของอินดิเคเตอร์ เตรียมโดยชั่งกรดบอริก 10 กรัม ใส่ลงใน flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำเอทิลแอลกอฮอล์ 200 มิลลิลิตร ผสมกับอินดิเคเตอร์ 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
2. สารละลายอินดิเคเตอร์: ละลายบรอมครีโซลกรีน (BCG) 0.01 กรัมและเมธิลเรด (MR) 0.02 กรัมในเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร
3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.02 นอร์มอล โดยเจือจางสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
4. สารละลายโปแทสเซียมคาร์บอเนตอิมตัว (K_2CO_3): ชั่งโปแทสเซียมคาร์บอเนต 60 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ต้มด้วยไฟอ่อน ๆ เพื่อให้เย็นแล้วกรองสารละลายที่ได้ด้วยกระดาษกรอง
5. สารละลายโปแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 50: เจือจางสารละลายโปแทสเซียมคาร์บอเนตอิมตัว (K_2CO_3) ด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1: 1
6. สารละลายกรดไทรคลอโรอะซิติก (CCl_3COOH : TCA) ความเข้มข้นร้อยละ 4: ละลาย TCA 40 กรัม ในน้ำกลั่น 960 มิลลิลิตร
7. Sealing agent : ชั่ง tragacanth gum 3 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และกลีเซอริน 15 มิลลิลิตร และสารละลายโปแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัมที่บดละเอียดแล้วใส่ลงในบีกเกอร์ เดิมสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วปั่นผสมให้เข้ากันด้วย homogenizer วางแช่ในน้ำแข็งนาน 30 นาที โดยคนเป็นครั้งคราว กรองสารละลายโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 41 หรือนำไปเซนตริฟิวที่ 3000 rpm นาน 10 นาที เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส หากยังไม่ดำเนินการในขั้นต่อไป
2. ปิเปิด mixed indicator solution ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ลงในช่องชั้นในของจาน conway ปิเปิดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในช่องชั้นนอกของจาน conway ปิดฝาจาน conway แบบเอียง ๆ เพื่อไม่ให้สารละลายระเหยออกไป
3. ปิเปิดสารละลายอิมตัวโปแตสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) ใส่ลงในช่องชั้นนอกของจาน conway แล้วรีบปิดฝาจาน conway ให้สนิท
4. ตั้งทิ้งไว้ 60 นาทีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
5. ไตเตรทสารละลายที่อยู่ชั้นในของจาน conway ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.02 นอร์มอล โดยใช้ micro-burette จนสารละลายสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีชมพู
6. ทำ blank โดยใช้สารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ลงในชั้นนอกของจาน conway แทนสารละลายตัวอย่างแล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่าง

การคำนวณค่า TVB

$$TVB - N \text{ (mg/100 g)} = \frac{(V_S - V_B) \times (N_{HCl} \times A_N) \times [(W_s \times M/100) + V_E] \times 100}{W_s}$$

V_S = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

V_B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรท blank

N_{HCl} = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

A_N = น้ำหนักอะตอมของไนโตรเจน

W_s = น้ำหนักของตัวอย่าง

M = ความชื้นของตัวอย่าง

V_E = ปริมาณของ TCA ที่ใช้สกัดตัวอย่าง

2. วิธีวิเคราะห์ความชื้น (AOAC., 1990)

1. อบจานหาความชื้น (aluminium dish) ในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปลอ่ยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 - 5 กรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงในจานอลูมิเนียมที่ทราบ น้ำหนักแน่นอนแล้วเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วจานอย่างสม่ำเสมอ
3. นำเข้าตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง นำจานใส่ตัวอย่างไปวาง ในโถดูดความชื้นจนตัวอย่างเย็นจึงชั่งน้ำหนัก แล้วทำการอบอีกครั้งประมาณ 1 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ หรือน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันแตกต่างกันไม่เกิน 1 - 3 มิลลิกรัม

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

3. วิธีวัดค่าความเป็นกรด – เบส (pH) (Miwa, K. and S.J. Low, 1992)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่ปั่นละเอียดแล้ว 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว 45 มิลลิลิตร (น้ำกลั่นที่ใช้ต้มให้เดือดและทิ้งไว้ให้เย็น)
2. ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่องวัด pH

4. วิธีวิเคราะห์ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (FAO., 1981)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
2. สารละลายโปแตสเซียมโครเมต

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน เติมน้ำกลั่นเล็กน้อยแล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง (homogenizers) เพื่อให้ตัวอย่างผสมเข้ากันดี เจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรครบ 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 25 มิลลิลิตรใส่ลงใน erlenmeyer flask แล้วเติมอินดิเคเตอร์โปแตสเซียมโครเมตลงไป 1 มิลลิลิตร
3. นำไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรตที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลได้ตะกอนสีแดงอิฐ และทำ blank เปรียบเทียบด้วยทุกครั้ง
4. คำนวณปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์

$$\text{ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ)} = \frac{0.585 \times (A - B) \times 100 \times 250}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 25}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการทำ blank

5. วิธีวิเคราะห์โปรตีน (AOAC., 1984)

สารเคมี

1. สารผสมของซีลีเนียมและโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
2. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32
4. อินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมธิลเรดและบรอมครีซอลกรีน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 - 2 กรัม ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask)
2. เติมสารตัวเร่งปฏิกิริยา สารผสมของซีลีเนียมและโปแตสเซียมซัลเฟต 1 กรัม และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยบนเตาไฟฟ้าในตู้ดูดควัน ย่อยจนกระทั่งได้สารละลายใสหรือไม่มีสี ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร
5. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 300 มิลลิลิตร ใส่กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เติมอินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมธิลเรดและบรอมครีซอลกรีน 2 - 3 หยด รองรับสิ่งที่กลั่นโดยให้ปลายอุปกรณ์ควมแน่นจุ่มลงในสารละลายบอริก
6. กลั่นจนได้สารละลายประมาณ 250 มิลลิลิตร (กลั่นประมาณ 10 นาที) ถ้าง่ายปลายอุปกรณ์ควมแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ
7. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จะได้จุดยุติเป็นสารละลายสีชมพูอ่อน
8. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกับตัวอย่าง และคำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{14 \times N \times (A-B) \times 100 \times 6.25}{W}$$

- เมื่อ
- N = ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก (นอร์มัล)
 - A = ปริมาตรกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
 - B = ปริมาตรกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)
 - W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

6. วิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Bligh and Dyer, 1959)

สารเคมี

1. เมทานอล (methanol)
2. คลอโรฟอร์ม (chloroform)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม เติมคลอโรฟอร์ม 40 มิลลิลิตร และเมทานอล 40 มิลลิลิตร เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วย homogenizer 2 นาที ขณะปั่นพลาสติกที่ใส่ตัวอย่างต้องแช่ในน้ำแข็งตลอดเวลา
2. เทตัวอย่างที่ปั่นแล้วลงในหลอดเซนตริฟิว นำไปเซนตริฟิวที่ความเร็ว 2000 rpm. 20 นาที
3. ตัวอย่างที่ได้จะแยกชั้นเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของไขมันในตัวทำละลาย (ด้านล่าง) ส่วนของเนื้อตัวอย่าง (ตรงกลาง) และส่วนของน้ำ (ด้านบน)
4. แยกส่วนที่เป็นชั้นน้ำและเนื้อตัวอย่างทิ้งไป แล้วปิเปตชั้นตัวทำละลายคลอโรฟอร์ม นำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1
5. ปิเปตไขมันในตัวทำละลายที่ผ่านการกรองแล้ว 10 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักแล้ว
6. นำไประเหยตัวทำละลายออก บน water bath ให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก
7. นำไปทำให้แห้งต่อในตู้อบ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จนตัวทำละลายระเหยออกจนหมด
8. นำบีกเกอร์มาทิ้งให้เย็นใน dessicator
9. ชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักหลังอบ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \times 4$$

7. วิธีวิเคราะห์เถ้า (AOAC., 1984)

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 - 5 กรัม ใส่ในถ้วยครุชเชิลที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน เผาที่อุณหภูมิต่ำ ๆ จนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีอ่อนหรือสีขาวสม่ำเสมอ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

8. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (วิธีการคำนวณ)

วิธีการ

วิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบทางเคมี เป็นร้อยละ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า แล้วนำค่าทั้งหมดดังกล่าวมาคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

$$\text{คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)} = 100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เถ้า})$$

9. วิธีวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid: TBA) (Tarladgis *et al.*, 1960

distillation method as modified by Banasihan., 1985)

สารเคมี

1. สารละลาย tetraethoxy propane (TEP) ความเข้มข้น 0.01389 m moles/ lite เตรียมโดยชั่ง TEP 0.0031 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร

2. สารละลายกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) เตรียมโดยชั่ง TBA 0.2883 กรัม ละลายในกรดอะซิติก (CH_3COOH) เข้มข้นร้อยละ 90 ปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

3. สารละลายผสมแอนติออกซิแดนซ์ (antioxidant mixture) เตรียมโดยชั่ง butylated hydroxy anisole (BHA) 0.3 กรัม ผสมกับ propylene glycol 5.4 กรัม และชั่ง butylated hydroxy toluene (BHT) 0.3 กรัม ผสมกับ Tween 40 4 กรัม แล้วนำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมให้เข้ากัน

4. 0.2% EDTA โดยชั่งน้ำหนัก EDTA 0.2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

5. 4 M hydrochloric acid จาก HCl ความเข้มข้น 37% โดย ปิเปต HCl ประมาณ 39.46 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใน volumetric flask

การเตรียม standard solution

1. คำนวณน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด ground glass stopped test tube หลอดที่ 1 สำหรับใช้เป็น blank

2. คำนวณน้ำกลั่น 4 3 2 และ 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอด ground glass stopped test tube อีก 4 หลอดแล้วดูดสารละลาย TEP 1 2 3 และ 4 มิลลิลิตรผสมลงไปตามลำดับในแต่ละหลอดจะได้สารละลายปริมาตร 5 มิลลิลิตร

3. ดูดสารละลาย TEP 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอด ground glass stopped test tube หลอดที่ 6

4. สารละลายที่เตรียมทั้ง 6 หลอดจะมีความเข้มข้นของมาลอนัลดีไฮด์ (MA) เป็น 0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1 มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร ตามลำดับ

5. เติมสารละลาย TBA 5 มิลลิลิตรลงในหลอด ground glass stopped test tube ทั้ง 6 หลอดแล้วนำไปให้ความร้อนใน boiling water bath นาน 35 นาที จากนั้นนำมาทำให้เย็นโดยใช้น้ำห่อหุ้ม 10 นาที เพื่อให้อุณหภูมิลดลง จนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่า absorbance โดยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ GBC รุ่น GBC UV/VIS 918 ที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร แล้วนำค่า absorbance ที่ได้กับค่าความเข้มข้นของมาลอนัลดีไฮด์ (MA) เป็นมิลลิกรัม/ มิลลิลิตร มาพลอตกราฟ

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในถ้วยสำหรับปั่น เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรแล้วปั่นผสมนาน 2 นาที

2. นำสารละลายตัวอย่าง เทลงใน round bottom flask ขนาด 150 มิลลิลิตร ล้างถ้วยปั่นด้วยน้ำกลั่น 46.5 มิลลิลิตรแล้วผสมกัน

3. เติมสารละลายผสมแอนติออกซิแดนซ์ 5 หยด และสารละลายกรดเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีติก (EDTA) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 4 นอร์มัล ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ลงไปเพื่อปรับ pH ให้เป็น 1.5

4. นำสารละลายตัวอย่างไปให้ความร้อนเพื่อให้ได้สารละลายที่ผ่านการกลั่น (distillate) ปริมาตร 50 มิลลิลิตรในเวลา 20 นาที
5. ปิเปตสารละลายที่ผ่านการกลั่น 5 มิลลิลิตรใส่ลงใน ground glass stopped test tube
6. เติมสารละลาย TBA 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปต้ม ทำเช่นเดียวกับการทำ standard curve ตามข้อที่ 5
7. นำค่าที่วัดค่าได้มาคำนวณ

$$\text{TBA value} = \frac{500 \times T}{70} \text{ มิลลิกรัม/ กิโลกรัมของตัวอย่าง}$$

โดยค่า T คือค่าความเข้มข้นของมาลอนัลดีไฮด์ (MA) หน่วยเป็นมิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่ได้จาก calibration curve

10. วิธีวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) (Kirk R.S. and R. Sayer., 1991)

สารเคมี

1. สารละลายผสมของกรดอะซิติก (CH_3COOH) และคลอโรฟอร์ม (CHCl_3) อัตราส่วน 3:2
2. สารละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)
3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ความเข้มข้น 0.1 และ 0.01 นอร์มัล
4. สารละลายเบี่ยงความเข้มข้นร้อยละ 1

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ NBS standard sample 136 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง) 0.10 – 0.12 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำ 80 มิลลิลิตร เติมโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) และกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าแล้วเก็บในที่มืดทันที นาน 10

นาที่ จากนั้นนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) เติมสารละลาย
แป้งเป็นอินดิเคเตอร์

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต} = \frac{\text{น้ำหนักของ } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 1000}{\text{ปริมาตรของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 49.032}$$

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5.00 ± 0.05 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายผสมของกรดอะซิติก (CH_3COOH) และคลอโรฟอร์ม (CHCl_3) อัตราส่วน 3:2 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลาย
2. เติมสารละลายอิมัลชันโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ปล่อยให้
1 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว เติมน้ำ 30 มิลลิลิตร
3. ไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.1 N อย่างช้า ๆ เขย่าอย่าง
แรงจนกระทั่งได้สีเหลืองอ่อน เติมสารละลายแป้ง 0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงิน
หายไป ถ้าไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.1 N. น้อยกว่า 0.5 มิลลิลิตร
ให้เปลี่ยนไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.01 N. แทน
4. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกัน แต่ไม่เติมตัวอย่างไขมัน

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์} = \frac{S \times N \times 1000}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ $N =$ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
(นอร์มัล)
 $S =$ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

หมายเหตุ

1. ไขมันต้องสกัดด้วยวิธี Bligh and Dryer และควรนำไประเหยเอา Chloroform ออก โดยใช้เครื่อง Rotary Evaporator และปรับอุณหภูมิการระเหยประมาณ 25 องศาเซลเซียส ไขมันที่ได้ควรนำไปวิเคราะห์หาค่า PV ทันที

11. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid composition) (IUPAC, 1979)

สารเคมี

1. เมทานอล (MEOH)
2. คลอโรฟอร์ม (CHCl_3)
3. 0.5 M methanolic sodium hydroxide
4. น้ำเกลืออิ่มตัว
5. 12% boron trifluoride in methanol (BF_3)
6. n-hexane

วิธีสกัดไขมัน

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม เติมคลอโรฟอร์ม 20 มิลลิลิตรและเมทานอล 40 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยไฮโมจิไนเซอร์ ประมาณ 2 นาที จากนั้นเติมคลอโรฟอร์ม 20 มิลลิลิตร แล้วปั่นต่ออีก 30 วินาที เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ปั่นต่ออีก 30 วินาที ในขั้นตอนนี้ต้องหล่อบีกเกอร์ที่ใส่ตัวอย่างในน้ำแข็งตลอดเวลา

เทตัวอย่างที่ปั่นแล้วลงในหลอดเซนตริฟิว แล้วนำไปเซนตริฟิวที่ความเร็ว 2000 rpm. อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที เทน้ำชั้นบนทิ้ง ปิดชั้นคลอโรฟอร์มนำไประเหยคลอโรฟอร์มออกให้หมดด้วยเครื่อง rotary evaporator เก็บไขมันที่ได้ใส่ในขวดสีน้ำตาลพันก๊าชไนโตรเจนลงไปแล้วปิดฝาขวดให้แน่นเก็บในตู้แช่แข็ง

วิธีการ

ซึ่งไขมันที่สกัดได้ 25 มิลลิกรัม ใส่ใน screw cap tube เติม 0.5 M. methanolic sodium hydroxide 1.5 มิลลิลิตร นำไปทำให้ร้อนที่ 100 องศาเซลเซียสใน heating block นาน 7 นาที ทำให้เย็น เติม 2 มิลลิลิตรของ BF_3 ปิดฝาให้สนิท ผสมให้เข้ากันแล้วให้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำให้เย็นที่ 30 - 40 องศาเซลเซียส เติม 1 มิลลิลิตร ของ n-hexane แยกชั้น ดูดขึ้นด้วย plastic pipet ใส่ในหลอดเล็ก สกัดอีกครั้งด้วย 1 มิลลิลิตร ของ n-hexane เขย่า ดูดขึ้น แล้วเก็บรวมกับตัวอย่างที่ได้ครั้งแรก นำตัวอย่างที่ได้ฉีดเข้าเครื่อง GC โดยใช้ capillary column ยี่ห้อ J&W Scientific ขนาด 30x0.32x0.25 [(length (meters) x ID (mm) x film (μm)] ชนิด DB-WAX ใช้ปริมาตรตัวอย่าง 0.5 μl โดยปรับ condition ของ GC ดังนี้

Carrier gas: Helium

Flow rate: 0.5 ml/min

Injection temperature: 260°C

Flame ionization detector temperature °C

Oven temperature: 60°C/min

↓ 6°C/min

160°C

↓ 2°C/min

220°C

↓ 1°C/min

230°C 20 min

นำ peak ที่ได้มาคำนวณ total peak area ขององค์ประกอบของกรดไขมัน โดยเทียบกับ mixed standard ถ้าไม่ฉีดตัวอย่างที่สกัดได้ทันที ให้เก็บตัวอย่างในขวดสีน้ำตาล พ่นก๊าซไนโตรเจนลงไป แล้วปิดฝาขวดให้แน่นเก็บในตู้แช่แข็ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. วิธีวัดค่าออสโมเตอร์แอคทีวิตี (a_w) (Thermoconstanter Novasina TH/RTD 733)

นำตัวอย่างที่ปั่นละเอียดใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่า a_w โดยใส่ประมาณ 2 ใน 3 ของความจุของตลับ เกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ นำไปวางในช่องใส่ตัวอย่างของเครื่องวัดค่า a_w (Novasina Thermoconstanter TH/RTD 733) จับเวลาประมาณ 15 - 30 นาที หรือจนกระทั่งเครื่องวัดอ่านค่า a_w ของตัวอย่างคงที่จึงอ่านค่า a_w ที่ได้จากเครื่องวัด

วิธีวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ โดยวิธี aseptic technique เทสารละลาย Phosphate buffer (pH 7.2) 225 มิลลิลิตรลงไปเพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1: 10

1.2 ตีปั่นตัวอย่างผสมให้เข้ากัน โดยใช้ stomacher เป็นเวลา 1 - 2 นาที

1.3 ปิเปิดตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มี Phosphate buffer (pH 7.2) 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ

1.4 ปิเปิดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อโดยทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

1.5 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar ที่หลอมเหลว และมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส จำนวน 15 - 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากับตัวอย่างอาหารอย่างทั่วถึง

1.6 ปลอ่ยทิ้งให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเลี้ยง โดยส่วนที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ด้านบน

1.7 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

1.8 นับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 25 - 250 โคโลนี จดบันทึกโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดและระดับความเจือจางที่นับคำนวณ และรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

2. วิเคราะห์ปริมาณ Coliform, Faecal coliform และ *Escherichia coli*

2.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ โดยวิธี aseptic technique เทสารละลาย Phosphate buffer (pH 7.2) 225 มิลลิลิตรลงไปเพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1:10

2.2 ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มีอาหาร Lauryl sulfate tryptose broth 10 มิลลิลิตรที่มีหลอดดักก๊าซคว่ำอยู่ ทำระดับความเงาของหลอด 3 หลอด (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} รวม 9 หลอด

2.3 บ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.4 ตรวจสอบหลอดที่ให้ผลบวก โดยจะเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ (presumptive test)

2.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซ ลงใน Brilliant green lactose bile (BGLB) broth และ EC Broth

2.5.1 BGLB broth นำไปบ่มที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมดในขั้นนี้ (confirm test) นำไปหาค่า MPN ของ Faecal coliform จากตาราง MPN

2.5.2 EC broth นำไปบ่มในอ่างน้ำ (water bath) ที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมด นำไปหาค่า MPN ของ Faecal coliform จากตาราง MPN

2.6 การตรวจหา *E. coli*

2.6.1 ใช้ลูปแตะเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวก คือเกิดก๊าซจาก EC broth ในข้อ 2.5.2 streak ลงบน Eosin methylene blue (EMB) agar นำไปบ่มที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.6.2 เลือกโคโลนีซึ่งมีสีเข้มคล้ำ อาจมีเงาโลหะหรือไม่ก็ได้ ถ่ายเชื้อลงใน NA slant บ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีต่อไป

2.6.3 ทดสอบปฏิกิริยา IMVic ได้แก่

- การทดสอบการสร้าง Indole ถ่ายเชื้อลงใน Tryptone broth บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบการเกิดอินโดล โดยเติม Kovac's reagent 0.2 – 0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดถ้าเกิดสีชมพูหรือสีแดงที่ผิวหน้า แสดงว่าปฏิกิริยาให้ผลบวก

- การทดสอบ Voges-Proskauer-reactive compounds ถ่ายเชื้อลงใน MR-VP medium บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ปิเปตเชื้อ 1 มิลลิลิตร ลงในจานกระเบื้อง หลุมสีขาว เติมสารละลาย α -naphthol 0.6 มิลลิลิตร 40% KOH 0.2 มิลลิลิตร และผง creatine 2 - 3 เกล็ด ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นแสดงว่าให้ผลบวก

- การทดสอบ Methyl red reactive compounds โดยบ่มเชื้อในหลอด MR-VP medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากทำการทดสอบปฏิกิริยา Voges-Proskauer แล้ว จากนั้นตรวจสอบปฏิกิริยาโดยเติมสารละลายเมทิลเรด 5 หยดลงในหลอด เมื่อมีสีแดงเกิดขึ้น แสดงว่าให้ผลบวก ถ้าเกิดสีเหลืองแสดงว่าให้ผลลบ

- การทดสอบการใช้ citrate ถ่ายเชื้อลงใน Koser's citrate broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะบวมแสดงว่าให้ผลบวก ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อเหมือนเดิม อ่านผลเป็นลบ

2.6.4 ย้อมสีแบบแกรม

2.6.5 คำนวณค่า MPN ของ *E. coli* ต่อกรัมของอาหาร จากหลอดที่ทดสอบแล้วว่ามีแบคทีเรียรูปท่อน ดิดสีแกรมลบ และให้ผลการทดสอบ IMViC เป็น +++ หรือ ---

3. วิเคราะห์ยีสต์และรา

3.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ โดยวิธี Aseptic technique เทสารละลาย Phosphate buffer (pH 7.2) 225 มิลลิลิตรลงไป ตีปั่นตัวอย่างให้เข้ากัน นาน 1 - 2 นาทีเพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1:10

3.2 ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มี Phosphate buffer จำนวน 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ

3.3 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจางแล้วปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำซ้ำความเจือจางละ 3 จาน แล้วเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Oxytetracycline glucose yeast extract agar ปริมาตร 15 - 20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อผสมกัน ระวังอย่าให้อาหารเลี้ยงเชื้อเปื้อนที่ฝาหรือด้านข้างจานเพาะเชื้อ โดยอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ควรมีอุณหภูมิประมาณ 45 - 50 องศาเซลเซียส

3.4 ตั้งทิ้งไว้จนอาหารเลี้ยงเชื้อในจานเพาะเชื้อแข็ง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน โดยไม่ต้องกลับจานเพาะเชื้อเพื่อหันเอาผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อลงเหมือนกับบ่มเชื้อแบคทีเรีย ไม่ควรซ้อนจานเพาะเชื้อมากกว่า 3 ชั้น และไม่ควรถ่ายย้ายจานเพาะเชื้อระหว่างระยะเวลาการบ่มเชื้อ เพราะอาจทำให้เกิดการกระจายของสปอร์ และก่อให้เกิดความผิดพลาดของจำนวนยีสต์ หรือ รา ที่เกิดขึ้นได้

3.5 คัดเลือกงานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีของยีสต์ หรือ รา อยู่ระหว่าง 15 - 150 โคโลนี
มานับจำนวนพร้อมหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณเป็นจำนวนของยีสต์ หรือ รา
ในตัวอย่าง 1 กรัม

4. วิธีวิเคราะห์ *Salmonella* sp.

4.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติมอาหารเลี้ยงเชื้อ
Lactose broth (LB) ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย stomacher นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35
องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

4.2 ใช้ปิเปตถ่ายเชื้อจาก LB ในข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ
Tetrathionate broth (TT) หรือ Selenite cystine broth (SC) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่
อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง

4.3 ใช้ปิเปตถ่ายเชื้อจาก Tetrathionate broth ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยง
เชื้อ Modified semisolid rappaport vassiliadis medium (MSRV)

4.4 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ MSRV มา streak บนอาหารเลี้ยงเชื้อ
Bismuth sulfite agar (BS), Xylose lysine decarboxylase agar (XLD) และ Brilliant green agar
(BG) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง

4.5 การอ่านผลคุณลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Salmonella* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดซึ่ง
จะมีลักษณะดังนี้

4.5.1 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD โคโลนีมีลักษณะใส ขอบโคโลนีเรียบอาจมีหรือไม่มีจุด
สีดำของเหล็กซัลไฟด์ตรงกลางโคโลนี อาหารเลี้ยงเชื้อรอบ ๆ โคโลนีมีสีแดงหรือสีชมพูแดง

4.5.2 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BS โคโลนีมีลักษณะกลมแบน สีน้ำตาลเทาหรือดำเงา บาง
โคโลนีอาจให้ลักษณะเป็นมันวาว (metallic sheen) รวมถึงอาหารเลี้ยงเชื้อบริเวรรอบ ๆ โคโลนี
ด้วย ในบางครั้งอาหารเลี้ยงเชื้อรอบ ๆ โคโลนีจะเป็นสีน้ำตาลในระยะแรกและเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อ
บ่มเขื่อนานขึ้น สำหรับในอาหารเลี้ยงเชื้อ BS ถ้าไม่พบโคโลนีที่สงสัยให้บ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง

4.5.3 บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BG โคโลนีมีลักษณะกลมแบน สีชมพู อาหารเลี้ยงเชื้อรอบ ๆ
โคโลนีจะเป็นสีชมพูหรือแดง

4.5.4 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD, BS และ BG ใส่ลงใน TSI agar, Urea
และ LIM นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง การอ่านผลคุณลักษณะทางชีวเคมี
ของ *Salmonella* ดังนี้

- บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSI agar เชื้อ Salmonella จะให้ผลบวกดังนี้ เกิดค่างที่ slant (สีแดง) เกิดกรดที่ butt (K/A) และอาจสร้าง H_2S หรือไม่สร้างก็ได้
 - บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Urea อาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีเหลือง
 - บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Lysine indole motility medium (LIM) เชื้อ Salmonella จะให้ผลทดสอบเป็น Lysine = สีม่วง (+) Indole = สีแดง (+) Motility = เคลื่อนที่ (+)
- 4.6 ใช้ลูปถ่ายเชื้อ Salmonella จาก TSI, Urea หรือ LIM ไปทำการทดสอบ Serology (ส่งไปวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)

5. วิเคราะห์ *Staphylococcus aureus*

- 5.1 ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติมสารละลาย Buffer peptone water ลงไปปริมาตร 450 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ stomacher นาน 2 นาที
- 5.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase soy broth with 10% NaCl โดยใส่ความเจือจางละ 3 หลอด ๆ ละ 1 มิลลิลิตร ทำอย่างน้อย 3 ความเจือจางที่ต่อเนื่องกัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
- 5.3 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอด TSB มา streak ลงบนผิวหน้าของ Baird-parker agar หรือ Mannitol salt egg yolk agar (MS-EY) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง
- 5.3.1 การอ่านผล สังเกตลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* บน MS-EY ซึ่งจะมีโคโลนีสีขาวเหลืองขนาดเล็กและมีบริเวณทึบแสง (opaque zone) สีขาวเหลืองรอบ ๆ โคโลนี ส่วนบน Baird-Parker medium จะมีโคโลนีกลม ขอบเรียบ ขนาด 2 - 3 มิลลิลิตร สีเทาหรือสีเทาดำ โดยสีที่ขอบโคโลนีจะอ่อนกว่าสีที่ตรงกลางโคโลนี รอบ ๆ โคโลนีโซนทึบแสงที่ล้อมรอบด้วยโซนใสอีกชั้นหนึ่ง เมื่อแตะโคโลนีด้วยเข็มเข็มจะมึนลักษณะเป็นเมือกเหนียว เล็กโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวไปทำการทดสอบ coagulase test
- 5.3.2 การทดสอบ Coagulase test นำโคโลนีที่สงสัยว่าจะเป็น *S. aureus* มาเลี้ยงใน Brain heart infusion broth (BHI) ปริมาตร 0.2 - 0.3 มิลลิลิตร และเติม Rabbit plasma ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง นำมาตรวจดูผลการแข็งตัว (clot) ทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยการแข็งตัวต้องเกิดภายใน 4 - 6 ชั่วโมง จึงจะถือว่าผลเป็นบวก
- 5.3.3 รายงานผลโดยนับจำนวนหลอดของแต่ละความเจือจางที่พบลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* และให้ผล Coagulase test เป็นบวกไปเปรียบเทียบกับตาราง MPN ที่กำหนดจะได้ค่าซึ่งคำนวณเป็น MPN ของ *S. aureus* ต่อกรัมของตัวอย่าง

6. วิเคราะห์ *Clostridium perfringens*

6.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติมสารละลาย Phosphate buffer (PB) ลงไปปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นตัวอย่างผสมให้เข้ากันโดยใช้ Stomacher

6.2 ปิ่บตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มี Phosphate buffer จำนวน 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ

6.3 เท TSC agar ที่ไม่ได้ผสม Egg Yolk (EY) 6 - 7 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ เมื่ออุ่นแข็งตัวให้ปิ่บตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อแล้วเท TSC agar ที่ไม่ได้ผสม EY 15 มิลลิลิตร ปิดทับผิวหน้า แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 20 - 24 ชั่วโมงใน anaerobic jar โคโลนีของ *Clostridium perfringens* จะมีจุดสีดำตรงกลาง และมีโซนขุ่นล้อมรอบ ขนาดประมาณ 2 - 4 มิลลิเมตร นับจำนวน *Clostridium perfringens* จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 20 - 300 โคโลนี แล้วหาผลเฉลี่ยต่อน้ำหนัก 1 กรัมของอาหาร

6.4 การทดสอบยืนยัน ทำโดยถ่ายเชื้อที่มีลักษณะเฉพาะของ *Clostridium perfringens* จาก TSC มาเลี้ยงใน Thioglycollate broth แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส นาน 18 - 24 ชั่วโมง

6.4.1 stab ลง Motility nitrate medium บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง *Clostridium perfringens* ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการเจริญจะเกิดเฉพาะตามรอยแทงของลูปเท่านั้น การทดสอบความสามารถในการรีดิวส์ไนเตรทให้เป็นไนไตรท์โดยใช้ทำปฏิกิริยากับน้ำยาทดสอบจะให้สีแดง ในกรณีที่ทดสอบครั้งแรกได้ผลลบให้บ่มเชื้ออีกหลอดหนึ่งต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบซ้ำ

6.4.2 stab ลง Lactose gelatin medium บ่มที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง *Clostridium perfringens* สามารถเฟอร์เมนต์แลคโตส เกิดฟองก๊าซและมีกรดเกิดขึ้น ทำให้อาหารเปลี่ยนจากสีแดงเป็นเหลืองและมีเอนไซม์ย่อยเจลาตินได้ ทดสอบโดยแช่หลอดในน้ำแข็งประมาณ 30 นาที เจลาตินที่ถูกย่อยสลายแล้วจะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง

7. วิเคราะห์ *Clostridium botulinum*

7.1 ชั่งตัวอย่าง 2.0 ± 0.1 กรัม ใส่ในหลอด Cooked meat medium (CMM) 10 มิลลิลิตร จำนวน 4 หลอด (CMM ที่ผ่านการไล่อากาศ โดยการต้มให้เดือด แล้วทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ

ห้อง) โดยวิธี aseptic technique ค่อย ๆ เท 2% agar ทับที่ผิวหน้าอาหาร เพื่อให้เกิดสภาวะไม่มีอากาศ

7.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 - 5 วัน จำนวน 2 หลอด (ตรวจ Putrefactive anaerobic bacteria) และบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (Thermophilic anaerobic bacteria) จำนวน 2 หลอด

7.3 ตรวจสอบผลโดยหลอดที่ให้ผลบวก อาหารเลี้ยงเชื้อจะพุ่ง ขึ้นเนื้อจะถูกย่อยจนและยุ่ย เกิดก๊าซดันขึ้นให้ลอยขึ้น เมื่อคิบบ้วนออก จะมีกลิ่นเหม็น

7.4 เชื้อเชื้อหลอดอาหาร CMM ที่ให้ผลบวก มาลงในอาหาร Nutrient agar ให้ได้โคโลนีที่บริสุทธิ์

7.5 นำโคโลนีที่บริสุทธิ์จากข้อ 9.4 มาย้อมแกรม ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ถ้าเป็นเชื้อในกลุ่ม Anaerobic bacteria (ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น *Clostridium thermosaccharolyticum* และ *Clostridium*

8. วิเคราะห์ *Vibrio cholerae*

8.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธี aseptic technique เติม Alkaline peptone water (APW) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นตัวอย่างผสมให้เข้ากันด้วย stomacher นาน 1 - 2 นาที

8.2 นำสารละลายตัวอย่างที่ได้จากข้อ 1 ไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

8.3 ใช้ loop ถ่ายเชื้อจากเฉพาะบริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ APW ในข้อ 2 มา streak ลงบนผิวหน้าที่แห้งของอาหารเลี้ยงเชื้อ Thiosulfate citrate bile salts sucrose agar (TCBS) ถ้าตัวอย่างเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้ว เช่น การแช่แข็ง การลวก การรมควัน เป็นต้น หลังจากถ่ายเชื้อลงบน TCBS แล้วให้นำ APW ไปบ่มต่ออีกจนครบ 18 - 24 ชั่วโมง แล้วถ่ายเชื้อลงบน TCBS อีก 1 ชุด บ่มจนเพาะเชื้อ TCBS ทั้ง 2 ชุดที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส นาน 18 - 24 ชั่วโมง

8.4 การอ่านผล *V. cholerae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS จะมีโคโลนีสีเหลืองใส ตรงกลางโคโลนีพุ่งเล็กน้อย ลักษณะโคโลนีค่อนข้างแบนเรียบ ขอบโคโลนีเรียบ ขนาดค่อนข้างใหญ่ โดย *Vibrio* spp. ส่วนใหญ่สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS ได้และให้ลักษณะโคโลนีสีเขียวหรือเหลืองขึ้นอยู่กับชนิดของ *Vibrio* โดยชนิดที่ให้ลักษณะโคโลนีสีเขียว เช่น *V. mimicus*, *V. parahaemolyticus*

9. วิเคราะห์ *Escherichia coli* 0157:H7

9.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) แล้วเติมสารละลาย Modified Trypticase soy broth & Novobiocin broth (mTSB&N) หรือ Modified EC broth & Novobiocin (mEC&N) ลงไปปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นตัวอย่าง นาน 1 - 2 นาที

9.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง

9.3 ใช้ Loop ถ่ายเชื้อจาก mTSB&N หรือ mEC&N มา streak บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Cefexime tellurite added sorbitol MacConkey agar (CT-SMAC) และ Sorbitol MacConkey agar (SMAC) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

9.4 เลือกลักษณะโคโลนีของ *E. coli* 0157:H7 บน CT-SMAC ซึ่งมีลักษณะโคโลนีใส มีจุดที่บอยู่ตรงกลาง ส่วนบน SMAC จะมีลักษณะโคโลนีใสไม่มีสี กลม นูน มีจุดที่บอยู่ตรงกลาง นำมา streak บน pre-dry Nutrient agar (NA) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 -37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง

9.5 การทดสอบยืนยัน *E. coli* 0157:H7 ทำโดย ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี IMVIC test ดังนี้ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSI agar เกิด slant+, butt+ และอาจสร้างก๊าซ H₂S หรือไม่ก็ได้ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ LIM ให้ผลทดสอบเป็น Lysine + Indole+ Motility -

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงผลการทดลองและตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑1 ผลผลิตของการผลิตซูริมิจากปลาดุกอุยเทศ ขนาด 300 - 400 กรัม
ต่อตัวโดยการเปรียบเทียบการล้างเนื้อปลา 1 ครั้งและ 2 ครั้ง

ขั้นตอนการผลิต	ล้าง 1 ครั้ง		ล้าง 2 ครั้ง	
	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ผลผลิต (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ผลผลิต (ร้อยละ)
ปลาดุกสดทั้งตัว	355.66	100	210.23	100
เนื้อปลา หลังตัดหัว ควักไส้	242.19	68.09	135.15	64.29
เนื้อปลาสดหลังผ่าน Deboning	165.12	46.43	92.3	43.90
เนื้อปลาสดผ่านการล้างและบีบน้ำออก	81.50	22.92	44	20.93
เนื้อปลาสดผ่าน straining	72.10	20.27	39.05	18.57
เนื้อปลาสดหลังผสม (2.5 % น้ำตาล 2.5% โซรบีทอล 0.1% โซเดียมโพลิฟอสเฟต 0.1% โซเดียมไพโรฟอสเฟต)	76.40	21.48	41.8	19.88

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง (n = 2)

ตารางผนวกที่ ๖2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาดุกอุยเทศและซูริมิจากปลาดุกอุยเทศ

ลักษณะทดสอบ	SOV	Df	SS	MS	F
ความชื้น	ปริมาณ	2	81.653	40.827	61.833**
	Error	15	9.904	0.660	
โปรตีน	ปริมาณ	2	65.835	32.918	52.403**
	Error	15	9.422	0.628	
ไขมัน	ปริมาณ	2	20.323	10.162	15.778**
	Error	15	9.660	0.644	
เถ้า	ปริมาณ	2	1.112	0.556	68.412**
	Error	15	0.122	8.127E-03	

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการทดสอบทางกายภาพของซูริมิ-ปลาตุ๋นเทศที่แปรการล้างเนื้อปลา 1 ครั้งกับ 2 ครั้ง และการให้ความร้อนแบบสองครั้งและครั้งเดียว

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ความเหนียว (gel strength, g.cm)	การล้าง	1	210.456	210.456	0.186 ^{ns}
	อุณหภูมิ	2	44584.560	22292.280	19.746 ^{**}
	การล้างxอุณหภูมิ	2	7523.213	3761.606	3.332 ^{ns}
	Error	18	20321.454	1128.970	
ความขาว (whiteness)	การล้าง	1	2.870E-02	2.870E-02	0.562 ^{ns}
	อุณหภูมิ	2	0.125	6.247E-02	1.222 ^{ns}
	การล้างxอุณหภูมิ	2	0.143	7.172E-02	1.403 ^{ns}
	Error	18	0.920	5.112E-02	

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส
ของไส้กรอกปลาจากซูริมิปลาอุกอุยเทศ จำนวน 3 สูตร

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	19	21.067	1.109	4.880**
	treatment	2	2.700	1.350	5.942**
	Error	38	8.633	0.227	
สี	ผู้ทดสอบ	19	15.933	0.839	6.416**
	treatment	2	3.033	1.517	11.604**
	Error	38	4.967	0.131	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	19	27.733	1.460	3.496**
	treatment	2	12.133	6.067	14.529**
	Error	38	15.867	0.418	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	19	41.919	2.206	3.737**
	treatment	2	0.233	0.117	0.198 ^{ns}
	Error	38	22.433	0.590	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	19	29.333	1.544	2.369*
	treatment	2	3.900	1.950	2.992 ^{ns}
	Error	38	24.767	0.652	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	19	14.400	0.758	2.198*
	treatment	2	0.233	0.117	0.338 ^{ns}
	Error	38	13.100	0.345	

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ๕ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย T-test ของคุณภาพทางเคมีและกายภาพของ
ไส้กรองชุกริมผสมเครื่องแกง โดยวิธีการผลิตเครื่องแกงแบบเปียกกับแบบ
แห้งในส่วนผสม

ลักษณะทดสอบ	T-test for Equality of Means		
	t	df	Sig (2-tailed)
ความชื้น	5.739	6	0.001**
ค่าสี L*	3.111	22	0.005**
a*	-2.099	22	0.048*
b*	1.687	22	0.106 ^{ns}
ความเหนียว	-3.974	14	0.001**

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ๖ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย T-test ของลักษณะทดสอบทางประสาทสัมผัสของ
ไส้กรองชุกริมผสมเครื่องแกง โดยวิธีการผลิตเครื่องแกงแบบเปียกกับแบบ
แบบแห้งในส่วนผสม

ลักษณะทดสอบ	T-test for Equality of Means		
	T	Df	Sig (2-tailed)
ลักษณะปรากฏ	-0.447	38	0.657 ^{ns}
สี	-1.453	38	0.154 ^{ns}
กลิ่น	-0.565	38	0.575 ^{ns}
รสชาติ	0.000	38	1.000 ^{ns}
เนื้อสัมผัส	-4.819	38	0.000**
ความชอบรวม	-3.199	38	0.003**

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของลักษณะทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูรมีผสมเครื่องแกง ที่ผลิตโดยอัตราส่วนหมูรมีต่อเครื่องแกง ระดับ 100: 30 100: 40 และ 100: 50

ลักษณะทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	19	8.333	0.439	4.310**
	treatment	1	2.800	1.400	13.759**
	Error	38	3.867	0.102	
สี	ผู้ทดสอบ	19	8.317	0.438	3.590**
	treatment	1	2.033	1.017	8.338**
	Error	38	4.633	0.122	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	19	7.650	0.403	4.135**
	treatment	1	6.300	3.150	32.351**
	Error	38	3.700	9.737E-02	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	19	5.650	0.297	1.119 ^{ns}
	treatment	1	1.900	0.950	3.574*
	Error	38	10.100	0.266	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	19	2.317	0.122	1.275 ^{ns}
	treatment	1	3.033	1.517	15.862**
	Error	38	3.633	9.561E-02	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	19	3.600	0.189	1.846 ^{ns}
	treatment	1	2.100	1.050	10.231**
	Error	38	3.900	0.103	

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ๖8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของไส้กรอกซูริมีผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและ
สภาวะ สุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็น
อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	SOV	Df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	11	24.591	2.236	10.072**
	อุณหภูมิ(A)	1	2.604E-03	2.604E-03	0.012 ^{ns}
	สภาวะการบรรจุ(B)	1	2.604E-03	2.604E-03	0.012 ^{ns}
	A x B	1	0.128	0.128	0.575
	Error	369	81.898	0.222	
สี	ผู้ทดสอบ	11	34.208	3.110	8.936**
	อุณหภูมิ(A)	1	0.167	0.167	0.479 ^{ns}
	สภาวะการบรรจุ(B)	1	0.375	0.375	1.078 ^{ns}
	A x B	1	0.167	0.167	0.479 ^{ns}
	Error	369	128.417	0.348	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	11	40.187	3.653	10.026**
	อุณหภูมิ(A)	1	0.844	0.844	2.316 ^{ns}
	สภาวะการบรรจุ(B)	1	4.167E-02	4.167E-02	0.114 ^{ns}
	A x B	1	9.375E-02	9.375E-02	0.257 ^{ns}
	Error	369	134.458	0.364	

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ลักษณะทดสอบ	SOV	Df	SS	MS	F
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	11	24.719	2.247	4.351**
	อุณหภูมิ(A)	1	1.042E-02	1.042E-02	0.020 ^{ns}
	สถานะการบรรจุ(B)	1	0.167	0.167	0.323 ^{ns}
	A x B	1	0.167	0.167	0.323 ^{ns}
	Error	369	190.594	0.517	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	11	12.771	1.161	2.890**
	อุณหภูมิ(A)	1	1.760	1.760	4.382*
	สถานะการบรรจุ(B)	1	4.167E-02	4.167E-02	0.104 ^{ns}
	A x B	1	0.510	0.510	1.270 ^{ns}
	Error	369	148.250	0.402	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	11	20.490	1.863	4.581**
	อุณหภูมิ(A)	1	0.844	0.844	2.075 ^{ns}
	สถานะการบรรจุ(B)	1	0.260	0.260	0.640 ^{ns}
	A x B	1	9.375E-02	9.375E-02	0.231 ^{ns}
	Error	369	150.052	0.407	

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ ๑๑ ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ค่าสี และค่าความเหนียวของไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ และสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ $4 - 10$ องศาเซลเซียส

คุณภาพทางกายภาพ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		0°ซ บรรยากาศปกติ	0°ซ สุญญากาศ	4-10°ซ บรรยากาศปกติ	4-10°ซ สุญญากาศ
วอเตอร์แอกติวิตี ^{1/}	0	0.976 ^{cdef} ± 0.01	0.970 ^{defg} ± 0.01	0.970 ^{defg} ± 0.01	0.976 ^{cdef} ± 0.01
	1	1.000 ^a ± 0.00	0.983 ^{bcd} ± 0.01	0.993 ^{ab} ± 0.00	0.986 ^{bc} ± 0.01
	2	1.000 ^a ± 0.00	0.983 ^{bcd} ± 0.01	0.980 ^{bcd} ± 0.01	0.976 ^{cdef} ± 0.01
	3	0.973 ^{cdefg} ± 0.01	0.973 ^{defg} ± 0.00	1.000 ^a ± 0.00	0.983 ^{bcd} ± 0.01
	4	0.976 ^{cdefg} ± 0.01	0.970 ^{defg} ± 0.00	0.973 ^{cdefg} ± 0.01	0.983 ^{bcd} ± 0.01
	5	0.966 ^{efgh} ± 0.01	0.960 ^{fgh} ± 0.01	0.946 ^j ± 0.01	0.966 ^{efgh} ± 0.01
	6	0.970 ^{defg} ± 0.00	0.963 ^{ghi} ± 0.01	0.950 ^{ij} ± 0.01	0.953 ^{hij} ± 0.01
	7	0.970 ^{defg} ± 0.00	0.963 ^{fgh} ± 0.01	0.960 ^{ghi} ± 0.00	0.980 ^{bcd} ± 0.01
ค่าความสว่าง ^{2/} (L*)	0	60.10 ^{cdefgh} ± 0.91	60.39 ^{bdefg} ± 0.92	60.49 ^{bcd} ± 0.64	59.80 ^{defghi} ± 1.55
	1	61.21 ^{abc} ± 0.21	58.74 ^{ijk} ± 1.23	59.51 ^{defghij} ± 1.35	59.95 ^{cdefghi} ± 0.99
	2	60.32 ^{cdefgh} ± 0.57	58.03 ^k ± 0.22	59.06 ^{hijk} ± 0.77	59.14 ^{ghijk} ± 0.55
	3	59.74 ^{defghi} ± 0.92	60.82 ^{bcd} ± 0.55	59.77 ^{defghi} ± 0.69	60.65 ^{bcd} ± 1.15
	4	60.42 ^{bcd} ± 1.19	59.41 ^{efghij} ± 0.57	60.18 ^{cdefgh} ± 0.66	59.70 ^{defghi} ± 0.53
	5	60.71 ^{bcd} ± 0.53	58.36 ^{jk} ± 0.91	59.40 ^{efghij} ± 1.45	59.31 ^{fghij} ± 0.43
	6	62.19 ^a ± 1.34	60.82 ^{bcd} ± 1.46	60.66 ^{bcd} ± 1.64	61.67 ^{ab} ± 0.45
	7	61.66 ^{ab} ± 0.38	59.79 ^{defghi} ± 0.66	58.69 ^{ijk} ± 0.84	60.53 ^{bcd} ± 1.36

ตารางผนวกที่ ๑๑ (ต่อ)

คุณภาพทาง กายภาพ	อายุการเก็บ รักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		0°ซ บรรยากาศ ปกติ	0°ซ สุญญากาศ	4-10°ซ บรรยากาศ ปกติ	4-10°ซ สุญญากาศ
ค่าสีแดง ^{3/} (-)เขียว (a*)	0	13.43 ^{efghi} $\pm$ 0.43	13.60 ^{efgh} $\pm$ 0.65	13.55 ^{efgh} $\pm$ 0.13	13.78 ^{bcdefgh} $\pm$ 0.67
	1	12.44 ^k $\pm$ 0.59	14.15 ^{bcdefgh} $\pm$ 1.08	13.47 ^{efgh} $\pm$ 1.37	13.32 ^{ghij} $\pm$ 0.69
	2	13.29 ^{ghij} $\pm$ 0.74	13.83 ^{bcdefgh} $\pm$ 0.29	14.07 ^{bcdefgh} $\pm$ 0.82	13.66 ^{defgh} $\pm$ 0.70
	3	13.56 ^{efgh} $\pm$ 0.75	13.97 ^{bcdefgh} $\pm$ 0.37	13.39 ^{efghi} $\pm$ 0.41	13.67 ^{defgh} $\pm$ 0.32
	4	14.07 ^{bcdefgh} $\pm$ 0.64	14.57 ^{abc} $\pm$ 0.37	13.98 ^{bcdef} $\pm$ 0.40	14.46 ^{abcde} $\pm$ 0.61
	5	12.62 ^{ijk} $\pm$ 0.67	14.49 ^{abcdef} $\pm$ 0.68	13.99 ^{bcdef} $\pm$ 0.96	13.90 ^{bcdefgh} $\pm$ 0.39
	6	13.31 ^{ghij} $\pm$ 0.34	14.24 ^{abcdef} $\pm$ 0.32	13.72 ^{cdefgh} $\pm$ 0.65	12.97 ^{hijk} $\pm$ 0.67
	7	12.56 ^{jk} $\pm$ 0.50	15.00 ^a $\pm$ 0.33	14.64 ^{ab} $\pm$ 0.60	14.04 ^{bcdefgh} $\pm$ 0.52
ค่าสีเหลือง ^{4/} (-)น้ำเงิน (b*)	0	38.45 ^{abcde} $\pm$ 1.16	38.29 ^{abcdef} $\pm$ 1.51	37.91 ^{abcdefgh} $\pm$ 0.82	38.21 ^{abcdrfgh} $\pm$ 0.59
	1	38.18 ^{abcdefgh} $\pm$ 0.84	36.78 ^{gh} $\pm$ 0.53	37.45 ^{cdefgh} $\pm$ 0.40	37.83 ^{abcdefgh} $\pm$ 1.30
	2	37.77 ^{abcdefgh} $\pm$ 0.79	36.77 ^{gh} $\pm$ 0.73	37.18 ^{defgh} $\pm$ 0.53	37.12 ^{defgh} $\pm$ 0.53
	3	36.94 ^{efgh} $\pm$ 1.22	38.40 ^{abcde} $\pm$ 0.44	36.06 ^h $\pm$ 1.02	37.12 ^{efgh} $\pm$ 1.57
	4	37.98 ^{abcdefgh} $\pm$ 0.75	37.67 ^{bcdefgh} $\pm$ 1.17	37.09 ^{efgh} $\pm$ 0.68	37.78 ^{abcdefgh} $\pm$ 1.06
	5	38.58 ^{abcd} $\pm$ 1.20	39.01 ^{ab} $\pm$ 1.48	38.79 ^{abc} $\pm$ 1.51	38.14 ^{abcdefgh} $\pm$ 1.11
	6	37.25 ^{defgh} $\pm$ 1.39	38.95 ^{ab} $\pm$ 1.40	37.47 ^{cdefgh} $\pm$ 1.24	36.85 ^{efgh} $\pm$ 0.79
	7	37.83 ^{abcdefgh} $\pm$ 0.51	39.14 ^a $\pm$ 0.62	38.49 ^{ab} $\pm$ 1.06	38.82 ^{abc} $\pm$ 1.04

ตารางผนวกที่ ๑๑ (ต่อ)

คุณภาพทาง กายภาพ	อายุการ เก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		0°ซ บรรยากาศ ปกติ	0°ซ สุญญากาศ	4-10°ซ บรรยากาศ ปกติ	4-10°ซ สุญญากาศ
ค่าความ เหนียว ^{5/} (gel strength)	0	179.18 ^{ab} $\pm$ 7.66	172.02 ^{ab} $\pm$ 23.28	179.93 ^{ab} $\pm$ 8.46	170.24 ^{ab} $\pm$ 23.08
	1	176.08 ^{ab} $\pm$ 10.75	161.56 ^{ab} $\pm$ 2.52	172.18 ^{ab} $\pm$ 23.78	185.33 ^{ab} $\pm$ 24.55
	2	179.51 ^{ab} $\pm$ 13.25	178.21 ^{ab} $\pm$ 37.47	175.30 ^{ab} $\pm$ 22.25	161.13 ^{ab} $\pm$ 27.98
	3	185.21 ^{ab} $\pm$ 18.43	195.42 ^a $\pm$ 31.56	174.53 ^{ab} $\pm$ 21.87	178.32 ^{ab} $\pm$ 63.60
	4	173.10 ^{ab} $\pm$ 34.05	182.35 ^{ab} $\pm$ 23.92	166.40 ^{ab} $\pm$ 6.95	169.30 ^{ab} $\pm$ 24.97
	5	186.04 ^{ab} $\pm$ 19.06	185.05 ^{ab} $\pm$ 23.92	153.14 ^{ab} $\pm$ 31.60	167.38 ^{ab} $\pm$ 6.73
	6	193.98 ^a $\pm$ 32.44	196.33 ^a $\pm$ 13.42	159.90 ^{ab} $\pm$ 68.34	173.31 ^{ab} $\pm$ 9.54
	7	184.42 ^{ab} $\pm$ 22.73	181.08 ^{ab} $\pm$ 11.71	149.45 ^b $\pm$ 23.15	157.23 ^{ab} $\pm$ 22.95

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษร (a,b,c,...k) ต่างกัน โดยทุกค่าเปรียบเทียบกับกันทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{1/} ^{2/} ^{3/} ^{4/} ^{5/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง (n = 3, n = 6, n = 6, n = 6, n = 4) ตามลำดับ

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการทดสอบทางกายภาพของ
 ไม้กรอกซูริมผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะ
 สุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ
 4 – 10 องศาเซลเซียส

ลักษณะทดสอบ	SOV	Df	SS	MS	F
ค่าวอเตอร์	อุณหภูมิ(A)	1	3.750E-05	3.750E-05	0.183 ^{ns}
แอกติวิตี	สภาวะการบรรจุ(B)	1	1.500E-04	1.500E-04	0.734 ^{ns}
(a _w)	A x B	1	9.375E-04	9.375E-04	4.586*
	Error	92	1.881E-02	2.044E-04	
ค่าความสว่าง	อุณหภูมิ(A)	1	3.347	3.347	2.332 ^{ns}
(L*)	สภาวะการบรรจุ(B)	1	9.192	9.192	6.405*
	A x B	1	31.533	31.533	21.972*
	Error	188	269.814	1.435	
ค่าสีแดง	อุณหภูมิ(A)	1	0.430	0.430	0.794 ^{ns}
(-)เขียว	สภาวะการบรรจุ(B)	1	10.873	10.873	20.064**
(a*)	A x B	1	17.095	17.095	31.544**
	Error	188	101.881	0.542	

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ลักษณะทดสอบ	SOV	Df	SS	MS	F
ค่าสีเหลือง	อุณหภูมิ(A)	1	6.049	6.049	4.190*
(-) น้ำเงิน	สภาวะการบรรจุ(B)	1	2.262	2.262	1.567 ^{ns}
(b*)	A x B	1	7.130E-02	7.130E-02	0.049 ^{ns}
	Error	188	271.397	1.444	
ค่าความเหนียว	อุณหภูมิ(A)	1	5859.843	5859.843	10.669**
(gel strength)	สภาวะการบรรจุ(B)	1	82.722	82.722	0.151 ^{ns}
	A x B	1	168.728	168.728	0.307 ^{ns}
	Error	124	68108.227	549.260	

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ 11 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณค่า-
ที่ระเหยได้ทั้งหมด ความเป็นกรด-เบส กรดไทโอโบทริก และเปอร์ออกไซด์
ของไส้กรอกสุริยผสมเครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและ
สภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็น
อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางเคมี	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}			
		0°C บรรยากาศ ปกติ	0°C สุญญากาศ	4-10°C บรรยากาศ ปกติ	4-10°C สุญญากาศ
ความชื้น (ร้อยละ)	0	67.82 ^{efghi} ± 0.05	67.55 ^{hijk} ± 0.26	67.61 ^{ghijk} ± 0.29	67.79 ^{efghi} ± 0.14
	1	68.75 ^{ab} ± 0.10	68.10 ^{defg} ± 0.39	68.22 ^{cdef} ± 0.10	67.53 ^{hijk} ± 0.39
	2	68.16 ^{cdef} ± 0.03	67.88 ^{efgh} ± 0.03	67.93 ^{efgh} ± 0.09	67.28 ^{ijkl} ± 0.01
	3	67.55 ^{hijk} ± 0.26	66.76 ^{mn} ± 0.25	67.78 ^{efghij} ± 0.35	66.45 ⁿ ± 0.32
	4	68.04 ^{defgh} ± 0.60	67.55 ^{hij} ± 0.48	67.79 ^{efghi} ± 0.12	67.04 ^{lm} ± 0.44
	5	68.48 ^{abcd} ± 0.11	67.26 ^{kl} ± 0.07	68.48 ^{abcd} ± 0.12	68.61 ^{abc} ± 0.11
	6	68.80 ^a ± 0.07	66.99 ^{lm} ± 0.20	67.55 ^{hijk} ± 0.17	68.41 ^{abcd} ± 0.15
	7	68.60 ^{abc} ± 0.27	67.37 ^{ijkl} ± 0.42	68.29 ^{bcd} ± 0.06	67.14 ^{klm} ± 0.31
ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (มก./100 ก.)	0	20.15 ⁱ ± 0.02	20.21 ⁱ ± 0.08	20.03 ⁱ ± 0.21	20.29 ⁱ ± 0.23
	1	21.29 ⁱ ± 0.01	21.68 ⁱ ± 0.65	20.26 ^j ± 0.87	19.95 ^j ± 0.32
	2	24.85 ^h ± 0.32	24.47 ^{gh} ± 0.33	24.28 ^{gh} ± 0.35	24.62 ^{gh} ± 0.55
	3	26.01 ^{ef} ± 0.28	24.22 ^{gh} ± 0.32	25.21 ^{fg} ± 0.01	25.82 ^{gh} ± 0.21
	4	26.69 ^{cde} ± 1.04	26.56 ^{de} ± 0.72	26.99 ^{bcd} ± 0.35	26.97 ^{bcd} ± 0.74
	5	27.27 ^{bcd} ± 0.81	27.91 ^b ± 0.32	27.40 ^{bcd} ± 1.37	27.37 ^{bcd} ± 0.73
	6	27.38 ^{bcd} ± 0.47	27.17 ^{bcd} ± 0.18	27.22 ^{bcd} ± 0.37	27.68 ^{bc} ± 0.38
	7	28.94 ^a ± 0.38	28.92 ^a ± 0.34	29.52 ^a ± 0.34	29.42 ^a ± 0.32

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

คุณภาพทางเคมี	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}			
		0°ซ บรรยากาศปกติ	0°ซ สุญญากาศ	4-10°ซ บรรยากาศปกติ	4-10°ซ สุญญากาศ
ความเป็นกรด-เบส	0	7.03 ^b $\pm$ 0.00	6.93 ^c $\pm$ 0.00	7.05 ^b $\pm$ 0.01	6.96 ^c $\pm$ 0.03
	1	7.05 ^b $\pm$ 0.01	7.08 ^a $\pm$ 0.01	7.09 ^a $\pm$ 0.00	7.10 ^a $\pm$ 0.01
	2	6.82 ^{de} $\pm$ 0.01	6.76 ^{fghi} $\pm$ 0.03	6.78 ^{fg} $\pm$ 0.01	6.78 ^{efg} $\pm$ 0.01
	3	6.79 ^{ef} $\pm$ 0.01	6.80 ^{ef} $\pm$ 0.00	6.78 ^{fg} $\pm$ 0.01	6.75 ^{ghij} $\pm$ 0.03
	4	6.62 ^m $\pm$ 0.04	6.66 ^{kl} $\pm$ 0.02	6.63 ^{lm} $\pm$ 0.00	6.67 ^k $\pm$ 0.02
	5	6.76 ^{ghij} $\pm$ 0.04	6.78 ^{fg} $\pm$ 0.01	6.74 ^{hij} $\pm$ 0.01	6.72 ^j $\pm$ 0.01
	6	6.73 ^{ij} $\pm$ 0.06	6.85 ^d $\pm$ 0.01	6.84 ^d $\pm$ 0.01	6.75 ^{ghij} $\pm$ 0.01
	7	6.82 ^{de} $\pm$ 0.01	6.79 ^{ef} $\pm$ 0.01	6.77 ^{fgh} $\pm$ 0.01	6.76 ^{fghi} $\pm$ 0.01
กรดไทโอบิฟูริก (มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมไขมัน)	0	0.85 ^q $\pm$ 0.01	0.86 ^q $\pm$ 0.02	0.87 ^q $\pm$ 0.01	0.84 ^q $\pm$ 0.04
	1	1.52 ^f $\pm$ 0.06	1.33 ^{hi} $\pm$ 0.07	1.43 ^g $\pm$ 0.06	0.97 ^p $\pm$ 0.08
	2	1.96 ^b $\pm$ 0.01	1.83 ^c $\pm$ 0.03	1.50 ^f $\pm$ 0.01	1.54 ^f $\pm$ 0.03
	3	1.66 ^c $\pm$ 0.01	1.35 ^h $\pm$ 0.00	1.63 ^c $\pm$ 0.06	1.75 ^d $\pm$ 0.00
	4	1.23 ^{jk} $\pm$ 0.03	1.21 ^{kl} $\pm$ 0.01	1.33 ^{hi} $\pm$ 0.02	1.14 ^{mn} $\pm$ 0.03
	5	1.08 ^o $\pm$ 0.02	1.07 ^o $\pm$ 0.02	1.16 ^{lm} $\pm$ 0.01	1.09 ^{no} $\pm$ 0.03
	6	1.32 ^{hi} $\pm$ 0.00	1.28 ^{ij} $\pm$ 0.01	1.23 ^{jk} $\pm$ 0.03	1.21 ^{kl} $\pm$ 0.01
	7	1.63 ^e $\pm$ 0.07	2.02 ^{ab} $\pm$ 0.03	2.04 ^a $\pm$ 0.01	1.72 ^d $\pm$ 0.01

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

คุณภาพทางเคมี	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{1/}			
		0°ซ บรรยากาศปกติ	0°ซ สุญญากาศ	4-10°ซ บรรยากาศปกติ	4-10°ซ สุญญากาศ
เปอร์-ออกไซด์ (มิลลิอิควิวาเลนต์ต่อกิโลกรัม)	0	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00
	1	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00
	2	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00	0.00 ^m $\pm$ 0.00
	3	2.83 ^l $\pm$ 0.01	5.22 ^h $\pm$ 0.07	2.66 ^l $\pm$ 0.53	3.26 ^k $\pm$ 0.01
	4	4.18 ^j $\pm$ 0.01	4.83 ⁱ $\pm$ 0.22	4.83 ⁱ $\pm$ 0.22	4.75 ⁱ $\pm$ 0.01
	5	5.49 ^{gh} $\pm$ 0.02	6.15 ^{cd} $\pm$ 0.02	5.70 ^{efg} $\pm$ 0.04	6.35 ^{bc} $\pm$ 0.31
	6	5.63 ^{fg} $\pm$ 0.01	6.59 ^b $\pm$ 0.40	6.06 ^{cde} $\pm$ 0.01	7.22 ^a $\pm$ 0.32
	7	5.86 ^{defg} $\pm$ 0.26	6.43 ^{bc} $\pm$ 0.05	5.91 ^{def} $\pm$ 0.60	7.16 ^a $\pm$ 0.53

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษร (a,b,c,...q) ต่างกัน โดยทุกค่าเปรียบเทียบกับกันทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง ($n = 3$)

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคุณภาพทางเคมีของไส้กรองซูริมผสม-
เครื่องแกงที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำ
แข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางเคมี	SOV	Df	SS	MS	F
ความชื้น (ร้อยละ)	อุณหภูมิ(A)	1	0.286	0.286	1.011 ^{ns}
	สภาวะการบรรจุ(B)	1	9.627	9.627	34.038**
	A x B	1	1.063	1.063	3.757*
	Error	92	26.020	0.283	
ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (มก./100 ก.)	อุณหภูมิ(A)	1	4.378E-02	4.378E-02	0.004 ^{ns}
	สภาวะการบรรจุ(B)	1	4.676E-02	4.676E-02	0.000 ^{ns}
	A x B	1	0.665	0.665	0.067 ^{ns}
	Error	92	914.505	9.940	
ความเป็นกรด-เบส	อุณหภูมิ(A)	1	1.001E-03	1.001E-03	0.053 ^{ns}
	สภาวะการบรรจุ(B)	1	1.584E-03	1.584E-03	0.084 ^{ns}
	A x B	1	4.401E-03	4.401E-03	0.232 ^{ns}
	Error	92	1.745	1.897E-02	

ตารางผนวกที่ ๑2 (ต่อ)

ลักษณะทดสอบ	SOV	Df	SS	MS	F
กรดไทโอเบคติก	อุณหภูมิ(A)	1	5.415E-02	5.415E-02	0.459 ^{ns}
(มิลลิกรัมมาโนลิตีไฮด์	สภาวะการบรรจุ(B)	1	0.147	0.147	1.249 ^{ns}
ต่อกลีโกลัมไขมัน)	A x B	1	3.604E-02	3.604E-02	0.306 ^{ns}
	Error	92	10.851	0.118	
เปอร์ออกไซด์	อุณหภูมิ(A)	1	4.335E-02	4.335E-02	0.005 ^{ns}
(มิลลิกรัมวาลেন্ট	สภาวะการบรรจุ(B)	1	7.249	7.249	0.903 ^{ns}
ต่อกลีโกลัม)	A x B	1	0.260	0.260	0.032 ^{ns}
	Error	92	738.564	8.028	

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของไส้กรอกสุริมิผสมเครื่องแกง ที่เก็บรักษาใน
สภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 ± 2 องศา
เซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)			
	0°ซ บรรยากาศ ปกติ	0°ซ สุญญากาศ	4-10°ซ บรรยากาศปกติ	4-10°ซ สุญญากาศ
0	1.5×10^2	1.3×10^2	1.5×10^2	1.7×10^2
1	7.0×10^1	8.5×10^1	8.0×10^1	6.0×10^1
2	1.2×10^2	7.0×10^1	6.5×10^1	8.5×10^1
3	3.0×10^1	4.5×10^1	4.0×10^1	8.0×10^1
4	1.5×10^1	8.5×10^1	3.9×10^2	1.5×10^1
5	2.5×10^1	4.5×10^1	9.5×10^3	2.2×10^2
6	1.2×10^2	1.0×10^2	1.0×10^4	8.0×10^1
7	8.5×10^2	2.5×10^2	1.6×10^4	6.0×10^2

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ของไส้กรอกซูริมิผสมเครื่องแกง ที่
เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ ในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ
 0 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส

คุณภาพด้านจุลชีว- วิทยา	SOV	Df	SS	MS	F
จุลินทรีย์ทั้งหมด	อุณหภูมิ(A)	1	1.380	1.380	3.521 ^{ns}
	สภาวะการบรรจุ(B)	1	0.734	0.734	1.872 ^{ns}
	A x B	1	0.983	0.983	2.509 ^{ns}
	Error	28	10.976	0.392	

หมายเหตุ ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$)