



กรรมวิธีการผลิตปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส  
Production of Intermediate Moisture Tuna in Seasoning Soy Sauce

เดือนใจ สิริพานะกุล  
Tuenjai Siripahanakul

Order Key.....20135  
BIB Key.....161237

เลขที่ TX819-A3S58  
เลขทะเบียน 0183 2542  
๕9 ก.ค. 2542

น. 2

วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
Master of Science Thesis in Food Technology  
Prince of Songkla University

2542

ชื่อวิทยานิพนธ์      กรรมวิธีการผลิตปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส  
ผู้เขียน              นางสาวเดือนใจ ศิริพานะกุล  
สาขาวิชา              เทคโนโลยีอาหาร

---

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

พงษ์ (2015) ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ ไสภโณดร )

พงษ์ (2015) ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ ไสภโณดร )

สุนิสา ศิริพงษ์ภูมิกร กรรมการ  
( อาจารย์สุนิสา ศิริพงษ์ภูมิกร )

สุนิสา ศิริพงษ์ภูมิกร กรรมการ  
( อาจารย์สุนิสา ศิริพงษ์ภูมิกร )

จักรี ทองเรือง กรรมการ  
( อาจารย์จักรี ทองเรือง )

จักรี ทองเรือง กรรมการ  
( อาจารย์จักรี ทองเรือง )

ก่องกาญจน์ อังสุภานิช กรรมการ  
( ดร. ก่องกาญจน์ อังสุภานิช )

อุตสาหกรรม จันทร์อำไพ กรรมการ  
( ดร. อุตสาหกรรม จันทร์อำไพ )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

ก้าน จันทร์พรหมมา

( รองศาสตราจารย์ ดร. ก้าน จันทร์พรหมมา )  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์      กรรมวิธีการผลิตปลาทุ่นความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส  
ผู้เขียน                นางสาวเดือนใจ ศิริพานะกุล  
สาขาวิชา              เทคโนโลยีอาหาร  
ปีการศึกษา            2541

### บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่นพันธุ์โอแถบสดแช่เยือกแข็งและที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ พบว่ามีกระบวนการผลิตที่เหมาะสมคือ แช่ขึ้นเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปต้มที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 และ 80 นาที ตามลำดับ บรรจุลงในถุงพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศและพาสเจอร์ไรซ์ให้อุณหภูมิถึงกลางขึ้นปลาเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที สูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่ได้รับการพัฒนาแล้วประกอบด้วย น้ำตาล ซอสถั่วเหลือง ส่วนผสมของเครื่องเทศ (กระเทียมหอมหัวใหญ่ และขิง อัตราส่วน 1:1:1) กลิเซอรอล น้ำส้มสายชู และน้ำ ร้อยละ 34 26 7 17 6 และ 10 ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทุ่นสดแช่เยือกแข็ง และร้อยละ 33 28 4 18 7 และ 10 ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทุ่นที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่นสดแช่เยือกแข็งทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีค่า Aw 0.90 พีเอช 5.28-5.31 ฮีสตามีน 10.42-10.77 พีพีเอ็ม ทีบีเอ 1.13-3.23 มก.มาโลนอัลดีไฮด์ต่อกก.ตัวอย่าง โปรตีนร้อยละ 47.01-49.16 ไขมันร้อยละ 3.22-5.22 เถ้าร้อยละ 6.31-6.52 เกลือร้อยละ 5.05 (น้ำหนักแห้ง) และความชื้นร้อยละ 45.30-45.47 ส่วนผลิตภัณฑ์จากปลาทุ่นที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีค่า Aw 0.81 พีเอช 5.14-5.19 ฮีสตามีน 3.14-3.24 พีพีเอ็ม ทีบีเอ 1.76-1.93 มก.มาโลนอัลดีไฮด์ต่อกก.ตัวอย่าง โปรตีนร้อยละ 44.54-44.97 ไขมันร้อยละ 0.46-0.52 เถ้าร้อยละ 6.95-7.17 เกลือร้อยละ 4.68-4.76 (น้ำหนักแห้ง) และความชื้นร้อยละ 39.73-39.92

ผลการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง  
ปรุงรสของผู้บริโภค 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับรวมในระดับชอบเล็กน้อย  
ถึงชอบปานกลาง สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และให้คะแนนการยอมรับ  
รวมในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วย  
ไอน้ำ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอส  
ถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งและที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและ  
ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณ  
โปรตีน ไขมัน เถ้า ฮีสตามีน กลีโค จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา *Staphylococcus aureus*  
*Clostridium botulinum* เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ยกเว้นปริมาณฮีสตามีน และจุลินทรีย์ทั้ง  
หมดในผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีปริมาณเพิ่มขึ้น  
ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง  
ปรุงรสจากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีความแน่น  
เนื้อเพิ่มสูงขึ้น กลิ่นคาวปลา และกลิ่นซอสเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนกลิ่นเครื่องเทศ ความ  
ฉ่ำและการยอมรับรวมลดลง สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบ  
ที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีสีคล้ำขึ้น กลิ่นหืนและความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ส่วนกลิ่น  
คาวปลา กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ ตลอดจนการยอมรับรวมลดลงเล็กน้อย

**Thesis Title**            Production of Intermediate Moisture Tuna in Seasoning Soy Sauce  
**Author**                    Miss Tuenjai Siripahanakul  
**Major Program**        Food Technology  
**Academic Year**        1998

### Abstract

The productions of intermediate moisture tuna in seasoning soy sauce using fresh frozen and precooked meat from skipjack tuna were studied. The proper process from those tuna meat fish was soaked in seasoning soy sauce at 4 °C for 12 h before cooking at 90±3 °c for 60 and 80 min, respectively, then vacuum packed in flexible plastic bag and pasteurized until the core temperature of tuna meat reached 60 °C for 15 min. The developed formulation of seasoning soy sauce consisted of sugar, soy sauce, the mixture of spices (garlic, onion and ginger in the ratio of 1:1:1), glycerol, vinegar and water in proportion 34, 26, 7, 17, 6, 7 and 10 %, respectively for fresh frozen tuna and 33, 28, 4, 18, 7 and 10%, respectively for precooked tuna.

Physical and chemical compositions of the pasteurized and non pasteurized products from fresh frozen tuna as well as precooked tuna were analyzed. It was found that Aw , pH, histamine, TBA, protein, lipid, ash, salt and moisture content of the product from fresh frozen tuna were 0.90, 5.28-5.31, 10.42-10.77 ppm, 1.13-3.23 mg malonaldehyde/kg, 47.01-49.16%, 3.22-5.22%, 6.31-6.52%, 5.05% dry weight and 45.30-45.47%, respectively. Where those values of the product from precooked tuna were 0.81 Aw , 5.14-5.19 pH, 3.14-3.24 ppm histamine, 1.76-1.93 mg malonaldehyde/kg in TBA, 44.54-44.97% protein, 0.46-0.52% lipid, 6.95-7.17% ash, 4.68-4.76% (dry weight) salt and 39.73-39.92% moisture content.

The overall acceptance of 100 general consumers for the products from fresh frozen tuna was in the range of like slightly to like moderately and for the products from precooked tuna was in the range of like moderately to like very much.

The quality changes in the pasteurized and non pasteurized intermediate moisture tuna in seasoning soy sauce from fresh frozen and precooked tuna during storage at ambient temperature for 90 days were carried out. It was found that protein, lipid, ash, histamine, salt, total viable count, yeast, fungi, *Staphylococcus aureus* and *Clostridium botulinum* in the products changed slightly, except in the non pasteurized product from fresh tuna in which the increase of histamine and total viable count were observed. The changes of sensory qualities were also examined. It was found that both pasteurized and non pasteurized products from frozen tuna had the firmness increased, fishy odor and sauce odor changed slightly whereas spice odor, juiciness and the overall acceptance decreased. In the case of the pasteurized and non pasteurized product from precooked tuna, the color, rancid odor and firmness were increased while fishy odor, sauce odor, spice odor and the overall acceptance were decreased slightly.

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ไพรัตน์ โสภโณดร ประธานกรรมการที่ปรึกษา  
อาจารย์สุนิสา ศิริพงศ์วุฒิมิกร และอาจารย์จักรี ทองเรือง กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำ  
แนะนำในการค้นคว้าวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและ  
ความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณ ดร. ก่องกาญจน์ อังสุภาณิช กรรมการ  
ผู้แทนคณะอุตสาหกรรมเกษตร ดร. อุตสาหกรรม จันทร์อำไพ กรรมการผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่  
กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนเงินทุนใน  
การวิจัย บริษัทโซติวิวัฒน์อุตสาหกรรมการผลิต จำกัด (มหาชน) ที่เอื้อเฟื้อเนื้อปลาทูน่าสดแช่  
เยือกแข็ง ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำร้อน และซอสถั่วเหลือง ขอขอบคุณนักศึกษา  
ปริญญาโททุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในงานวิจัยและทดสอบชิมผลิตภัณฑ์

และขอกราบขอบพระคุณคุณแม่และครอบครัว ด้วยความเคารพยิ่งที่ให้การสนับสนุน  
ทุนการศึกษาและกำลังใจในการศึกษา

เตือนใจ ศิริพานะกุล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(13)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	28
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	29
3 ผล และวิจารณ์	37
4 สรุป	99
เอกสารอ้างอิง	103
ภาคผนวก	120
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์	120
ภาคผนวก ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและแบบสำรวจการยอมรับ	136
ภาคผนวก ค. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	143
ภาคผนวก ง. ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	164
ภาคผนวก จ. คุณสมบัติของถุงพลาสติก	170
ประวัติผู้เขียน	171

## รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. การแยกชนิดของปลาตามปริมาณไขมันและโปรตีน	4
2. องค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสีขาวและกล้ามเนื้อดำของปลาทูน่า (กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)	5
3. ตัวอย่างอาหารความชื้นปานกลางที่เตรียมโดยการทำให้สมดุล	15
4. ส่วนประกอบของสารละลายที่ทำให้สมดุล	16
5. คุณสมบัติของโพลีเอทิลีน	19
6. ชนิดและวัตถุประสงค์การใช้โพลีเอทิลีนชนิดต่างๆ	20
7. ประเภทของอาหารความชื้นปานกลางที่มีการเสื่อมเสียโดยยีสต์ที่ทน ต่อแรงดันออสโมซิส	27
8. องค์ประกอบและคุณภาพของเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งและที่ผ่าน การนึ่งด้วยไอน้ำ	38
9. ผลของเวลาแช่และสัมผัสต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่า ที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ	40
10. ผลของเวลาแช่และสัมผัสต่อค่าสีและค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่ง ด้วยไอน้ำ	41
11. ผลของเวลาแช่และสัมผัสต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าสด แช่เยือกแข็ง	43
12. ผลของเวลาแช่และสัมผัสต่อค่าสี ค่า Aw และพีเอช ของผลิตภัณฑ์ ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าสด แช่เยือกแข็ง	44
13. ส่วนผสมของซอสถั่วเหลืองปรุงรส สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่าน การนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (ครั้งที่ 1)	46

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ (ครั้งที่ 1)	47
15. ค่าสี และค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ (ครั้งที่ 1)	48
16. ส่วนผสมของซอสถั่วเหลืองปรุงรส สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (ครั้งที่ 2)	49
17. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ (ครั้งที่ 2)	50
18. ค่าสี ค่า Aw และพีเอช ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ (ครั้งที่ 2)	49
19. ส่วนผสมของซอสถั่วเหลืองปรุงรส สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสด แซ่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	53
20. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสด แซ่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ	54
21. ผลการประเมินคุณภาพด้วยเครื่องมือ ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสด แซ่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ	53
22. ผลการเรียงลำดับความชอบ ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสดแซ่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B C และ E	55
23. ผลการประเมินคุณภาพด้วยเครื่องมือ ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสด แซ่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B C และ E	56
24. ความสำคัญของเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาในท้องตลาดของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	58

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
25. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนความชอบในปัจจุบันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทุ่น่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ	60
26. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนความชอบในปัจจุบันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทุ่น่าสดแช่เยือกแข็ง	62
27. ปริมาณเชื้อ <i>S. aureus</i> ที่รอดชีวิตจากการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	64
28. องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	69
29. ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่น่าสดแช่เยือกแข็งและปลาทุ่น่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	76
30. จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่น่าสดแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	78
31. จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่น่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	79
32. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทุ่น่าสดแช่เยือกแข็งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	85

### รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
33. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าที่ผ่าน การนึ่งด้วยไอน้ำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	86
34. การวิเคราะห์อันตรายและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	94
35. แนวทางการประกันคุณภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่าความขึ้น ปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	96

## รายการรูป

รูป	หน้า
1. ภาพแสดงความแตกต่างของกล้ามเนื้อสีขาว และกล้ามเนื้อสีดำ ปลาผิวน้ำ (ก) และปลาน้ำลึก (ข)	6
2. การเปลี่ยนแปลงความเหนียวของกล้ามเนื้อดำของปลาทูน่า เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ	8
3. ผลของสาร humectant (กลีเซอรอล 1,3 บิวทิลีนไกลคอล โพรพิลีนไกลคอล ซอร์บิทอล) ต่ออัตราการเกิดสื่อน้ำตาลของระบบที่มีการใช้เคซีน-กลูโคส ที่ระดับค่า $A_w$ (ก) และความชื้นต่างกัน (ข) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	22
4. ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอส ถั่วเหลืองปรุงรส	32
5. ค่าโครงปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ	42
6. ค่าโครงปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง	45
7. ค่าโครงปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (สูตรพัฒนา) จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ	51
8. ค่าโครงปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B C และ E	56
9. คะแนนการยอมรับเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากผู้บริโภค	59
10. ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	66

## รายการรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
11. ค่าที่บีบของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง ปรุงรสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	67
12. ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง ปรุงรสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	71
13. ค่า L (ก) ค่า a (ข) และค่า b (ค) ของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้น ปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่นำสดแช่เยือกแข็ง (■) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และ (▲) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษา	72
14. ค่า L (ก) ค่า a (ข) และค่า b (ค) ของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้น ปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทุ่นำที่ผ่านน้ำด้วยไอน้ำ (□) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษา	73
15. ค่า Water Activity ของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอส ถั่วเหลืองปรุงรสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	75
16. ผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (ก) จากปลาทุ่นำสดแช่เยือกแข็ง และ (ข) ที่ผ่านการน้ำด้วยไอน้ำ	88
17. กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอส ถั่วเหลืองปรุงรส	90

## บทที่ 1

### บทนำ

#### บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาการผลิตเพื่อการส่งออกมากขึ้น เพื่อให้สามารถส่งออกและแข่งขันกับประเทศคู่แข่งอื่น ๆ ได้ในตลาดโลก โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยมีการปรับปรุงและพัฒนาการผลิต โดยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิตบางขั้นตอน สามารถผลิตสินค้าได้คุณภาพดีจึงมีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในตลาดโลกและส่งออกทำรายได้ให้กับประเทศปีละประมาณกว่าแสนล้านบาท มูลค่าการส่งออกสินค้าอาหารของไทยมีการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นเกือบทุกปี โดยเฉพาะปี 2540 มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มจากปี 2539 คิดเป็นร้อยละ 20.74 อาหารทะเลแปรรูป ได้แก่ อาหารทะเลกระป๋อง อาหารทะเลแช่แข็ง อาหารทะเลตากแห้ง และอาหารทะเลแปรรูปอื่นๆ เป็นกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุด โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 70 ของหมวดสินค้าอาหาร ทำให้อาหารทะเลแปรรูปเป็นกลุ่มสินค้าอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยมีมูลค่าการส่งออก 102,336.7 ล้านบาท ในปี 2539 และ 128,329.20 ล้านบาท ในปี 2540 ตามลำดับ โดยส่งออกกุ้งสดแช่แข็งมากที่สุด รองลงมาได้แก่ กุ้งกระป๋อง ปลาหมึกสดแช่แข็ง เนื้อปลาสดแช่แข็งและปลาสดแช่แข็ง (กันตา จิตตั้งสมบุญ, 2541) ในช่วงเดือนมกราคม-ตุลาคม 2541 อาหารทะเลแปรรูปมีมูลค่าการส่งออกมากกว่าปี 2540 (นิรนาม, 2542 ง) โดยอาหารทะเลกระป๋องมีตลาดที่ส่งออกเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ อเมริกา ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกาฯ (นิรนาม, 2541 ค)

เมื่อดูจากสถิติและสถานการณ์การค้าระหว่างประเทศแล้ว ประเทศไทยยังมีศักยภาพทางด้านการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงและการส่งออกสูง แต่ผู้ผลิตและผู้ส่งออกทราบดีว่ายังคงมีปัญหาทางด้านการดำเนินธุรกิจอย่างต่อเนื่อง และต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ปัญหาเหล่านั้นพอสรุปได้คือ ปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาการกีดกันและการแข่งขันทางการค้า ปัญหาความล่าช้าในการขอใบรับรองและการตรวจสอบสินค้าปลายทาง (กฤษณา ไสภณพงษ์, 2535) กฎระเบียบการนำเข้าและการตรวจ

สอบคุณภาพ มาตรฐานสินค้าอาหาร (กันตนา จิตตั้งสมบรูณ์, 2541) ดังนั้นในอนาคตผู้ส่งออก  
สินค้าอาหารทะเลแช่แข็งและอาหารกระป๋องของไทย ควรเปลี่ยนแนวทางการผลิตมาพัฒนา  
ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปใหม่ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก ลดการแข่งขันทางการค้า เพิ่ม  
ส่วนแบ่งทางการตลาด และช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า อาหารทะเลแปรรูปที่มีแนวโน้มใน  
การส่งออกที่ดี ได้แก่ อาหารทะเลแช่แข็ง อาหารทะเลกึ่งสำเร็จรูป เช่น กุ้ง ปลาหมึก ปลาชุก  
แป้งทอด ทอดมันกุ้ง อาหารทะเลปรุงรสสำเร็จรูป เช่น อาหารทะเลปรุงรสแต่ยังไม่สุก และ  
อาหารทะเลสำเร็จรูป เช่น กุ้งเปรี้ยวหวาน ปลาทอด (กันตนา จิตตั้งสมบรูณ์, 2541) สำหรับ  
ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ในขณะนี้ได้มีการผลิตสินค้ารูปแบบใหม่ๆ เช่น ทูน่าอิตาเลียนสไตล์ ทูน่า  
ในมายองเนส ทูน่าในน้ำแกง และสลัดทูน่า เป็นต้น (กฤษฎณา โสภณพงษ์, 2535)

การพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสตัวเหลืองปรุงรส จึง  
เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าและส่วนแบ่งทางการตลาด รวมทั้งเป็นการเพิ่มความ  
หลากหลายของผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่า

## ตรวจเอกสาร

### 1. อุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่า

สินค้าสัตว์น้ำนับได้ว่าเป็นสินค้าอุตสาหกรรมที่นำเงินตราเข้าประเทศปีละหลายล้านบาท โดยเฉพาะปลาทูน่ากระป๋อง เป็นสินค้าที่มีความสำคัญต่อความเป็นผู้นำด้านการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำของไทย ในช่วงปี 2534 - 2537 สามารถนำรายได้เข้าประเทศไทยไม่ต่ำกว่าปีละ 13,000 ล้านบาท (กันตาคิจิตตั้งสมบุรณ์, 2537) และยังเป็นสินค้าที่ไทยส่งออกมากที่สุดในโลกอีกรายการหนึ่ง ในปี 2540 มีมูลค่าการส่งออก 17,338.6 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2539 ร้อยละ 40 (กันตาคิจิตตั้งสมบุรณ์, 2541) แต่ปริมาณปลาทูน่าที่จับได้ในน่านน้ำไทยซึ่งเป็นปลาขนาดเล็ก ได้แก่ ปลาโอดำ หรือปลาโอหม้อ ปลาโอลาย ปลาโอแกลบ ปลาโอหลอด และปลาโอแถบ โดยปลาโอแถบและปลาโอหลอดพบได้เฉพาะในเขตทะเลอันดามัน นอกจากนี้ยังพบปลาทูน่าครีบลีงในบางฤดูกาลเท่านั้น ทำให้ไม่เพียงพอแก่ความต้องการของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋องของไทย จำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าปลาทูน่าแช่แข็งจากต่างประเทศเกือบทั้งหมดคือ ประมาณร้อยละ 80-90 (นิรนาม, 2534 ก) แบ่งเป็นปลาโอแถบ ร้อยละ 90 ปลาทูน่าครีบลีงร้อยละ 8 และปลาทูน่าอัลบาคอร์ไม่เกินร้อยละ 2 (คณะทำงานศึกษาการประมงปลาทูน่า, 2534)

### 2. องค์ประกอบและคุณสมบัติของกล้ามเนื้อปลาทูน่า

ปลาทูน่าที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการผลิตปลาทูน่ากระป๋องส่วนใหญ่คือปลาโอแถบ ซึ่งมีชื่อสามัญคือ Skipjack Tuna ชื่อวิทยาศาสตร์ *Katsuwonus pelamis* ปลาโอแถบเป็นปลาผิวหนัง มีลำตัวค่อนข้างกลม ความยาวประมาณ 40-80 เซนติเมตร จัดเป็นปลาขนาดกลาง จำแนกได้ง่ายจากปลาชนิดอื่น เนื่องจากมีแถบยาวสีดำบนน้ำเงินและม่วงบริเวณลำตัวด้านท้องโดยเริ่มจากครีบลีงได้ท้องจนถึงบริเวณหาง บริเวณลำตัวด้านบนมีจุดสีดำเล็กๆ กระจายตลอดตามยาวของลำตัว ปลาชนิดนี้จัดเป็นปลาประเภทที่มีไขมันต่ำแต่มีโปรตีนสูงมาก (ตาราง 1)

ตาราง 1 การแยกชนิดของปลาตามปริมาณไขมันและโปรตีน

กลุ่ม	ชนิดของปลา	สายพันธุ์	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ
A	ไขมันต่ำ-โปรตีนสูง (ต่ำกว่า 5%)(15-20%)	Pacific cod <i>(Gadus macrocephalus)</i>	81.5	17.9	0.6	1.6
B	ไขมันปานกลาง-โปรตีนสูง (5-15%)(15-20%)	Mackerel <i>(Scomber scombrus)</i>	67.5	18	13	1.5
C	ไขมันสูง-โปรตีนต่ำ (มากกว่า 15%) (ต่ำกว่า 15%)	Siscowet lake trout <i>(Cristivomer namacushsiscowet)</i>	52.5	11.3	36.0	0.53
D	ไขมันต่ำ-โปรตีนสูงมาก (ต่ำกว่า 5%) (มากกว่า 20%)	Skipjack tuna <sup>1</sup> <i>(Katsuwonus pelamis)</i>	72.4	26.2	0.7	1.5
E	ไขมันต่ำ-โปรตีนต่ำ (ต่ำกว่า 5%)(ต่ำกว่า 5%)	Butter clams <i>(Saxidomus nuttalli)</i>	83.0	13.3	1.3	1.9

<sup>1</sup> วิเคราะห์เฉพาะในเนื้อขาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่น่าไปบรรจุกระป๋องเท่านั้น

ที่มา : ดัดแปลงจาก Stansby (1982)

สถาบันประมงแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา หรือ NFI (National Fisheries Institute) รายงานว่าปลาทูน่าได้รับความนิยมเป็นอาหารทะเลชั้นหนึ่งของผู้บริโภคในสหรัฐอเมริกา ตามด้วยกุ้ง ปลาสาลม้าพอลแลค และแซลมอน (ดิเรก ธรรมนิยม, 2537) เนื่องจากเนื้อปลาทูน่าเมื่อผ่านการต้มเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนที่จับเป็นก้อนระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อ จึงทำให้มีลักษณะเหนียว ยืดหยุ่น และเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีลักษณะเป็นเส้นเล็กๆ ผอมบาง (Hatae, et al., 1988 ; Hatae, et al., 1990) นอกจากนี้ยังพบว่าปลาทูน่าเป็นปลาที่มีอัตราการสลายตัวของสารประกอบอินโนซีนโมโนฟอสเฟต (Inosine monophosphate : IMP) ช้า คือใช้เวลานาน 21 วัน จึงช่วยให้ปลามีรสหวานและคงความสดไว้ได้นานกว่าปกติ (นงลักษณ์ สุทธิวิช, 2531) ผู้บริโภคตระหนักดีว่าปลาทูน่าเป็นอาหารที่มีราคาไม่แพงสามารถใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ประเภทอื่น และให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น มีองค์ประกอบของกรดไขมัน

ไม่อิ่มตัวพวก Docosahexaenoic acid : DHA และ Eicosapentaenoic acid : EPA มีส่วนช่วยลดระดับไขมัน เช่น ไตรกลีเซอไรด์ และความเข้มข้นของคลอเลสเตอรอลในกระแสเลือด และป้องกันโรคหัวใจ โดยไปยับยั้งการเกิดการจับตัวแข็งของเม็ดโลหิต (ประศาสตร์ พุทธระกูล, 2539) นอกจากนี้เนื้อปลาพุนายังประกอบด้วยไอโอดีน แคลเซียม และฟอสฟอรัสในระดับสูง

กล้ามเนื้อปลาพุนาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กล้ามเนื้อสีขาว (ordinary muscle) และกล้ามเนื้อสีดำ (dark muscle) โดยกล้ามเนื้อสีดำจะอยู่ตามเส้นข้างของลำตัวทั้ง 2 ข้าง (Kano, *et al.*, 1988) เนื่องจากปลาพุนาเป็นปลาผิวน้ำจึงพบปริมาณกล้ามเนื้อสีดำมากกว่าร้อยละ 12 ของปริมาณกล้ามเนื้อทั้งหมด (รูป 1 ก) ในขณะที่ปลาชนิดอื่น พบว่ามีกล้ามเนื้อสีดำไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาณกล้ามเนื้อทั้งหมด (รูป 1 ข) (Eskin, 1990 )

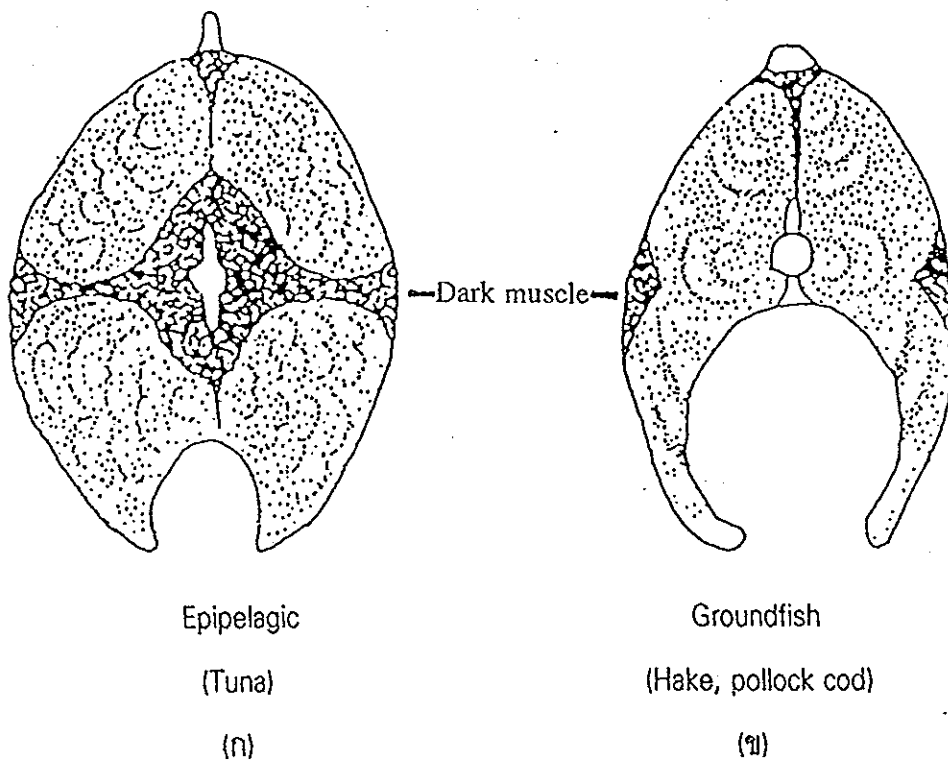
เนื่องจากกล้ามเนื้อปลาพุนาทั้ง 2 ชนิด มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน (ตาราง 2) ทำให้สี กลิ่น รสชาติ และหน้าที่ทางกายภาพแตกต่างกันกล่าวคือ กล้ามเนื้อสีดำมีปริมาณไขมันและไวดามินสูงกว่าแต่มีปริมาณโปรตีนในระดับที่ต่ำกว่ากล้ามเนื้อสีขาว จึงมีหน้าที่ช่วยส่งเสริม หรือมีส่วนร่วมกับตับในการให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อสีขาวที่อยู่บริเวณใกล้เคียง (Wittenberger, 1972 )

ตาราง 2 องค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสีขาวและกล้ามเนื้อสีดำของปลาพุนา

(กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)

ชนิดกล้ามเนื้อ	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	ความชื้น
กล้ามเนื้อสีขาว	20.99	2.98	1.27	69.42
กล้ามเนื้อสีดำ	18.34	3.69	1.32	71.71

ที่มา : ดัดแปลงจาก Perez - Villarreal และ Pozo (1990)

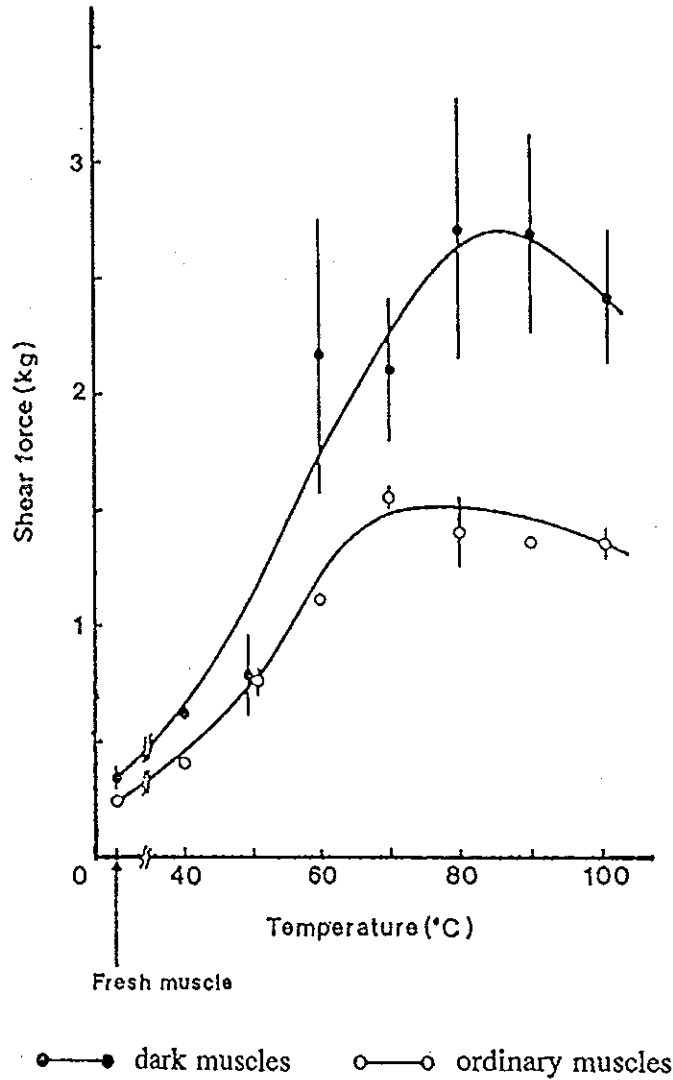


รูป 1 ภาพแสดงความแตกต่างของกล้ามเนื้อสีขาวและกล้ามเนื้อดำปลาฉิวน้ำ (ก) และปลาน้ำลึก (ข)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Spinelli และ Dassow (1982)

Kanoh และคณะ (1986) กล่าวว่าเมื่อนำกล้ามเนื้อสีดําและกล้ามเนื้อสีขาวของปลาทูลาคริบเหลืองมาให้ความร้อน กล้ามเนื้อสีดํามีเนื้อสัมผัสที่แน่นเนื้อมากกว่ากล้ามเนื้อสีขาว (รูป 2) เป็นผลมาจากปริมาณโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แตกต่างกัน โดยกล้ามเนื้อสีดํามีเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวประมาณ 3.5 เท่า จึงมีปริมาณของโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มแต่ละเส้นใยของกล้ามเนื้อสีดําสูงกว่าของกล้ามเนื้อสีขาวถึง 5 เท่า นอกจากนี้กล้ามเนื้อสีดํายังมีปริมาณ อิลาสตินสูงกว่า จึงทำให้มีความเหนียวมากกว่ากล้ามเนื้อสีขาว Suzuki และคณะ (1987) รายงานว่าการให้ความร้อนแก่เนื้อปลาทูลาคริบ ทำให้สารประกอบไตรเมทิลลามีนออกไซด์และครีเอทีนลดลง เพราะเปลี่ยนไปเป็นไตรเมทิลลามีนซึ่งมีกลิ่นคล้ายแอมโมเนีย และครีเอทีนีน ตามลำดับ (Hirano, et al., 1987) ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ฮีสติดีนและเซอรินมีปริมาณลดลง (Suzuki, et al., 1987) การเกิดกลิ่นแปลกปลอมหลังจากการสูญเสียกลิ่นธรรมชาติไปแล้ว ที่พบคือกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างไขมันกับออกซิเจน ซึ่งการเกิดกลิ่นหืนในเนื้อปลาที่ผ่านการทำให้สุกระหว่างการเก็บรักษา มีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว และเม็ดสีในเลือดมากกว่าองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และพบว่าค่าที่บีเอ (thiobarbituric acid : TBA) ของกล้ามเนื้อสีดํา มีอัตราการเพิ่มที่สูงมากกว่าในกล้ามเนื้อสีขาวที่ผ่านความร้อนมาแล้ว เพราะกล้ามเนื้อสีดํามีปริมาณไมเอโกไลบิน และไขมันในปริมาณที่สูงกว่า (Koizumi, et al., 1987)

Murata และ Sakaguchi (1989) กล่าวว่ากลูตาเมต และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนโดยเฉพาะสารประกอบฮีนซีนโมโนฟอสเฟต ซึ่งเป็นนิวคลีโอไทด์ที่ให้รสหวานของปลาสด ดังนั้นสารประกอบดังกล่าวจึงมีความสำคัญต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อปลาอย่างมาก การสูญเสียกลิ่นรสในกล้ามเนื้อสีดําสามารถเกิดขึ้นเร็วกว่าในกล้ามเนื้อสีขาว เนื่องจากสารประกอบฮีนซีนโมโนฟอสเฟตในกล้ามเนื้อสีดําลดลงอย่างรวดเร็วมากกว่ากล้ามเนื้อสีขาวในระหว่างการเก็บรักษา



รูป 2 การเปลี่ยนแปลงความเหนียวของกล้ามเนื้อสีขาวและสีค้ำของปลาช่อนนำครีบล้างเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

ที่มา : คัดแปลงจาก Kanoh และคณะ (1988)

### 3. ผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่า

ปลาทูน่านอกจากใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายมากที่สุดในบรรดาผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าทั้งหมดแล้ว ยังมีการใช้เพื่อการบริโภคในรูปแบบอื่นๆ เช่น (พูลทรัพย์ วิรุฬกุล, 2534)

3.1 ปลาดิบ (Sashimi) เนื้อปลาทูน่าที่มีคุณภาพดีอาจนำไปขายเพื่อการบริโภคดิบ ซึ่งนิยมบริโภคกันมากในประเทศญี่ปุ่นมาเป็นเวลานาน ต่อมาอาหารญี่ปุ่นได้แพร่หลายไปในประเทศต่างๆ รวมทั้งในสหรัฐอเมริกาด้วย ปลาดิบจึงเป็นอาหารที่นิยมแพร่หลาย

3.2 ปลาทูน่าแช่เยือกแข็ง (Frozen tuna meat หรือ Tuna loin) ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูป เพื่อเอาไปย่างหรือหนึ่งก่อนการบริโภค เป็นที่นิยมกันมากในยุโรปและสหรัฐอเมริกา เนื่องจากประชาชนนิยมรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น รูปร่างลักษณะของเนื้อปลาทูน่าแช่เยือกแข็งมีลักษณะคล้ายเนื้อไก่ ในสหราชอาณาจักรได้ผลิตผลิตภัณฑ์ “เยลโลไฟนสเต็ก” (Yellowfin steak) ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้น แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปบรรจุกระป๋อง เรียกผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ว่าปลาทูน่าสุกแช่เยือกแข็ง (Frozen cooked loin tuna) ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้บริษัทยูนิคอร์นได้เริ่มผลิตก่อนเมื่อปี 2532 ตามด้วยบริษัทอื่นๆ อีก 2-3 บริษัท ที่มีการผลิตเพื่อส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศแล้วมีมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาท และในปี 2534 เพิ่มขึ้นเป็น 3,000 ล้านบาท (กฤษณา ไสภณพงษ์, 2535)

3.3 ผลิตภัณฑ์แบบผสม (Prepared and mixed products) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีข้อจำกัด คือต้องขึ้นอยู่กับการนึกคิดของผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้สอดคล้องกับรสนิยมของผู้บริโภคในประเทศที่ไปจำหน่าย ซึ่งมีความชอบแตกต่างกันไป เช่น พายทูน่าและเห็ดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยบริษัท Tiffany Foods, Sussex ในสหราชอาณาจักร และผลิตภัณฑ์ลาซอนยาทูน่า (Tuna lasonna) ในสหรัฐอเมริกา เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยพบผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ ปลาทูน่าสำหรับแซนวิช ทูน่าสเต็กในน้ำมันพืช ทูน่าผัดพริก มัสมันทูน่า แกงเซียวหวานทูน่า พะแนงทูน่า ผัดพริกทูน่า แกงส้มบักชู้ทูน่า ต้มซ่าทูน่า ปลาทูน่าในน้ำมันและน้ำผัก ปลาทูน่ารมควันชนิดแผ่นในน้ำมัน ทูน่าสเปรดพร้อมแคร็กเกอร์ สลัดทูน่ามายองเนส ทูน่าปรุงรสผัดพริก พาสต้าทูน่าปรุงสำเร็จจัสโตล์ เมดิเตอร์ริเนียน เป็นต้น

3.4 ผลิตภัณฑ์รมควัน (Smoked product) ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ารมควันได้รับความสำเร็จในการจำหน่ายในตลาดนิวซีแลนด์ และออสเตรเลีย โดยบริษัท Waimix ซึ่งเป็นบริษัทจากออสเตรเลียตะวันออก บริษัทนี้ได้ผลิตปลาทูน่าครีบน้ำเค็มส่งไปจำหน่าย ซึ่งสามารถใช้แทนปลาแซลมอนรมควันได้ โดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิดดูดอากาศออกขนาดบรรจุชิ้นละ 100 กรัม ในประเทศฟิจิมีการผลิตผลิตภัณฑ์รมควันจากปลาทูน่าสดชนิดอัลบาคอร์ ส่วนยุโรป บริษัทในสหราชอาณาจักรได้ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ส่งจำหน่ายมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว และได้มีการส่งไปจำหน่ายยังตะวันออกไกลและตะวันออกกลาง

3.5 คัทซึโอบูชิ (Kutsuobushi) เป็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแห้งที่ทำจากปลาโอหรือปลาทูน่า มีลักษณะคล้ายท่อนไม้แห้งแข็งสีน้ำตาล ปลาโอ 1 ตัว ผลิตคัทซึโอบูชิได้ 4 ชิ้น วิธีการบริโภคจะต้องเอาใบใส่เหมือนไม้ แล้วนำมาต้มเอาส่วนน้ำมาทำเป็นน้ำซุบ น้ำจิ้มเหมปูระ หรืออาจนำไปผัดปรุงรสตามความนิยมของชาวญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์นี้ถือเป็นส่วนผสมของอาหารประจำบ้านของชาวญี่ปุ่น เช่นเดียวกับผงชูรส

3.6 ผลิตภัณฑ์แห้ง (Dried products) เป็นผลิตภัณฑ์พื้นเมืองที่สามารถผลิตเพื่อส่งออกได้ เช่น ทูน่าแจ็กกี้ (Tuna jerky) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทรับประทานเล่น ผลิตโดยบริษัทในฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.7 ได้กรอกปลา (Fish sausage) การผลิตได้กรอกปลาทูน่าเริ่มเป็นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น และบริษัทในคออสตาริกาได้ใช้ส่วนของเนื้อดำของปลาทูน่าในการผลิตได้กรอกแพ่งเฟอร์เตอร์ส่งไปขายในประเทศสหรัฐอเมริกา

3.8 ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ผลิตจากปลาทูน่าและส่วนเหลือใช้หลายชนิด ได้แก่ (นิรนาม, 2534 ข)

- น้ำสกัดเข้มข้นจากปลา (Fish extract) ที่ผลิตได้จากน้ำนิ่งปลาทูน่าสามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสหรือทำเป็นเครื่องจิ้มอาหาร

- ส่วนของเครื่องในและของเหลวที่ออกจากตัวปลาในช่วงของการให้ความร้อนมีการนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นน้ำมันบริโภค ใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง ทำอาหารสัตว์

- สารประกอบโปรตีนที่ได้จากหนังปลานำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมฟิล์มถ่ายภาพ

- เศษเนื้อปลาทูน่าสีดําและสีขาวนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งจาก เศษเนื้อปลาทูน่าปรุงรสห่อด้วยผัก (อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์, 2536) และผลิตภัณฑ์แฮมปลา (พ่ายพ มาศนิยม, 2538) ในประเทศญี่ปุ่นนำเศษเนื้อดําของปลาทูน่าไปผสมกับเครื่องปรุงรส เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เวเฟอร์ปลาปรุงรส (seasoning fish wafers) นอกจากนี้ยังมีการนำเอาส่วนของเศษเนื้อปลาทูน่าไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ เช่น อาหารแมวบรรจุกระป๋อง

#### 4. อาหารความชื้นปานกลาง (Intermediate Moisture Food : IMF)

การถนอมอาหารอาจทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ความร้อน การแช่เยือกแข็ง ซึ่งจัดว่าเป็นวิธีที่ต้องใช้อุปกรณ์ และระบบของการให้ความร้อนและความเย็นที่ดี อีกทั้งยังต้องการความชำนาญในการดำเนินงาน นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพด้านสีและเนื้อสัมผัสของอาหาร อาจเปลี่ยนไป คุณค่าทางโภชนาการที่อาจถูกทำลายเนื่องจากกระบวนการผลิต หรือสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและค่าขนส่ง สำหรับการถนอมอาหารโดยการใช้สารเคมีกันเสียที่มีผลทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ และระบบการทำงานของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ต้องทำการศึกษาถึงชนิด ปริมาณการใช้ วิธีการใช้ คุณสมบัติ ความเป็นพิษ และราคาของสารกันเสียเพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับและปลอดภัย ส่วนการถนอมอาหารด้วยการทำแห้งทำให้สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานานที่อุณหภูมิห้อง และลดน้ำหนักในการขนส่ง ทำให้สะดวกในการเก็บรักษาและการขนส่ง แต่อาจมีผลเสีย เช่น รสชาติที่ดีของอาหารลดลง เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ เกิดการออกซิเดชันได้ง่าย เนื้อสัมผัสแข็ง กระด้างหรือเหนียวขึ้น ทำให้มนุษย์พยายามที่จะหาวิธีการดึงน้ำออกจากอาหารอย่างเหมาะสม เช่น การใช้เกลือร่วมกับน้ำตาลในผลิตภัณฑ์แฮม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนื้อปรุงรส แต่ยังคงพบว่าอาหารดังกล่าวได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคต่ำ เนื่องจากเนื้อสัมผัสแห้งและรสชาติที่หวานหรือเค็มมากเกินไป (Karel, 1976) ต่อมาจึงเริ่มมีการนำเอาสารที่เรียกว่า humectants ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถดูดความชื้นจากอากาศ และทำให้ความชื้นในภาชนะปิดคงที่ (Ockerman, 1978) มาใช้ในอาหารเพื่อลดปริมาณน้ำในอาหารร่วมกับการใช้สารเคมีกันเสียเพื่อทำให้อาหารมีคุณภาพดีขึ้น รวมทั้งสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นานโดยไม่เสื่อมเสีย เรียกอาหารดังกล่าวนี้ว่า อาหารความชื้นปานกลาง (Rolfe, 1976)

Kaplow (1970) ได้ให้คำจำกัดความของอาหารความชื้นปานกลาง คือ อาหารกึ่งแห้งที่สามารถรับประทานได้เลยโดยไม่ต้องผ่านการคั้นรูป มีความคงตัวในสภาวะปกติ มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม และมีอายุการเก็บประมาณ 6 เดือน อาหารความชื้นปานกลางมีค่าแอกติวิตี (Aw) อยู่ในช่วง 0.60-0.90 (Leistner and Rödel, 1976)

อาหารความชื้นปานกลางได้มีการพัฒนาขึ้นสำหรับการบริโภคของนักสำรวจบนดวงจันทร์ (Karel, 1976) ในช่วง 25 ปีที่ผ่านมาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของอาหารความชื้นปานกลางมีความก้าวหน้ามากขึ้น จนกระทั่งเมื่อ 10 ปีที่ผ่านมาแล้วมีการพัฒนาอาหารสุนัขความชื้นปานกลางเป็นครั้งแรก (Bone, 1973) Brockmann (1970) กล่าวว่าอาหารสัตว์ที่มีการปรับค่า Aw ให้เท่ากับ 0.85 ร่วมกับการใช้สารป้องกันเชื้อราและการให้ความร้อนทำลายเซลล์ที่มีชีวิตของจุลินทรีย์ ทำให้อาหารสัตว์มีความคงตัวภายใต้สภาวะการจำหน่าย

ต่อมาได้มีการขยายการค้นคว้าอาหารความชื้นปานกลางสำหรับมนุษย์ ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าอาหารความชื้นปานกลางที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ ทั้งในด้านสารอาหาร การยอมรับทางประสาทสัมผัส และความปลอดภัยของผู้บริโภคในระยะยาวด้วย อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันอาหารความชื้นปานกลางสำหรับมนุษย์ยังมีการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่ำ (Karel, 1976) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มี Aw 0.85 อาจมีเนื้อสัมผัสที่แห้งมากเกินไป และยังขาด humectants ที่เหมาะสม ทำให้รสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ

Troller และ Christain (1978b) ได้ทำการศึกษาการลดรสชาติของสารละลายที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ปลาเฟลาเดอ (flounder) ความชื้นปานกลาง ที่ผลิตโดยการต้มเนื้อปลาในสารละลายที่ประกอบด้วย กลีเซอรอลร้อยละ 40 โซเดียมอะซิเตทร้อยละ 10 เกลือแกงร้อยละ 7 และน้ำกลั่นร้อยละ 40 ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 20 นาที (อัตราส่วนของเนื้อปลาคือสารละลาย 1:3) แล้วแยกสารละลายที่แช่ออกไป นำเนื้อปลาบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ เก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ค่า Aw ของผลิตภัณฑ์เฉลี่ยเท่ากับ 0.82 เมื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้รับคะแนนการยอมรับเท่ากับ 2.7 โดยใช้ hedonic scale ที่ 9 ระดับคะแนน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปขจัดรสชาติของสารละลายที่ไม่ต้องการด้วยการต้มในน้ำ โดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อน้ำ 1:3 เป็นเวลา 15 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า IM desorbed (IMD) fish มีคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นเป็น 4.7

Dymsza และคณะ (1976) กล่าวว่า การนำปลา IMD มาทำให้มีรสขอสช่วยทำให้การยอมรับเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Kasahara และคณะ (1990) ที่พบว่า สอด ถั่วเหลืองสามารถกำจัดกลิ่นปลาซาร์ดีนในผลิตภัณฑ์ "Mirin-boshi" ได้เนื่องจากใน สอด ถั่วเหลืองมีสารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ phenethyl alcohol 4-ethylguaiacol และ 2-acetylpyrrole ที่ช่วยกลบกลิ่นปลาซาร์ดีนในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

##### 5. กระบวนการผลิตอาหารความชื้นปานกลาง อาจจัดแบ่งได้ดังนี้ (Karel, 1976; Pomeranz, 1985)

1. Moist-infusion เป็นการแช่หรือต้มชิ้นอาหารในสารละลายที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีระดับค่า Aw ตามที่ต้องการ เช่น Favetto และคณะ (1981) พบว่า สามารถลดความชื้นของเนื้อวัวที่หั่นเป็นชิ้นขนาด 5x5 เซนติเมตรหนา 0.9 เซนติเมตร ได้ด้วยการแช่เนื้อวัวในสารละลาย (Aw 0.74) ที่ประกอบด้วยเกลือร้อยละ 9.4 กลีเซอรอลร้อยละ 40.9 และโปตัสเซียมซอร์เบตร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิ 30 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที Sanchez และคณะ (1994) ศึกษาการพัฒนาปลาแมคเคอเรลความชื้นปานกลางโดยการต้มในสารละลายที่ประกอบด้วย กลีเซอรอลร้อยละ 54.16 เกลือร้อยละ 7.02 โปตัสเซียมซอร์เบตร้อยละ 0.7 และน้ำร้อยละ 38.12 ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ปลาแมคเคอเรลที่ได้มีค่า Aw 0.89 รสหวานปานกลาง และเนื้อสัมผัสชุ่มฉ่ำ

2. Dry-infusion คือการนำชิ้นอาหารไปทำแห้งก่อนนำไปแช่ในสารละลาย เพื่อให้เกิดการออสโมซิสในระดับที่ต้องการ เช่น การทำผักดอง ได้แก่ ผักกาดเขียว กะหล่ำปลี ผักบุ้ง ถั่วงอก ต้นหอม ผักกาดปลี โดยการนำผักที่หั่นให้ได้ขนาดที่ต้องการผึ่งแดดพอร่มมาๆ เคล้ากับเกลือป่น น้ำตาล น้ำมะพร้าว จนเข้ากันดีแล้วบีบน้ำเกลือออก บรรจุในขวดโหล เติมน้ำมะพร้าวจนท่วมผักเล็กน้อย แล้วปิดฝาขวดโหล (ศิริลักษณ์ สันธวาลัย, 2525)

3. Blending เป็นการใช่วิธีการต่างๆ ร่วมกันเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่า Aw ตามต้องการ หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น เช่น การปั่น การต้ม และการเอกซ์ทรูด เป็นต้น (Karel, 1976) ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก และขนมขบเคี้ยว

Erickson (1982) กล่าวว่า การลดค่า  $A_w$  แบบ Moist-infusion เป็นวิธีเดียวกันกับวิธีการลดค่า  $A_w$  แบบทำให้สมดุล (equilibration) ของ Kaplow (1970) คือการนำชิ้นอาหารไปทำให้สมดุลโดยการแช่ในสารละลายที่มีค่า  $A_w$  ที่ต้องการ อาจมีการใช้สารกันเสียอื่นๆ ร่วมด้วยวิธีการลดค่า  $A_w$  ดังกล่าวนี้นี้มีการใช้กับเนื้อวัว เนื้อหมู ไก่ เนื้อลูกแกะ แฮมปลาทูน่า และอาหารชนิดอื่นๆที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ เช่น ลูกแพร์ แครอท เห็ด หัวหอม มันฝรั่ง สับปะรด เชอลารี และมักกาโรนี ตัวอย่างการเตรียมอาหารความชื้นปานกลางโดยใช้เทคนิคของการทำให้สมดุล ดังตาราง 3

ผลิตภัณฑ์อาหารความชื้นปานกลางที่ปรับค่า  $A_w$ ให้อยู่ในช่วง 0.81-0.86 มีลักษณะทั่วไป คือ รสค่อนข้างหวาน มีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม ชุ่มฉ่ำและคงรูป มีกลิ่นปกติ และมีรายงานว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อหมูต้ม เนื้อวัว และปลาทูน่าความชื้นปานกลางเมื่อผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 เดือนแล้วยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ ทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางประสาทสัมผัส (Brockmann, 1970)

ตาราง 3 ตัวอย่างอาหารความชื้นปานกลางที่เตรียมโดยการทำให้สมดุล

วัสดุเริ่มต้น	อัตราส่วนน้ำหนัก เริ่มต้น/น้ำหนัก สารละลาย <sup>a</sup>	กระบวนการ ผลิต	ผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ สมดุลแล้ว น้ำ (ร้อยละ) Aw	
ปลาทูน่า ในน้ำบรรจุ กระป๋อง หนาขึ้นละ 1 ซม.	0.59	แช่เย็น	38.8	0.81
แครอทแบบลูกเต๋าดัม ขนาด 2.9 ซม.	0.48	ต้มที่ 95-98°ซ แล้วทำให้เย็น	51.5	0.81
มักกาโรนีต้มแล้ว ระบายน้ำออก	0.443	ต้มที่ 95-98°ซ แล้วทำให้เย็น	46.1	0.83
เนื้อสะโพกหมูสด มีความหนา 1 ซม.	0.73	ต้มที่ 95-98°ซ แล้วทำให้เย็น	42.5	0.81
สับปะรดกระป๋อง เป็นชิ้น	0.46	แช่	43.0	0.85
เซอลารีหั่นตามขวางขนาด 0.6 ซม. ลวก	0.52	แช่เย็น	39.6	0.83
เนื้อวัว, ตัดเป็นเส้น หนา 1 ซม.	2.35	ต้มที่ 95-98°ซ แล้วทำให้เย็น		0.86

<sup>a</sup> ส่วนประกอบของสารละลายแสดงในตาราง 4

ที่มา : ดัดแปลงจาก Brockmann (1970) และ Erickson (1982)

ตาราง 4 ส่วนประกอบของสารละลายที่ทำให้สมดุล

ส่วนประกอบของ สารละลาย (ร้อยละ)	ผลิตภัณฑ์ที่ทำให้สมดุล						
	ทูน่า	แครอท	มักกาโรนี	เนื้อหมู	สับปะรด	เชอลารี	เนื้อวัว
กลีเซอรอล	53.6	59.2	42.7	45.6	55.0	68.4	87.9
น้ำ	38.6	34.7	48.8	43.2	21.5	25.2	-
เกลือแกง	7.1	5.5	8.0	10.5	-	5.9	10.1
น้ำตาลซูโครส	-	-	-	-	23.0	-	-
โปตัสเซียมซอร์เบต	0.7	0.6	0.5	0.7	0.5	0.5	-
โซเดียมเบนโซเอต	-	-	-	-	-	-	2.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก Brockmann (1970) และ Erickson (1982)

## 6. สารประกอบ humectant ที่นิยมใช้ในการพัฒนาการผลิตอาหารความชื้นปานกลาง

### 6.1 เกลือแกง (Sodium chloride)

มีการใช้เกลือแกงในอาหาร เช่น เนื้อสด ผลิตภัณฑ์ปลา เพื่อช่วยเพิ่มรสชาติให้แก่อาหาร เกลือแกงที่มีความเข้มข้นสูงสามารถป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ ซึ่งบทบาทของเกลือแกงต่อจุลินทรีย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมพอสรุปได้ดังนี้ (Frazier, 1967)

- ทำให้เกิดแรงดันออสโมซิสภายในเซลล์จุลินทรีย์จนเซลล์เหี่ยว เป็นเหตุให้การเจริญของจุลินทรีย์หยุดชะงักหรือตายในที่สุด
- เกลือสามารถดึงความชื้นออกจากอาหาร เป็นการควบคุมปริมาณน้ำของจุลินทรีย์
- การแตกตัวของโซเดียมคลอไรด์ เกิดเป็นโซเดียมไอออน กับคลอไรด์ไอออน ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยโซเดียมไอออนจะไปทำปฏิกิริยากับ โปรโตพลาสมิคไอออน (protoplasmic ion) และคลอไรด์ไอออนจะไปรวมตัวกับสารที่มีหมู่ซัลไฮดริล (-SH group) ทำให้สารนั้นไม่สามารถเป็นตัวเคลื่อนย้ายหมู่อะเซทิล (acetyl - group) ได้
- ทำให้จุลินทรีย์ไวต่อคาร์บอนไดออกไซด์

โดยทั่วไปแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ถูกยับยั้งการเจริญได้ที่ค่า Aw 0.92 หรือต่ำกว่า ยกเว้น *Staphylococcus aureus* ที่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ Aw 0.83-0.86 การใช้เกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4 สามารถลดการผลิตสารพิษของ *S. aureus* ได้ร้อยละ 80 เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเกลือเป็นร้อยละ 10 สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษได้ทั้งหมด ส่วนเชื้อราสามารถทนต่อค่า Aw ต่ำได้มากกว่าแบคทีเรีย ซึ่งราส่วนใหญ่ถูกยับยั้งการเจริญได้ที่ค่า Aw 0.85 หรือต่ำกว่า ทั้งนี้ผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ไม่ได้เป็นผลมาจากเกลือแกงเพียงอย่างเดียว แต่รวมถึงพีเอช อุณหภูมิ ความร้อน ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ ชนิดของอาหาร และเกลืออื่นๆ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการยับยั้งของเกลือแกงจะสูงขึ้นในสภาวะที่เป็นกรด (Davidson and Juneja, 1990) Miller (1992) ศึกษาผลของการลด Aw ด้วยสารถูกละลายต่อการรอดชีวิตของ *Listeria monocytogenes* Scott A โดยการปรับค่า Aw ของอาหารด้วยเกลือแกง กลีเซอรอล หรือโพรพิลีนไกลคอล พบว่าระดับ Aw ต่ำสุดที่เชือดังกล่าวสามารถเจริญได้คือ 0.90, 0.92 และ 0.97 ตามลำดับ

ข้อควรระวังในการใช้เกลือแกงที่ความเข้มข้นสูงคือ มีผลต่อรสชาติของอาหารและผลกระทบต่อผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง (Davidson and Juneja, 1990) NAS/NRC (1980) แนะนำว่าเพื่อความปลอดภัยควรบริโภคโซเดียม 1.1-3.3 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักร่างกายต่อวัน ซึ่งเทียบเท่าเกลือแกง 2.8-8.5 กรัม

## 6.2 น้ำตาลซูโครส

น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลสองชั้น (disaccharide) ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลชั้นเดียว 2 ชนิด คือ น้ำตาล กลูโคสและฟรุคโตส เป็นผลึกสีขาวมีรสหวาน น้ำตาลซูโครสเองไม่สามารถป้องกันจุลินทรีย์ได้ โดยเฉพาะในกรณีที่มีน้ำตาลซูโครสปริมาณเล็กน้อยจะกลายเป็นสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่น้ำตาลซูโครสประมาณร้อยละ 60 สามารถป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (ไพบลีย์ ธรรมรัตน์वासิก, 2532) โดยปฏิกิริยาการต่อต้านจุลินทรีย์ของน้ำตาลซูโครสเกิดจาก น้ำตาลซูโครสไปลดค่า Aw ในอาหาร เพราะน้ำตาลซูโครสมีกลุ่มไฮดรอกซิลจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการจับกับน้ำได้ดี จึงทำให้น้ำตาลซูโครสสามารถแตกตัวและกระจายตัวได้ในน้ำ (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538) ทำให้ค่า Aw ของอาหารลดลงการ ถนอมอาหารด้วยน้ำตาลซูโครสอาจทำได้โดยการแช่ในสารละลายน้ำตาลหรือเติมน้ำตาลลงในอาหารโดยตรง

จุลินทรีย์บางชนิดสามารถทนต่อปริมาณน้ำตาลสูงได้ เช่น *Aspergillus glaucus* *Saccharomyces roxii* และยีสต์ในสกุล *Torulopsis* สำหรับยีสต์ *Zygosaccharomyces* ไม่เพียงแต่จะสามารถทนต่อปริมาณน้ำตาลสูงเท่านั้น แต่ยังสามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำตาลสูงอีกด้วย (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2532) Chirife และคณะ (1979) ทำการศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์เนื้อวัวความชื้นปานกลาง (Aw ประมาณ 0.83) ที่เตรียมโดยวิธี moist-infusion ในสารละลายที่ประกอบด้วยเกลือแกง กลีเซอรอล และน้ำตาล แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีปริมาณยีสต์คงที่

### 6.3 น้ำตาลแอลกอฮอล์

น้ำตาลแอลกอฮอล์ หรือ โพลีออล จัดเป็นอนุพันธ์ของไฮโดรคาร์บอนสายตรงที่ถูกแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งเป็นการจับกันด้วยคาร์บอนอะตอมที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ไม่รวมถึงพวกน้ำตาล ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่หลายหมู่ และบางครั้งอาจแสดงคุณสมบัติคล้ายกัน ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างน้ำตาลและโพลีออล คือ aldehyde linkage ที่มีอยู่ในโพลีออล มีความเสถียรต่อกระบวนการทางเคมีและทนต่อความร้อนได้ดีกว่าในน้ำตาล ดังนั้นเมื่อใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหารอาจทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ส่วนคุณสมบัติทั่วไปของโพลีออล คือ สามารถละลายน้ำได้ ดูดซับความชื้นได้ดี และเป็นสารที่สามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ โพลีออลที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร (ตาราง 5) ดังนี้คือ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529 ; Johnson and Peterson, 1974)

- ซอร์บิทอล มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว รสหวาน ละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในเอทานอล สามารถสกัดได้จากผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล พีช และเบอร์รี่
- แมนนิทอล เป็นผลึกสีขาว มีรสหวาน ไม่มีกลิ่น เป็นสารที่พบในพืชหลายชนิด เช่น สาหร่ายและหญ้าชนิดต่างๆ
- กลีเซอริน (กลีเซอรอล) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์หรือผลพลอยได้จากการผลิตสบู่ มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ชื่นเหนียว มีกลิ่นเฉพาะตัว รสหวาน
- โพรพิลีนไกลคอล มีลักษณะเป็นของเหลวใส ชื่นเหนียวเล็กน้อย มีกลิ่นรสเฉพาะตัว

ตาราง 5 คุณสมบัติของ โพลีเออล

คุณสมบัติ	โพรพิลีนไกลคอล	กลีเซอริน	ซอร์บิทอล	แมนนิทอล
น้ำหนักโมเลกุล	76	92	182	182
จุดหลอมเหลว (°ซ)	Super cool	18.6	Metastable	166
จุดเดือด (°ซ) 760 มม.	187	290, สลายตัว	สลายตัว	สลายตัว
ความหนาแน่น (25 °ซ)	1.036	1.2613	1.49	1.49
ความหนืด cp. (25 °ซ)	44.0	954	ของแข็ง	ของแข็ง
ความสามารถในการดูดความชื้น	สูง	สูงปานกลาง	ต่ำปานกลาง	ต่ำ
ตัวทำละลาย (สำหรับน้ำมัน)	ดี	ดีพอสมควร	ไม่ดี	ไม่ดี
การละลายในน้ำ * (ที่ 25 °ซ)	ดีมาก	ดีมาก	71	22
การทนทานต่อความร้อน	คงตัวระเหย	คงตัว ระเหยเล็กน้อย	คงตัว	คงตัว
รส	ขม	หวานเล็กน้อย	เย็น, หวาน	หวาน

\* กรัม/100กรัมน้ำ

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวชช (2529)

จากตาราง 5 พบว่าโพลีเออลที่มีน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้นมีจุดหลอมเหลว จุดเดือด และความหนืดเพิ่มมากขึ้น แต่ความสามารถในการละลายในสารละลายไม่มีขั้วลดลง โดยโพลีเออลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น กลีเซอรินสามารถละลายน้ำได้โดยไม่จำกัดปริมาณ แต่โพลีเออลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมีความสามารถในการละลายลดลงและมีความสามารถในการตกผลึกสูงขึ้น นอกจากนี้สารโพลีเออลยังมีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นช่วยเพิ่มความคงตัว จากคุณสมบัติดังกล่าวมานี้ ทำให้โพลีเออลมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารผง

วัตถุประสงค์ของการใช้โพลีเออลในอาหาร คือ เพื่อช่วยรักษาคุณภาพอาหารให้คงเดิม หรือให้เหมือนธรรมชาติมากที่สุด จนกว่าจะถึงมือผู้บริโภค ดังนั้นก่อนตัดสินใจเลือกใช้โพลีเออลชนิดใดในผลิตภัณฑ์ ก่อนอื่นควรศึกษาถึงคุณสมบัติ และวัตถุประสงค์การใช้งานดังตัวอย่างที่แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ชนิดและวัตถุประสงค์การใช้โพลีเอสเตอร์ชนิดต่างๆ

วัตถุประสงค์	ชนิดของโพลีเอสเตอร์			
	โพรพิลีนไกลคอล	กลีเซอรอล	ซอร์บิทอล	แมนนิทอล
ป้องกันการตกผลึก		X	X	
ช่วยดูดซับหรือเก็บความชื้น	X	X	X	
ป้องกันการดูดซับความชื้น				X
ช่วยให้เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม		X		
ช่วยเพิ่มความหนืดหรือ body			X	
ตัวทำละลาย	X			
ช่วยเพิ่มปริมาตร			X	X
ช่วยในการคืนตัว		X	X	

ที่มา : ดัดแปลงจาก ศิวาพร ศิวเวชช (2529)

7. แนวทางการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารความชื้นปานกลาง สำหรับการบริโภคของมนุษย์ มีดังนี้ (Karel, 1976)

1. การพัฒนาสูตรใหม่ด้วยการใช้ humectant เพื่อให้มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงขึ้น เช่น การใช้โพรพิลีนไกลคอลเพื่อลดค่า Aw ของอาหารและทำหน้าที่เป็นสารพลาสติกไซเซอร์ ช่วยทำให้มีเนื้อสัมผัสตามต้องการ (Kaplou, 1970) การใช้น้ำตาลซูโครสสามารถลดค่า Aw ในอาหาร (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2532) Jayaraman และ Das Gupta (1978) ศึกษาการเตรียมแครอทความชื้นปานกลาง โดยการนำชิ้นแครอทที่ผ่านการลวกในน้ำร้อน 5 นาที หรือนึ่งด้วยไอน้ำร้อนเป็นเวลา 8 นาทีไปแช่ในสารละลายที่ประกอบด้วย กลีเซอรอลร้อยละ 6 น้ำตาลร้อยละ 10 กลีเซอรอลร้อยละ 5 โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.3 และโปแตสเซียมไบซัลไฟต์ร้อยละ 0.4 เป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นแยกสารละลายออก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นร้อยละ 60 นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีความชื้นร้อยละ 50 (ใช้เวลาอบประมาณ 2 ชั่วโมง) และฉีดพ่น BHA (butylated hydroxy anisol) ร้อยละ 0.005-0.01 ลงบนผลิตภัณฑ์ก่อนบรรจุลงในถุงพลาสติกแบบ paper-foil-polythene laminate pouch ทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง และ 4 เดือนที่

อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยผู้ทดสอบยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในลักษณะสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตรวจไม่พบยีสต์ รา ในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *S. aureus* น้อยกว่า 50 และ 20 โคโลนีต่อกรัมตามลำดับ

2. การใช้สารป้องกันจุลินทรีย์ที่เหมาะสม สาร humectant ที่ใช้กับอาหารความชื้นปานกลางมีผลทางชีววิทยาที่แตกต่างกัน ควรมีการพิจารณาประยุกต์ใช้ตามความต้องการเพื่อเพิ่มคุณสมบัติการเป็นสารป้องกันจุลินทรีย์ (Erickson, 1982) Lee และ Kraft (1977) พบว่าเนื้อหมูทั้งแบบที่ผ่านการต้มและแช่ในสารละลายกลีเซอรอลที่อุณหภูมิ  $55 \pm 2$  และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 สัปดาห์ มีปริมาณจุลินทรีย์ลดลง

3. การควบคุมสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะในช่วงค่า  $A_w$  ของอาหารความชื้นปานกลาง สามารถเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ได้สูง (Erickson, 1982) Tanaka และคณะ (1990) พบว่าการเกิดปฏิกิริยามิลลาร์ดสูงขึ้นในระบบที่ค่า  $A_w$  ลดลง และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส อัตราการเกิดสีน้ำตาลจะเป็น 2 เท่าของที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (โดยไม่คำนึงถึงค่า  $A_w$ ) การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซัลไฟต์ และซอร์บิทอล ช่วยลดอัตราการเกิดสีน้ำตาลลง Labuza (1980) รายงานว่าอัตราการเกิดสีน้ำตาลของระบบที่มีการใช้เคซีนและกลูโคสที่  $A_w$  ช่วง 0.4-0.9 ลดลงเมื่อมีการใช้ซอร์บิทอลเป็น humectant (รูป 3)



## 8. ผลร่วมของ Aw กับปัจจัยอื่น ที่มีผลต่อกระบวนการผลิตอาหารความชื้นปานกลาง

### 8.1 ความเป็นกรดต่างของอาหาร

การใช้กรดร่วมกับ Aw เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร เช่น ได้กรอกเปรี้ยวประสิทธิภาพของการยับยั้งขึ้นอยู่กับชนิดของกรด เช่น การใช้กรดซิตริก และกรดอะซิติก ร่วมกับการลดค่า Aw ช่วยให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้มากกว่ากรดไฮโดรคลอริกหรือกรดฟอสฟอริก Aw ยังมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดต่างในระบบการลดความชื้นของของแข็ง เช่น ถ้าต้องการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ที่ค่า Aw ใกล้เคียงกับ 1 และเจริญได้ดีที่พีเอชประมาณ 7-8 ควรปรับค่าพีเอชให้ต่ำหรือเพิ่มให้สูงกว่าค่าพีเอชดังกล่าวและควรลดค่า Aw ให้ต่ำกว่า 0.92 สอดคล้องกับการศึกษาของ Tapiac และคณะ (1995) ที่พบว่า การปรับ Aw ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีพีเอช 4 (อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส) ด้วยน้ำตาลซูโครสร่วมกับกลีเซอรอล (อัตราส่วน 3:5) ที่ Aw 0.60 และ 0.62 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Z. rouxii* ได้ และทำให้เจริญได้ช้าลงที่ Aw 0.64-0.68 แต่เชื้อดังกล่าวสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วเมื่อ Aw เพิ่มขึ้นเป็น 0.85 และ 0.95 ตามลำดับ

### 8.2 ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

อัตราการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศลดลงเมื่อปริมาณออกซิเจนลดลง และในสภาพที่มีค่า Aw ต่ำช่วยทำให้ผลการยับยั้งสูงขึ้น เช่น *Salmonella* ไม่สามารถเจริญได้ในสภาพที่ไม่มีอากาศและค่า Aw ต่ำ *S. aureus* เจริญได้น้อยในสภาพที่ไม่มีอากาศที่ Aw 0.90 เมื่อเปรียบเทียบกับที่ค่า Aw 0.86 ในสภาพที่มีอากาศ ส่วนการยับยั้งเชื้อราซึ่งต้องการออกซิเจนในการเจริญจะมี ประสิทธิภาพการยับยั้งมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น (Troller and Christain, 1978 a)

### 8.3 สารกันเสีย

โดยทั่วไปการใช้สารกันเสีย เช่น กรดซอร์บิก กรดโพไพโนอิก ไนเตรท และไนไตรท์ เพื่อช่วยเสริมประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีค่า Aw ต่ำ เช่น ในสภาพที่เป็นกรด (พีเอช 4) มีการลดค่า Aw ร่วมกับการใช้สารกันเสีย ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร่วมกับซอร์เบตที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียจาก *Z. rouxii* ในผลไม้ความชื้นปานกลาง (Tapia, et al., 1995) การเติมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการป้องกันการเจริญของเชื้อ *Clostridium botulinum*

ส่วนการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และการป้องกันการเจริญของเชื้อราด้วยการเติมสารกันเสีย เช่น กรดซอร์บิก เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในทางปฏิบัติที่ทำให้อาหารความชื้นปานกลางหลายชนิดมีความคงตัวเพิ่มขึ้น (Troller, 1987)

#### 8.4 อุณหภูมิ

โดยทั่วไปจุลินทรีย์สามารถทนต่อการลดค่า Aw ที่อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญ เช่น *Cl. botulinum* type B มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญที่ 37-40 องศาเซลเซียส (Aw 0.98-0.997) คือใช้เวลา 1 วันในการป่มเชื้อให้เจริญ เมื่อลดอุณหภูมิลงที่ 30 และ 20 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อดังกล่าวมีค่า Aw ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้สูงขึ้น และใช้เวลาป่มเชื่อนานขึ้นเป็น 2-4 วัน และไม่เจริญที่อุณหภูมิป่มเชื้อ 10 องศาเซลเซียส (Troller and Christain, 1978 a)

#### 8.5 การฉายรังสี

Food and Drug Administration อนุญาตให้มีการใช้รังสีแกมมาเพื่อช่วยให้อาหารมีความคงตัว โดยเฉพาะรังสีแกมมาที่ระดับสูง ทำให้สปอร์ของ *Cl. sporogenes* ถูกยับยั้งด้วยเกลือแกงดีขึ้นภายหลังจากการฉายรังสี (Troller, 1987)

#### 8.6 สารอาหาร

สารอาหารมีอิทธิพลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ กล่าวคือ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสารอาหาร หรือส่วนประกอบบางอย่างอาจทำให้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์เปลี่ยนไป โดยไม่มีผลสนับสนุนหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา *A. repens* สามารถเจริญบนเส้นใยรำข้าว ที่ Aw 0.80 แต่ไม่เจริญที่ Aw 0.75 และมีการเจริญเมื่อมีการเติมแป้งในรำข้าวที่ Aw 0.72 นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อราสามารถเจริญในส่วนผสมของแป้งและอัลบูมินจากไข่ที่ Aw 0.7 ในเดือนที่ 5 ของการเก็บรักษา แต่ไม่เจริญบนแป้งหรืออัลบูมินจากไข่เพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่งตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 เดือน (Troller and Christain, 1978 a)

## 9. การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารความชื้นปานกลางและการควบคุม

การเสื่อมเสียของอาหารความชื้นปานกลางและการควบคุมมีดังนี้

9.1 การเกิดออกซิเดชันของไขมัน สามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วที่ค่า Aw ต่ำ การแตกตัวของกรดไขมันที่ค่า Aw ต่างกัน มีแนวโน้มให้ผลลัพธ์สุดท้ายต่างกัน (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532) อัตราการเกิดออกซิเดชันมีค่าลดลงเมื่อค่า Aw อยู่ในช่วง 0.3-0.5 เนื่องจากไม่เกิดปฏิกิริยาการแตกตัวของกรดไขมัน

วิธีการควบคุมการเกิดออกซิเดชันของไขมันขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ และความต้องการอายุการเก็บ วิธีการควบคุมอาจรวมถึงการลดปริมาณไขมันในสูตรอาหาร การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การปรับค่าความชื้น หรือการเติมวัตถุกันหืน เช่น BHA และ BHT (Butylated hydroxy toluene) (Karel, 1976) สารจับโลหะที่ละลายน้ำ (Erickson, 1982) จากการศึกษาของ Santos และ Regenstein (1990) พบว่าการใช้กรดอีริกธอริก และการบรรจุด้วยระบบสุญญากาศ สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อปลาแมคเคอรอล และให้คำแนะนำว่าการขจัดออกซิเจนออกจากภาชนะบรรจุ มีความสำคัญมากกว่าการใช้สารกันหืนในการลดการเกิดออกซิเดชัน

9.2 การเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ สามารถเกิดได้สูงสุด ที่ช่วง Aw ของอาหารความชื้นปานกลาง โดยเฉพาะที่ค่า Aw ระหว่าง 0.6 และ 0.7 จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Robson, 1976) เมื่ออาหารความชื้นปานกลางเกิดปฏิกิริยานี้มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อนจนเป็นสีดำในที่สุด มีกลิ่นไหม้ของน้ำตาล มีกลิ่นรสไม่เป็นที่ต้องการ โปรตีนสูญเสียการละลาย ซึ่งส่งผลกระทบต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการคืนตัวของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

การป้องกันโดยทั่วไปมักใช้สารประกอบซัลไฟด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ลดการใช้เครื่องปรุงที่มีกลุ่มของคาร์บอนิลหรือเอมีน การปรับความชื้นด้วยการใช้ซอร์บิทอล ช่วยลดอัตราการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากผลของความชื้นเหน็ดของซอร์บิทอล และในโมเลกุลซอร์บิทอลประกอบด้วยหมู่คาร์บอนิลปริมาณต่ำกว่าน้ำตาลซูโครส จึงทำให้มีหมู่คาร์บอนิลที่ไปจับกับอะมิโนของโปรตีนซึ่งเป็นสาเหตุการเกิดสีน้ำตาลได้น้อยกว่าน้ำตาลซูโครส การควบคุมพีเอชของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำกว่า 5-6 เนื่องจากการเกิดสีน้ำตาลที่พีเอชดังกล่าวนี้เกิดขึ้นได้ช้า แต่ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลสามารถเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วถ้าพีเอชเพิ่มขึ้น (Erickson,

1982) และโพลีออลความเข้มข้นสูง เช่น กลีเซอรอล หรือโพลีพรโพลีน ช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ (Karel, 1976)

9.3 การเจริญของเชื้อแบคทีเรีย โดยปกติ มักไม่เป็นปัญหากับอาหารความชื้นปานกลาง เพราะมีแบคทีเรียเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถเจริญได้ที่ค่า Aw ต่ำกว่า 0.9 เช่น *S. aureus* ซึ่งสามารถเจริญได้ที่ค่า Aw 0.86 นอกจากนี้อาจมีแบคทีเรียชนิดทนเกลือ ซึ่งสามารถเจริญได้ที่ค่า Aw 0.75 ฉะนั้นการควบคุมการเจริญของแบคทีเรียที่ดีที่สุดคือ การปรับค่า Aw ให้ต่ำกว่าค่า Aw ที่เชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญได้ หรือให้ความร้อนอย่างเพียงพอเพื่อทำลายเชื้อดังกล่าว หรือใช้วิธีการบรรจุหีบห่อร่วมกับการใช้ความร้อน จากการศึกษาของ Cooksey และคณะ (1993 a, b) พบว่าการพาสเจอร์ไรซ์เนื้อสะโพกวัวที่บรรจุแบบสุญญากาศในน้ำ ที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิภายในเนื้อวัวเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 16 นาที ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์จากธรรมชาติ *Cl. perfringens* และ *L. monocytogenes* ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 85 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

9.4 การเจริญของเชื้อยีสต์ มีลักษณะคล้ายกับการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ทั้งนี้เพราะว่าการเจริญของเชื้อยีสต์อาจหยุดชะงักที่ค่า Aw ประมาณ 0.88 แต่บางครั้งอาจพบเชื้อยีสต์สามารถเจริญได้ที่ค่า Aw น้อยกว่า 0.85 ตัวอย่างอาหารที่อาจพบการเสื่อมเสียได้จากเชื้อยีสต์ ดังแสดงในตาราง 7 การควบคุมการเจริญของเชื้อยีสต์ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย นอกจากนี้อาจเติมสารเคมีบางชนิด เช่น กรดเบนโซอิก กรดพาราไฮดรอกซีเบนโซอิก กรดซอร์บิก และเกลือของกรด เหล่านี้ (Erickson, 1982)

9.5 การเจริญของเชื้อรา การเสื่อมเสียของอาหารความชื้นปานกลาง พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อรา ทั้งนี้เพราะว่าเชื้อราหลายชนิดสามารถเจริญได้ในช่วง Aw 0.80 สำหรับวิธีการควบคุมนั้นมักจะใช้สารกันเชื้อราในอาหารหรือในภาชนะบรรจุ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

ตาราง 7 ประเภทของอาหารความชื้นปานกลางที่มีการเสื่อมเสียโดยยีสต์ที่ทนต่อแรงดัน  
ออสโมซิส

ประเภทของ ผลิตภัณฑ์	ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำ (ร้อยละ)	ปริมาณสารถูก ละลาย (ร้อยละ)	ค่า Aw
1. น้ำเชื่อม	น้ำเชื่อมซูโครส	33.3	66.7	0.85
	น้ำเชื่อมกลูโคส	20.0	80.0	0.82
	น้ำผึ้ง แยม	20-35	65-80	0.75-0.80
2. น้ำผลไม้เข้มข้น	น้ำส้มเข้มข้น	35	65	0.80-0.84
3. ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน	ทอฟฟี่	8	92	0.60-0.65
4. ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	เค้กผลไม้	20-28	72-80	0.73-0.83
5. ผลิตภัณฑ์นม	นมข้นหวาน	30	70	0.83
6. ผักดองเค็มและ เปรี้ยว	ผักดองน้ำส้มสายชู	76-79	10-24	0.79-0.94
	มะกอกดอง			
7. เนื้อสัตว์	ไส้กรอกหมัก	74	26	0.83-0.87
	แฮม			

ที่มา : Tilubry (1976)

#### 10. การประกันคุณภาพอาหารความชื้นปานกลาง

อาหารความชื้นปานกลางเป็นอาหารที่เก็บรักษาโดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิต่ำ แต่เพื่อรับประกันความปลอดภัยในด้านจุลินทรีย์ และสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลาประมาณ 6 เดือน ดังนั้นการประกันคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์จึงมักสนใจไปที่การใช้สัญลักษณ์ และการปฏิบัติที่ดีในกระบวนการผลิต เช่น การเตรียมการผลิตในสภาวะที่ปลอดเชื้อ รวมถึงการใช้ HACCP (Hazard analysis critical control point) ในกระบวนการผลิตร่วมกับปัจจัยการผลิตอื่นๆ (Leistner, 1994) เนื่องจากระบบ HACCP เป็นระบบที่สามารถใช้ในการประกันความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหาร และอาหารมีความเสี่ยงน้อย (Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association, 1992) เพราะสามารถจำแนกแยกแยะปัญหา ประเมิน วิเคราะห์ และควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในกระบวนการผลิตอาหาร แม้ว่ายังไม่เคยมีปัญหามาก่อน นอกจากนี้ยังเป็นการปรับเปลี่ยนจากการตรวจสอบ

ผลิตภัณฑ์ มาเป็นการวิเคราะห์และป้องกันผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อให้เกิดความมั่นใจถึง ประสิทธิภาพของการดำเนินงานด้านอื่นในกระบวนการผลิต เช่น การควบคุมคุณภาพ ระบบ การทำความสะอาด และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ แต่การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก็ยังมี ความจำเป็นในบางวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการพิสูจน์

คณะกรรมการ Food Hygiene Committee ของ Codex Alimentarius Commission ได้ร่างมาตรฐานของระบบ HACCP และสนับสนุนให้ประเทศสมาชิกนำระบบ HACCP มาใช้ ในอุตสาหกรรมอาหาร มาตรฐานดังกล่าวนี้ได้รับการยอมรับในปี พ.ศ. 2534 และปี พ.ศ. 2535 ได้มีการแก้ไขโดย The National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food ในการประชุมครั้งที่ 29 ได้มีการปรับเปลี่ยนเล็กน้อยและระบุให้ใช้ได้ โดยแคนาดาและสหภาพ ยุโรปได้ออกกฎหมายให้มีผลบังคับใช้ระบบ HACCP สำหรับผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่นำเข้าในปี 2539 นอกจากนี้ US Food and Drug Administration กำหนดมาตรการบังคับให้ผู้ผลิตใน ประเทศ ผู้นำเข้า และผู้ผลิตผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่นำเข้าสู่สหรัฐฯใช้ระบบ HACCP เมื่อ 18 ธันวาคม 2540 สำหรับประเทศไทยมีการบังคับใช้ HACCP เฉพาะผู้ผลิตภายในประเทศตั้งแต่ ปี 2539 (ศิริลักษณ์ สุวรรณรังษี, 2538) นอกจากนี้ยังมีการใช้ระบบป้องกันคุณภาพอย่างอื่น เช่น ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นผู้นำเข้าสินค้าผลิตภัณฑ์อาหารทะเลจากไทยมีกฎหมาย Food Sanitation Law เกี่ยวกับมาตรฐานอาหารและสุขอนามัยและกฎหมาย Public Liability Law of Japan เกี่ยวกับความรับผิดชอบต่อผลิตภัณฑ์เพื่อคุ้มครองผู้บริโภค (กันตภา จิตตั้งสมบูรณ์, 2541)

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพัฒนากิจกรรมวิธีการผลิตปลาคุณภาพขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส
2. ศึกษาการยอมรับ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาคุณภาพขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ระหว่างการเก็บรักษา
3. เพื่อเป็นข้อมูลในการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ปลาคุณภาพในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

## บทที่ 2

### วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

#### วัสดุ

1. ปลาทูน่า (Skipjack Tuna) เป็นชนิดสดแช่เยือกแข็ง และชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำจนกระทั่งอุณหภูมิถึงกลางตัวปลาเท่ากับ 65 องศาเซลเซียส จากบริษัทโชติวัฒน์ อุตสาหกรรมการผลิต จำกัด (มหาชน) อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
2. เครื่องปรุงรส ประกอบด้วย ซอสถั่วเหลือง ชিং กระเทียม หอมหัวใหญ่ น้ำตาล น้ำส้มสายชู และ กลิเซอรอล
3. บรรจุกัณท์ : ถุงพลาสติก Hevel vacuum bag ขนาด 18x29 เซนติเมตร จากบริษัท ยูโรแพค จำกัด
4. วัสดุ และเคมีภัณฑ์ สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี
5. วัสดุ และอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

#### อุปกรณ์

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ ได้แก่
  - ห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
  - เต่าแก๊ส
  - อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
  - เทอร์โมมิเตอร์
2. อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ได้แก่
  - เครื่องอบไฟฟ้า ยี่ห้อ Memmert รุ่น UM 500
  - เครื่องวัดค่าสี Juki รุ่น JP 7100 F
  - เครื่องวัดค่า Water activity รุ่น TH 200
  - เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง ยี่ห้อ PR รุ่น PHM 61a

- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT2i

3. อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์
4. อุปกรณ์สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

## วิธีการ

### 1. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของปลาทูน่า

1.1 ปริมาณโปรท แคดเมียม และตะกั่ว (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์เฉพาะในปลาทูน่าสด แช่เยือกแข็ง ณ ห้องปฏิบัติการของบริษัทโซติวัฒน์อุตสาหกรรมการผลิต จำกัด (มหาชน)

1.2 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เกลือ โดยวิธี A.O.A.C. (1990) และปริมาณ สีสตามีนโดยวิธี A.O.A.C. (1995) ค่า Aw ด้วยเครื่องวัดค่า Water activity ในปลาทูน่าสด แช่เยือกแข็ง และปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทำการตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1.3 ปริมาณจุลินทรีย์รวมทั้งหมด โดยวิธี pour plate ปริมาณยีสต์ และรา โดยวิธี spread plate (Marvin, 1976) ปริมาณเชื้อ *Cl. botulinum* (Fish Inspection and Quality Control Division, Department of Fisheries, 1995) และ *S. aureus* (A.O.A.C., 1995)

### 2. การพัฒนากระบวนการผลิต

2.1 กรรมวิธีการผลิตปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ประกอบด้วย ขั้นตอนการผลิตดังรูป 4 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ก. การเตรียมวัตถุดิบ

- ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง ทำการละลายโดยการวางปลาไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่ง อุณหภูมิในตัวปลาอยู่ระหว่าง 0-5 องศาเซลเซียส แยกเนื้อออกจากหนังและก้าง แล้วนำเนื้อ ปลาที่แยกได้มาหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋ารูปร่าง 2.5x2.5x2.5 เซนติเมตร

- ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ แยกเนื้อขาวออกจากเนื้อดำ ก้าง และหนัง นำ ส่วนของเนื้อขาวมาหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋ารูปร่าง 2.5x2.5x2.5 เซนติเมตร

ข. การเตรียมซอสถั่วเหลืองปรุงรส ดัดแปลงจาก Brockmann (1970) ซึ่งประกอบด้วย กลีเซอรอลร้อยละ 22 ซอสถั่วเหลืองร้อยละ 35.36 น้ำตาลร้อยละ 17.68 น้ำส้มสายชูร้อยละ 11.06 น้ำร้อยละ 12.82 ซิงค์ร้อยละ 0.88 หอมหัวใหญ่ร้อยละ 0.88 และกระเทียมร้อยละ 0.88 นำส่วนผสมทั้งหมดไปต้มเคี่ยวที่อุณหภูมิ  $105 \pm 3$  องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้ค่า Aw อยู่ระหว่าง 0.5-0.6

ค. การผลิตปลาทูนาคความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

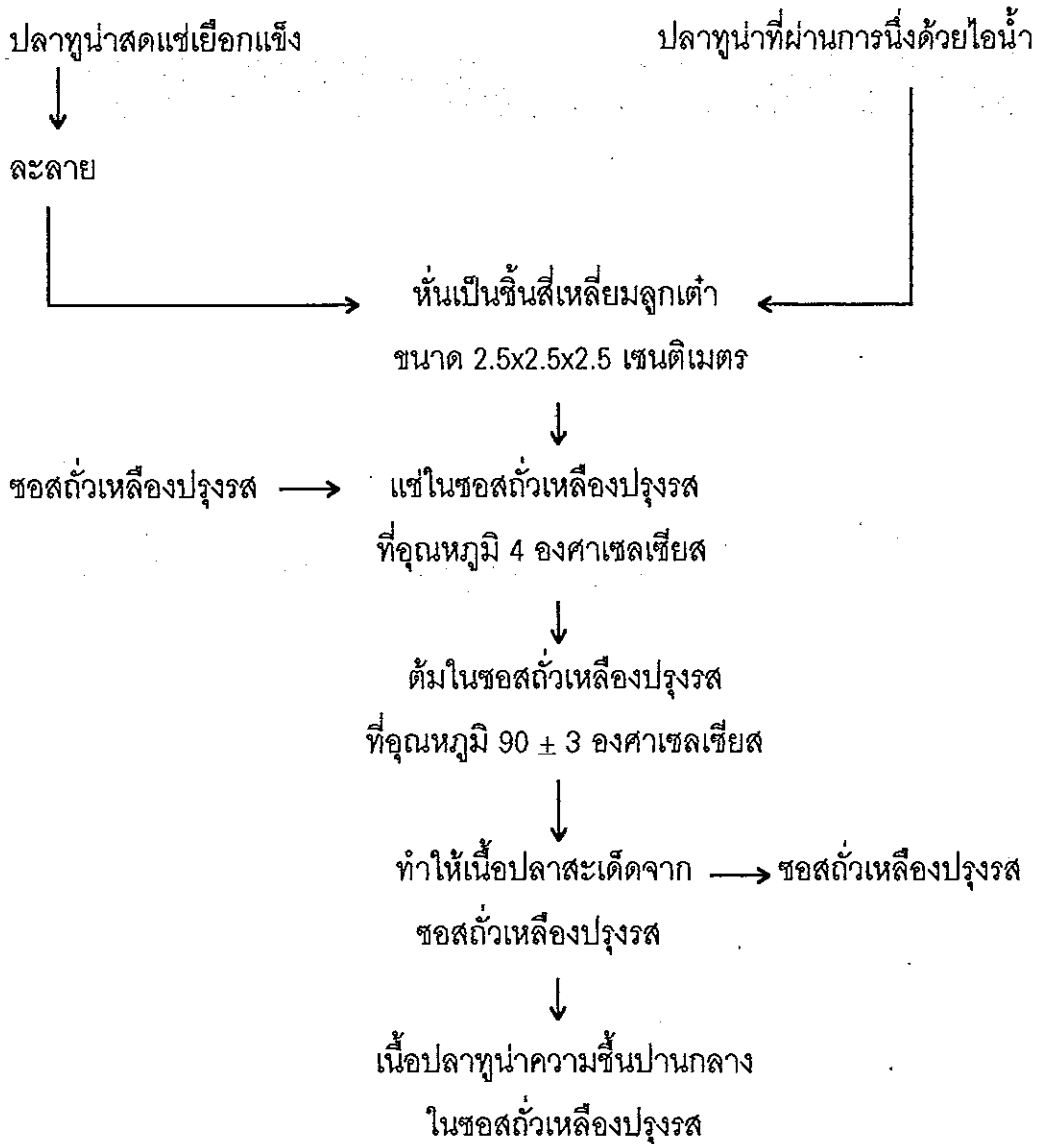
นำเนื้อปลาแต่ละประเภทที่เตรียมจากข้อ ก มาแช่ในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เตรียมจากข้อ ข. ด้วยอัตราส่วนของเนื้อปลา 1 ส่วนต่อซอสถั่วเหลืองปรุงรส 3 ส่วน (หนักต่อน้ำหนัก) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างๆ กัน ก่อนนำไปต้มที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียส โดยใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลาต่างๆ กัน แล้วทำให้เนื้อปลาสะเด็ดจากซอสถั่วเหลืองปรุงรสทันที ด้วยตะแกรงที่มีช่องกว้างขนาด 4x4 มิลลิเมตร เป็นเวลา 30 วินาที ก่อนทำการบรรจุขณะร้อนในถุงพลาสติก Hevel vacuum bag ด้วยระบบสุญญากาศ

2.2 ศึกษาปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

- ระยะเวลาการแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่ 0 12 และ 24 ชม.
- ระยะเวลาการต้ม หลังการแช่ในซอสถั่วเหลือง ที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียส โดยใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 60 และ 80 นาที สำหรับปลาทูนาคแช่เยือกแข็ง ส่วนปลาทูนาคที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำใช้เวลาในการต้ม 80 และ 100 นาที ตามลำดับ

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD มีชุดการทดลองทั้งหมด 6 ชุด สำหรับเนื้อปลาแต่ละประเภท นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจวัดคุณภาพ ประกอบด้วย ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี Juki ค่า Aw ด้วยเครื่องวัดค่า Water activity และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วจำนวน 10 คน ทำการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis : QDA) (ไพโรจน์ วิริยจारी, 2535) ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่นคาวปลา กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม ความฉ่ำ เนื้อสัมผัส และคะแนนการยอมรับรวม นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ เพื่อคัดเลือกชุดการทดลองที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด พร้อมทั้งการศึกษาเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการด้วยวิธีแบบเรโซโพรไฟล์ (Ratio Profile Test : RPT) (ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย, 2531) นำค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างค่าคะแนนตัวอย่าง (S) กับ ค่าในอุดมคติ (I)

ของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษามาแสดงเป็นภาพใยแมงมุม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุดต่อไป



รูป 4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกความชื้นปานกลางในชอสถัวเหลืองปรุงรส

### 2.3 การพัฒนาสูตรของสัถ์เหลืองปรุงรส

นำเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ในอุดมคติของผู้บริโภคที่ได้จากข้อ 2.2 มาเป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรของสัถ์เหลืองปรุงรสให้เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภทด้วยการเพิ่มหรือลดปริมาณเครื่องปรุงรสให้สอดคล้องกับลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทางด้าน สี กลิ่นคาวปลา กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม ความฉ่ำ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วจำนวน 10 คน นำคะแนนที่ได้มาหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างค่าคะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าอุดมคติ (I) ของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษา วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติ (S/I) และอัตราส่วนของค่าในอุดมคติ (I/I) โดยวิธี T-test (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) ปรับปรุงจนกระทั่งอัตราส่วนเฉลี่ยของ S/I มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติจากอัตราส่วนของ I/I

### 3. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความขึ้นปานกลางในซอสัถ์เหลืองปรุงรส

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาจนเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในข้อ 2.3 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นประชาชนที่มีอายุ 20-50 ปีในเขตอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน (อัตราส่วนเพศชายต่อเพศหญิง 30:70) โดยการออกแบบสอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับ ผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการบริโภค และความชอบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่นคาวปลา กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม ความฉ่ำ ความแน่นเนื้อ และการยอมรับรวม ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale ที่ประกอบด้วย 7 ระดับคะแนน กำหนดให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ไปจนถึงระดับคะแนน 7 หมายถึง ชอบมากที่สุด (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยในปัจจัยที่ทำการศึกษา

#### 4. กำหนดสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง ปรุงรส

ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส มีค่า Aw อยู่ในช่วง 0.60-0.90 จึงมีความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของ *S. aureus* ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพการพาสเจอร์ไรซ์อาหารความชื้นปานกลาง ดังนั้นจึงทำการศึกษาสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่สามารถทำลายเชื้อ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งกำหนดให้มีสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่  $D_{\infty}$  องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.1 - 2.5 นาที และค่า Z เท่ากับ 5 - 9 องศาเซลเซียส (Pawsey, et al., 1976) โดยมีการเตรียมชุดทดลองดังนี้คือ

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาจากข้อ 2.3 มาบรรจุขณะร้อนในถุงพลาสติก Hevel vacuum bag โดยใช้ตัวอย่างหนัก  $200 \pm 3$  กรัม เติมเชื้อ *S. aureus* ที่ทราบปริมาณแน่นอน (ประมาณ  $10^5$  เซลล์) (Lotter, et al., 1978) คลุกเคล้าให้เข้ากันปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ และพาสเจอร์ไรซ์ด้วยการจุ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ( $82 \pm 3$  องศาเซลเซียส) จนอุณหภูมิที่กลางชิ้นปลาเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 15 20 25 และ 30 นาที บันทึกอุณหภูมิของตัวอย่างชิ้นปลาทุกๆ 30 วินาที เมื่อครบกำหนดเวลาพาสเจอร์ไรซ์แล้วทำให้เย็นด้วยน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง วิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* (A.O.A.C., 1995) ที่รอดชีวิตจากการพาสเจอร์ไรซ์ ทำการเตรียมผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่กล่าวมาแล้ว แต่ไม่มีการเติมเชื้อ *S. aureus* กำหนดเวลาที่ทำให้จำนวนเชื้อเริ่มต้นเหลือเพียง 1 เซลล์ ในผลิตภัณฑ์ 1 ถุงจากผลิตภัณฑ์ 1,000 ถุง หลังจากผ่านการพาสเจอร์ไรซ์จากสูตรต่อไปนี้ (Stumbo, 1973)

$$t = D (\log a - \log b)$$

เมื่อ  $t$  = เวลา (นาที) ที่ใช้ในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่  $T$

$a$  = จำนวนเซลล์เริ่มต้น

$b$  = จำนวนเซลล์ที่รอดชีวิตหลังให้ความร้อน

5. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา จากข้อ 2.3 มาบรรจุในถุง Hevel vacuum bag (น้ำหนัก  $200 \pm 3$  กรัม) ขณะร้อน แล้วปิดผนึก ด้วยระบบสุญญากาศ แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 นำไปพาสเจอร์ไรซ์ใน อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่  $82 \pm 3$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ส่วนที่ 2 ไม่ทำการ พาสเจอร์ไรซ์ หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาในสภาวะปกติที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน ทำ การประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุกๆ 2 สัปดาห์ ดังนี้คือ

ก. คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณทีปีเอ (Thiobarbituric acid) (Egan, et al., 1981) ปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 1990) สำหรับปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ และฮีสดามีน (A.O.A.C., 1995) ทำการวิเคราะห์เฉพาะในผลิตภัณฑ์เริ่มต้น และวันสุดท้ายของการเก็บ รักษา

ข. คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่า Aw และเนื้อสัมผัส

ค. คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์รวมทั้งหมดโดยวิธี pour plate (A.O.A.C., 1990) ปริมาณยีสต์ และรา โดยวิธี spread plate (Marvin, 1976) สำหรับปริมาณ เชื้อ *Cl. botulinum* และ *S. aureus* (A.O.A.C., 1995) ทำการวิเคราะห์ทุก 30 วัน ของการเก็บ รักษา

ง. คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำวิธีเดียวกับข้อ 2.3 ประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่นคาวปลา กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ กลิ่นหืน ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำ และการยอมรับ รวมโดยให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วจำนวน 12 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความ แปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ DMRT (Duncan, 1955)

6. การวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤตของกระบวนการผลิตปลาหมึกแช่แข็ง  
กลางในซองถั่วเหลืองปรุงรส ตามหลักการของ Codex Alimentarius Commission of Food  
Hygiene (1996) ดังนี้คือ

6.1 การวิเคราะห์อันตราย ทำการเตรียมแผนภูมิการผลิต ซึ่งแสดงขั้นตอนต่างๆ ใน  
กระบวนการผลิต วิเคราะห์จุดอันตราย พร้อมทั้งระบุวิธีการหรือตัวชี้วัด

6.2 กำหนดจุดวิกฤตและจุดควบคุม(Critical Control Points and Control Points) ใน  
กระบวนการผลิตโดยใช้ decision tree

6.3 กำหนดระดับของความเสียหายที่ยอมรับได้ หรือขอบเขตสูงสุดหรือระดับเป้าหมาย  
ของอันตราย เพื่อให้มั่นใจว่าอันตรายหรือความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ต้องการควบคุม

6.4 การจัดทำระบบการติดตามผล เพื่อตรวจระดับอันตรายและความเสี่ยง ณ จุด  
วิกฤตเพื่อตรวจสอบว่าการดูแลรักษาหรือการแปรรูป ณ จุดวิกฤตนั้นได้ทำอย่างถูกต้อง

6.5 จัดหาวิธีการแก้ไขเมื่อผลของการควบคุมจุดวิกฤตนั้นๆ ไม่ได้ตามระดับที่กำหนด

6.6 กำหนดวิธีการเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินการตามหลักการและการ  
ประยุกต์ใช้

6.7 กำหนดวิธีการตรวจพิสูจน์ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤตของ  
กระบวนการ

### บทที่ 3

#### ผลและวิจารณ์

1. องค์ประกอบและคุณภาพของเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพื้นฐานในเนื้อปลาทูน่าโอแถบสดแช่เยือกแข็งที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อสีดําและกล้ามเนื้อสีขาว (ตาราง 8) พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 75.37 ไขมันร้อยละ 8.39 เถ้าร้อยละ 6.89 (น้ำหนักแห้ง) และความชื้นร้อยละ 75.44 ในขณะที่กล้ามเนื้อสีขาวของปลาอัลบาคอร์สดมีโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 68.64 - 88.55 6.15 - 9.74 4.15 - 4.84 (น้ำหนักแห้ง) และ 69.42 - 70.02 ตามลำดับ (Perez-Villarreal and Pozo, 1990 : Castrillon, *et al.*, 1996) เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละประเภท ชนิด ตำแหน่งร่างกาย ฤดูกาล เพศ และบริเวณที่สัตว์น้ำอาศัย เป็นต้น (นงลักษณ์ สุทธิวิช, 2531) ส่วนเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำเป็นส่วนหนึ่งของกล้ามเนื้อสีขาวของปลาทูน่าโอแถบเกิดการสูญเสีย น้ำ ไขมัน และสารประกอบที่ละลายน้ำไปบางส่วนจากขั้นตอนการนึ่งเนื้อปลาด้วยไอน้ำ จึงส่งผลให้มีปริมาณไขมันร้อยละ 6.63 เถ้าร้อยละ 6.00 (ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Stanby (1982)) โดยน้ำหนักแห้ง และความชื้นร้อยละ 68.03 ตํ่ากว่าเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง นอกจากนี้เนื้อปลาดังกล่าวยังผ่านการแยกกล้ามเนื้อสีดํ่า ซึ่งเป็นส่วนที่มีไขมันและความชื้นสูงออกจากกล้ามเนื้อสีขาว ทำให้ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ 76.17) และเกลือ (ร้อยละ 2.94) เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาทูน่าชนิดสดแช่เยือกแข็ง

เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ มีค่า Aw เท่ากับ 0.99 และ 0.97 และพีเอชเท่ากับ 5.48 และ 5.17 ตามลำดับ ตรวจพบฮีสตามีนเฉพาะในเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งเท่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะเนื้อปลาดังกล่าวยังไม่ผ่านความร้อน อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ decarboxylase ยังคงสามารถเจริญร่วมกับจุลินทรีย์ประเภทอื่น และสร้างเอนไซม์ดังกล่าวขึ้น รวมทั้งเอนไซม์จากตัวปลาเองไปย่อยสลายกรดอะมิโนฮีสติดีนในเนื้อปลาทูน่าเกิดเป็นฮีสตามีนขึ้น แต่ปริมาณฮีสตามีนที่ตรวจพบอยู่ในเกณฑ์กำหนดคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง (สำนักงานมาตรฐาน

ตาราง 8 องค์ประกอบและคุณภาพของเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

องค์ประกอบ	เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง	เนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ
<b>ทางกายภาพ</b>		
วอเตอร์แอกติวิตี้	0.99±0.01 <sup>1</sup>	0.97±0.00 <sup>1</sup>
พีเอช	5.48±0.00	5.17±0.01
<b>ทางเคมี</b>		
โปรตีน (ร้อยละ) <sup>2</sup>	75.37±0.05	76.17±0.29
ไขมัน (ร้อยละ) <sup>2</sup>	8.39±0.35	6.63±0.20
เถ้า (ร้อยละ) <sup>2</sup>	6.89±0.20	6.00±0.15
ความชื้น (ร้อยละ)	75.44±0.14	68.03±0.32
ทีบีเอ (มก. มาโลนัลดีไฮด์ต่อ กก. ตัวอย่าง) <sup>2</sup>	16.01±0.15	13.40±0.53
เกลือ (ร้อยละ) <sup>2</sup>	2.09±0.19	2.94±0.03
ปรอท (พีพีเอ็ม)	<0.13	ไม่ตรวจวิเคราะห์
แคดเมียม (พีพีเอ็ม)	<0.05	ไม่ตรวจวิเคราะห์
ตะกั่ว (พีพีเอ็ม)	<0.25	ไม่ตรวจวิเคราะห์
ฮีสตามีน (พีพีเอ็ม) <sup>2</sup>	7.35±0.00	ตรวจไม่พบ
<b>ทางจุลินทรีย์</b>		
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	1.80±1.00×10 <sup>4</sup>	1.48±0.58 ×10 <sup>6</sup>
ยีสต์ (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	1.95±0.71×10 <sup>3</sup>
รา (โคโลนี/กรัม)	<10±1.00	<10±1.00
<i>S. aureus</i> (เอ็มพีเอ็นต่อกรัม)	14	75
<i>Cl. botulinum</i>	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ<sup>2</sup> คำนวณจากน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

อุตสาหกรรม, 2530) คือระดับ 100 พีพีเอ็ม ซึ่งถือว่ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ส่วนปริมาณโลหะหนักทำการตรวจวิเคราะห์เฉพาะในเนื้อปลาทูนัสสดแช่เยือกแข็ง ได้แก่ ปรอทมีค่าน้อยกว่า 0.13 แคดเมียมมีค่าน้อยกว่า 0.05 และตะกั่วมีค่าน้อยกว่า 0.25 พีพีเอ็มตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ในเนื้อปลาทูนัสสดแช่เยือกแข็ง (ตาราง 8) พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $1.8 \times 10^4$  โคโลนีต่อกรัม ราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และ *S. aureus* 14 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ตรวจไม่พบยีสต์ และ *Cl. botulinum* ส่วนเนื้อปลาทูนัสที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมด  $1.48 \times 10^6$  โคโลนีต่อกรัม ยีสต์  $1.95 \times 10^3$  โคโลนีต่อกรัม ราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *S. aureus* 14 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม และตรวจไม่พบ *Cl. botulinum*

## 2. การพัฒนากระบวนการผลิต

### 2.1 ผลของเวลาการแช่และเวลาการต้มต่อคุณภาพของปลาทูนัสความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

#### ก. เนื้อปลาทูนัสที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

การศึกษาผลของการแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เวลาแตกต่างกันคือ 0 12 และ 24 ชั่วโมง และเวลาการต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เวลาแตกต่างกันคือ 80 และ 100 นาที พบว่าเวลาการแช่และการต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ซอสถั่วเหลืองปรุงรสสามารถซึมเข้าไปในเนื้อปลาได้มากขึ้น ส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตาราง 9) ดังนี้ คือคะแนน S/I ของกลิ่นคาวปลา รสหวาน รสเค็มและความแน่นเนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตารางผนวก ค1) ส่วนค่าสี กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ และความฉ่ำมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาในการแช่และการต้ม สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสี และ Aw ด้วยเครื่องมือ (ตาราง 10) คือเมื่อเวลาการแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสเพิ่มขึ้น เนื้อปลามีค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ลดลง แสดงว่าตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้น ส่วนค่า Aw มีค่าลดลง ( $P < 0.05$ ) (ตารางผนวก ค2) เมื่อเวลาการแช่และต้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของวอเตอร์แอคทิวิตีในเนื้อปลา และ

ตาราง 9 ผลของเวลาแช่และต้มต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

เวลา		คะแนนการยอมรับ <sup>1</sup>								
ต้ม (นาที)	แช่ (ชม)	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ	การยอมรับรวม
80	0	0.79 <sup>a*</sup>	0.85 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>	1.04 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.84 <sup>b</sup>	0.90 <sup>a</sup>
	12	0.88 <sup>b</sup>	1.02 <sup>a</sup>	1.00 <sup>b</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.88 <sup>ab</sup>	0.87 <sup>a</sup>
	24	1.55 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	0.83 <sup>ab</sup>	1.04 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>
100	0	0.80 <sup>c</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.97 <sup>b</sup>	0.97 <sup>b</sup>	0.88 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.89 <sup>ab</sup>	0.90 <sup>a</sup>
	12	0.96 <sup>b</sup>	0.98 <sup>a</sup>	1.18 <sup>a</sup>	1.07 <sup>ab</sup>	0.88 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>	0.86 <sup>b</sup>
	24	1.61 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.11 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.88 <sup>ab</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 15 คน

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ที่ใช้เวลาต้มเท่ากัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ซอสถั่วเหลืองปรุงรสทำให้เกิดการแพร่ของน้ำซอสถั่วเหลืองปรุงรสเข้าไปยังเนื้อปลาทูน่า และเกิดการออกซิเดชันของน้ำในเนื้อปลาไปยังซอสถั่วเหลืองปรุงรส (Favetto, 1986)

ตาราง 10 ผลการแช่และต้มต่อค่าสีและค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลาง ในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

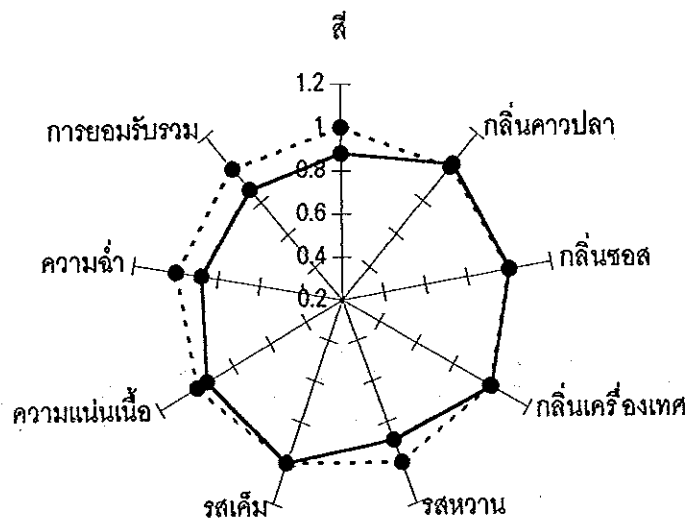
เวลา		ค่า			$A_w^2$
ต้ม (นาที)	แช่ (ชม)	$L^1$	$a^1$	$b^1$	
80	0	19.18±0.81 <sup>a*</sup>	1.21±0.16 <sup>a</sup>	1.48±0.56 <sup>a</sup>	0.87±0.01 <sup>a</sup>
	12	18.45±0.10 <sup>ab</sup>	0.96±0.05 <sup>ab</sup>	0.91±0.05 <sup>b</sup>	0.86±0.00 <sup>a</sup>
	24	18.29±0.44 <sup>b</sup>	0.73±0.27 <sup>b</sup>	0.63±0.34 <sup>b</sup>	0.81±0.01 <sup>b</sup>
100	0	18.82±0.18 <sup>a</sup>	1.00±0.20 <sup>a</sup>	1.19±0.17 <sup>a</sup>	0.88±0.03 <sup>a</sup>
	12	18.55±0.38 <sup>a</sup>	0.88±0.23 <sup>ab</sup>	0.87±0.31 <sup>ab</sup>	0.87±0.00 <sup>a</sup>
	24	18.07±0.20 <sup>a</sup>	0.62±0.17 <sup>b</sup>	0.45±0.15 <sup>b</sup>	0.80±0.01 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ที่ใช้เวลาต้มเท่ากัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

อย่างไรก็ตามคะแนน S/I ของการยอมรับรวมของเนื้อปลาทุกตัวอย่างมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ( $P<0.05$ ) (ตารางผนวก ค1) แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยคุณภาพทุกด้านประกอบกัน พบว่าเนื้อปลาที่ผ่านการแช่ในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปต้มที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที เป็นตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับที่เข้าใกล้จุดมคติของจำนวนหลายปัจจัยมากที่สุดดังแสดงในรูป 5 ดังนั้นจึงคัดเลือกสถานะการผลิตดังกล่าว เพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนการพัฒนาสูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรสต่อไป



----- คะแนนในอุดมคติ

————— คะแนนของตัวอย่าง

รูป 5 ค่าโครงสร้างปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง  
ปรุงรส จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

#### ข. เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง

การศึกษาผลของการแช่เนื้อปลาสดแช่เยือกแข็งในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เวลาแตกต่างกันคือ 0 12 และ 24 ชั่วโมง และเวลาการต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เวลาแตกต่างกันคือ 60 และ 80 นาที พบว่าเวลาการแช่และการต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ซอสถั่วเหลืองปรุงรสสามารถซึมเข้าไปในเนื้อปลาได้มากขึ้น ส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตาราง 11) ดังนี้ คือคะแนนการยอมรับของสี กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ และความแน่นเนื้อมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาการแช่ ส่วนคะแนนการยอมรับของกลิ่นคาวปลา รสเค็ม และความจืดลดลง แต่การยอมรับรวมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตารางผนวก ค3) ส่วนเวลาในการต้มไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสี และค่า Aw เมื่อวัดด้วยเครื่องมือ (ตาราง 12) พบว่าเวลาการแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ( $P < 0.05$ ) ลดลงซึ่งหมายถึง เนื้อปลามีสีคล้ำขึ้น ค่า Aw ลดลง ( $P < 0.05$ ) (ตารางผนวก ค4) อยู่ในช่วง 0.84 - 0.93 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของวอเตอร์แอคทิวิตี้ใน

ตาราง 11 ผลของเวลาแช่และต้มต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง

เวลา		คะแนนการยอมรับ <sup>1</sup>								
ต้ม (นาที)	แช่ (ชม)	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ	การยอมรับรวม
60	0	0.86 <sup>b*</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.82 <sup>b</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.89 <sup>b</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>
	12	0.97 <sup>a</sup>	0.92 <sup>ab</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.83 <sup>b</sup>	0.85 <sup>a</sup>
	24	1.03 <sup>a</sup>	0.86 <sup>b</sup>	0.95 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	0.88 <sup>b</sup>	1.07 <sup>a</sup>	0.72 <sup>c</sup>	0.81 <sup>a</sup>
80	0	0.88 <sup>b</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.87 <sup>b</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.91 <sup>b</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.84 <sup>a</sup>
	12	1.04 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	0.74 <sup>b</sup>	0.84 <sup>a</sup>
	24	1.05 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	0.70 <sup>b</sup>	0.80 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 10 คน (3 ซ้ำ)

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ที่ใช้เวลาต้มเท่ากัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

เนื้อปลา ดังที่ได้อธิบายไว้ในผลของการพัฒนากระบวนการผลิตสำหรับเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

ถึงแม้ว่าเนื้อปลาทุกตัวอย่างได้รับคะแนนการยอมรับรวมที่ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่จากการสังเกตพบว่าตัวอย่างที่แช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปต้มที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที เป็นตัวอย่างที่ได้รับคะแนนการยอมรับในหลายปัจจัยที่เข้าใกล้อุดมคติและมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด ดังรูป 6 ดังนั้นจึงคัดเลือกสภาวะการผลิตดังกล่าวเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนการพัฒนาสูตรซอสถั่วเหลืองต่อไป

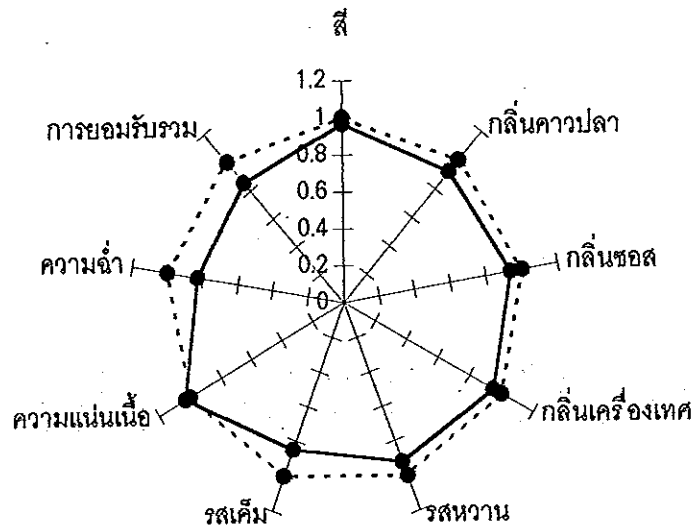
ตาราง 12 ผลการแช่และต้มต่อความแน่นเนื้อ สี  $A_w$  และ พีเอช ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง

เวลา (นาที)	ความแน่นเนื้อ (นิเวตน์/วินาที) (ชม.)	ค่า			$A_w^2$	พีเอช <sup>2</sup>	
		$L^1$	$a^1$	$b^1$			
60	0	$9.05 \pm 0.63^{c*}$	$18.47 \pm 0.39^a$	$1.67 \pm 0.35^a$	$1.69 \pm 0.32^a$	$0.93 \pm 0.00^a$	$5.60 \pm 0.01^a$
	12	$12.74 \pm 1.12^b$	$17.66 \pm 0.31^b$	$1.20 \pm 0.24^b$	$0.95 \pm 0.23^b$	$0.89 \pm 0.01^b$	$5.53 \pm 0.03^b$
	24	$17.07 \pm 3.27^a$	$17.22 \pm 0.35^c$	$1.12 \pm 0.31^b$	$0.71 \pm 0.47^b$	$0.86 \pm 0.00^c$	$5.56 \pm 0.00^{ab}$
80	0	$10.99 \pm 1.12^c$	$18.65 \pm 0.26^a$	$1.33 \pm 0.32^a$	$1.70 \pm 0.26^a$	$0.92 \pm 0.01^a$	$5.54 \pm 0.03^a$
	12	$17.72 \pm 1.12^b$	$17.42 \pm 0.38^b$	$1.12 \pm 0.14^{ab}$	$0.88 \pm 0.28^b$	$0.87 \pm 0.01^b$	$5.49 \pm 0.01^b$
	24	$25.18 \pm 1.87^a$	$17.03 \pm 0.30^b$	$0.94 \pm 0.19^b$	$0.48 \pm 0.23^c$	$0.84 \pm 0.00^c$	$5.57 \pm 0.00^a$

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 6 ซ้ำ

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ที่ใช้เวลาดำเนินการเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )



---- คะแนนในอุดมคติ

— คะแนนของตัวอย่าง

รูป 6 ค่าโครงปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหูนาความขึ้นปานกลางในชอสถ้วยเหลือง  
ปรุงรส จากปลาหูนาสดแช่เยือกแข็ง

## 2.2. การพัฒนาสูตรชอสถ้วยเหลืองปรุงรส

### ก. เนื้อปลาหูนาที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

การพัฒนาสูตรชอสถ้วยเหลืองปรุงรส โดยอาศัยค่าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์จากรูป 5 พบว่าควรมีการปรับปริมาณส่วนผสมที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ น้ำตาล ชอสถ้วยเหลือง และส่วนผสมของเครื่องเทศ (กระเทียม หอมหัวใหญ่ และขิง อัตราส่วน 1:1:1) โดยให้ส่วนผสมทั้ง 3 อย่างรวมกันเป็นร้อยละ 100 กำหนดให้มีการใช้น้ำตาล ร้อยละ 50 ชอสถ้วยเหลืองร้อยละ 41 - 49 และส่วนผสมของเครื่องเทศร้อยละ 1-9 สำหรับส่วนผสมอื่นๆ ให้มีการใช้ในปริมาณที่คงที่ สามารถออกแบบสูตรชอสถ้วยเหลืองปรุงรสได้ 5 สูตร (ตาราง 13) นำมาผลิตผลิตภัณฑ์โดยใช้สภาวะการผลิตที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.1 ก ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสครั้งที่ 1 (ตาราง 14) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณชอสถ้วยเหลืองในชอสถ้วยเหลืองปรุงรส ทำให้ตัวอย่างเนื้อปลามีสีคล้ำขึ้น กลิ่นชอส กลิ่นเครื่องเทศ และรสเค็มเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้ตัวอย่างมีกลิ่นคาวปลาและคะแนนการ

ยอมรับรวมลดลง ( $P < 0.05$ ) (ตารางผนวกค5) แต่ปริมาณการใช้ขอสถัวเหลืองที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อ รสหวาน ความฉ่ำ และความแน่นเนื้อของเนื้อปลาทุกตัวอย่าง ( $P > 0.05$ ) แต่จากการสังเกตพบว่าตัวอย่าง A1 B1 และ C1 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ใช้ขอสถัวเหลืองค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 41-45) มีคะแนนการยอมรับในหลายปัจจัยที่เข้าใกล้จุดมคติมากกว่าตัวอย่างที่ใช้ขอสถัวเหลืองในปริมาณสูง สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี และ Aw (ตาราง 15) คือ ตัวอย่างที่ใช้ขอสถัวเหลืองในปริมาณมากจะมีค่าสีเหลือง (b) ลดลง ( $P < 0.05$ ) (ตารางผนวก ค6) แสดงว่าตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้น และ Aw อยู่ในช่วง 0.77 - 0.87

ตาราง 13 ส่วนผสมของขอสถัวเหลืองปรุงรส สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในขอสถัวเหลืองปรุงรส (ครั้งที่ 1)

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรขอสถัวเหลืองปรุงรส <sup>1</sup>				
	A1	B1	C1	D1	E1
น้ำตาล	50	50	50	50	50
ขอสถัวเหลือง	45	43	41	49	47
ส่วนผสมของเครื่องเทศ	5	7	9	1	3
น้ำส้มสายชู	8	8	8	8	8
กลีเซอรอล	22	22	22	22	22
น้ำ	13	13	13	13	13

<sup>1</sup> น้ำตาล ขอสถัวเหลือง ส่วนผสมเครื่องเทศ รวมกันเป็น 100

ตาราง 14 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่าง ๆ (ครั้งที่ 1)

สูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรส	คะแนนการยอมรับ <sup>1</sup>								
	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ	การยอมรับรวม
A1	1.23 <sup>b*</sup>	1.17 <sup>b</sup>	1.07 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.13 <sup>ab</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	0.86 <sup>b</sup>
B1	1.04 <sup>a</sup>	1.00 <sup>ab</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.13 <sup>b</sup>	1.02 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.86 <sup>b</sup>
C1	1.25 <sup>b</sup>	1.02 <sup>ab</sup>	1.12 <sup>ab</sup>	1.03 <sup>ab</sup>	1.08 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.81 <sup>ab</sup>
D1	1.44 <sup>c</sup>	0.98 <sup>a</sup>	1.22 <sup>b</sup>	1.05 <sup>ab</sup>	0.96 <sup>a</sup>	1.36 <sup>b</sup>	1.04 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>
E1	1.29 <sup>b</sup>	0.92 <sup>a</sup>	1.12 <sup>ab</sup>	1.04 <sup>ab</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.28 <sup>b</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	0.79 <sup>ab</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 10 คน (3 ซ้ำ)

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตาราง 15 ค่าสี และค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ (ครั้งที่ 1)

สูตรซอสถั่วเหลือง ปรุงรส	ค่า			Aw <sup>2</sup>
	L <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	b <sup>1</sup>	
A1	17.24±0.33 <sup>ab*</sup>	0.97±0.24 <sup>a</sup>	0.83±0.26 <sup>abc</sup>	0.87±0.01
B1	17.63±0.31 <sup>b</sup>	1.18±0.29 <sup>a</sup>	1.20±0.44 <sup>c</sup>	0.79±0.00
C1	17.35±0.46 <sup>ab</sup>	1.07±0.27 <sup>a</sup>	0.97±0.35 <sup>bc</sup>	0.78±0.03
D1	16.89±0.32 <sup>a</sup>	0.88±0.11 <sup>a</sup>	0.50±0.15 <sup>a</sup>	0.77±0.02
E1	16.97±0.48 <sup>a</sup>	1.00±0.30 <sup>a</sup>	0.72±0.39 <sup>ab</sup>	0.81±0.01

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 6 ซ้ำ

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงส่วนผสมของซอสถั่วเหลืองปรุงรสเป็นครั้งที่ 2 ด้วยการปรับปริมาณการใช้ซอสถั่วเหลืองให้น้อยลง คืออยู่ในช่วงร้อยละ 41 - 45 น้ำตาลร้อยละ 50 และส่วนผสมของเครื่องเทศร้อยละ 5 - 9 ได้สูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรสใหม่ 5 สูตร (ตาราง 16) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในสูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่มีการพัฒนาสูตรครั้งที่ 2 (ตาราง 17) ปรากฏว่าตัวอย่าง D2 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ใช้ซอสถั่วเหลืองสูงสุด (ร้อยละ 45) มีกลิ่นซอสแรง เป็นผลให้คะแนนของการยอมรับรวมต่ำ ทำนองเดียวกับตัวอย่าง A2 B2 และ E2 ซึ่งใช้ซอสถั่วเหลืองร้อยละ 41 - 43 ทำให้ตัวอย่างมีสีน้ำตาลอ่อนและกลิ่นซอสน้อยกว่าที่ผู้ทดสอบต้องการ ทำให้คะแนนของการยอมรับรวมต่ำ สำหรับตัวอย่าง C2 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ใช้ซอสถั่วเหลืองร้อยละ 44 เป็นตัวอย่างที่มีคะแนนการยอมรับ S/I เข้าใกล้คะแนนในอุดมคติของผู้ทดสอบมากที่สุด สอดคล้องกับผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (ตาราง 18) คือ ตัวอย่างที่ใช้ซอสถั่วเหลืองมากทำให้มีค่าสีเหลือง (b) ลดลง (P < 0.05) (ตารางผนวก ค8) แสดงว่าตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้น Aw อยู่ในช่วง 0.73-0.81 และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.99-5.15

ตาราง 16 ส่วนผสมของซอสถั่วเหลืองปรุงรส สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วย  
ไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (ครั้งที่ 2)

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรส <sup>1</sup>				
	A2	B2	C2	D2	E2
น้ำตาล	50	50	50	50	50
ซอสถั่วเหลือง	43	41	44	45	42
ส่วนผสมของเครื่องเทศ	7	9	6	5	8
น้ำส้มสายชู	8	8	8	8	8
กลีเซอรอล	22	22	22	22	22
น้ำ	13	13	13	13	13

<sup>1</sup> น้ำตาล ซอสถั่วเหลือง ส่วนผสมเครื่องเทศ รวมกันเป็น 100

ตาราง 18 ค่าสี Aw และ พีเอช ของผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้น  
ปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ (ครั้งที่ 2)

สูตรซอสถั่ว เหลือง ปรุงรส	ค่า			Aw <sup>2</sup>	พีเอช <sup>2</sup>
	L <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	b <sup>1</sup>		
A2	17.85±1.02 <sup>a*</sup>	1.07±0.18 <sup>a</sup>	0.76±0.24 <sup>a</sup>	0.74±0.01	4.99±0.00
B2	18.24±0.19 <sup>a</sup>	1.49±0.20 <sup>c</sup>	1.49±0.23 <sup>c</sup>	0.81±0.00	5.14±0.01
C2	17.93±0.41 <sup>a</sup>	1.41±0.20 <sup>bc</sup>	1.24±0.32 <sup>bc</sup>	0.73±0.00	5.14±0.02
D2	17.60±0.50 <sup>a</sup>	1.17±0.33 <sup>ab</sup>	0.95±0.41 <sup>ab</sup>	0.79±0.0	5.15±0.00
E2	17.92±0.30 <sup>a</sup>	1.35±0.21 <sup>abc</sup>	1.29±0.34 <sup>bc</sup>	0.79±0.01	5.1±0.01

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 6 ซ้ำ

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ  
(P>0.05)

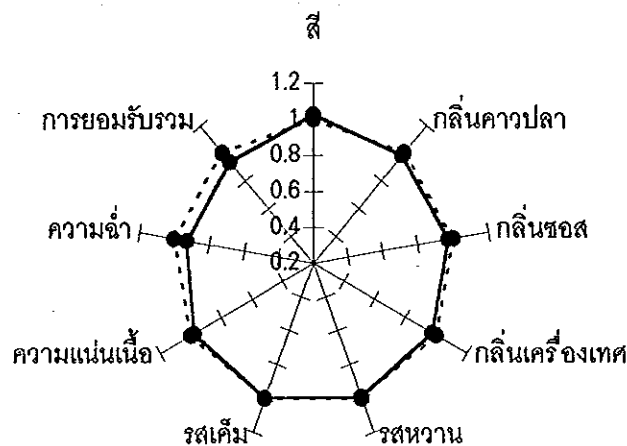
ตาราง 17 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส สูตรต่าง ๆ (ครั้งที่ 2)

สูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรส	คะแนนการยอมรับ <sup>1</sup>								
	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ	การยอมรับรวม
A2	1.05 <sup>a*</sup>	0.96 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	1.01 <sup>ab</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.87 <sup>ab</sup>
B2	0.94 <sup>d</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.93 <sup>b</sup>	0.97 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.97 <sup>ab</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.89 <sup>a</sup>
C2	1.02 <sup>ab</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.97 <sup>ab</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.93 <sup>c</sup>
D2	0.99 <sup>bc</sup>	0.98 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.84 <sup>b</sup>
E2	0.96 <sup>cd</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.94 <sup>b</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.98 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.98 <sup>b</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.87 <sup>ab</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 12 คน (3 ซ้ำ)

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนน S/I และ I/I จากตาราง 17 โดยวิธี T-test (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) ปรากฏว่าทุกตัวอย่างมีคะแนน S/I บางลักษณะที่แตกต่างจาก I/I ยกเว้นตัวอย่าง C2 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ใช้ขอสถัวเหลืองร้อยละ 44 มีคะแนน S/I ของทุกลักษณะมีค่าไม่แตกต่างจาก I/I ( $P>0.05$ ) และมีเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์เข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้ทดสอบมากที่สุดดังรูป 7 ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างสูตร C2 เป็นสูตรขอสถัวเหลืองปรุงรสเพื่อศึกษาสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์ต่อไป



----- คะแนนในอุดมคติ

————— คะแนนของตัวอย่างสูตรพัฒนา

รูป 7 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความขึ้นปานกลางในขอสถัวเหลืองปรุงรส (สูตรพัฒนา) จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

#### ข. เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง

เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งมีขั้นตอนการพัฒนาสูตรขอสถัวเหลืองปรุงรส เหมือนกับเนื้อปลาทูน่าชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ และใช้สูตรขอสถัวเหลืองปรุงรสที่ได้รับการพัฒนาจากข้อ 2.2 ก เป็นสูตรพื้นฐาน แต่เนื่องจากเนื้อปลาทูน่าชนิดสดแช่เยือกแข็งมีสีแดงคล้ำ และมีกลิ่นคาวมากกว่าเนื้อปลาทูน่าชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ จึงทำให้ต้องปรับปริมาณส่วนผสมของขอสถัวเหลืองปรุงรสใหม่ โดยทำการปรับลดปริมาณขอสถัวเหลืองให้อยู่ในช่วงร้อยละ 39-43 และเพิ่มปริมาณส่วนผสมของเครื่องเทศให้อยู่ในช่วงร้อยละ 7-11 โดยพัฒนาแนวความคิดมาจาก Collins และ Yu (1975) ที่พบว่า การเคลือบปลาตุ๋นทอดความชื้น

ปานกลางด้วยซอสที่มีสารสกัดจากกระเทียมเป็นส่วนประกอบ ทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ เนื่องจากซอสช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้สูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรส 5 สูตร ดังตาราง 19 นำมาผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส โดยแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสเป็นเวลา 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปต้มที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียส 80 นาที ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตาราง 20) พบว่าปริมาณซอสถั่วเหลืองในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้น ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อปัจจัยคุณภาพด้านอื่นๆ ( $P > 0.05$ ) (ตารางผนวก ค10) ส่วนผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างคะแนน S/I กับคะแนน I/I โดยวิธี T-test (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) พบว่าคะแนน S/I ของตัวอย่างสูตร A และ D มีคะแนนการยอมรับต่ำและแตกต่างจากค่าในอุดมคติ ( $P < 0.05$ ) เนื่องจากเป็นสูตรที่ใช้ซอสถั่วเหลืองในปริมาณสูง (ร้อยละ 42 - 43) ทำให้ตัวอย่างมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ดังตาราง 21 คือค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) มีค่าสูงขึ้น ความแน่นเนื้อมีค่าสูงขึ้น ส่วนตัวอย่างที่ใช้ซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B C และ E เป็นสูตรที่ใช้ซอสถั่วเหลืองร้อยละ 39-41 มีคะแนนการยอมรับของทุกปัจจัยไม่แตกต่างกัน (ตารางผนวก ค9) และไม่แตกต่างจากค่าในอุดมคติ ( $P > 0.05$ ) ดังรูป 8 ค่า Aw ของผลิตภัณฑ์จากปลาทุ่น่าสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสปรุงรสอยู่ในช่วง 0.87-0.90 และพีเอชอยู่ในช่วง 5.51-5.60 (ตาราง 21)

ตาราง 19 ส่วนผสมของขอสถัวเหลืองปรงรส สำหรับเนื้อปลาทูน่าชนิดสดแช่เยือกแข็งใน  
ขอสถัวเหลืองปรงรส

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรขอสถัวเหลืองปรงรส <sup>1</sup>				
	A	B	C	D	E
น้ำตาล	50	50	50	50	50
ขอสถัวเหลือง	42	39	40	43	41
ส่วนผสมของเครื่องเทศ	8	11	10	7	9
น้ำส้มสายชู	8	8	8	8	8
กลีเซอรอล	22	22	22	22	22
น้ำ	13	13	13	13	13

<sup>1</sup> น้ำตาล ขอสถัวเหลือง ส่วนผสมเครื่องเทศ รวมกันเป็น 100

ตาราง 21 ผลการประเมินคุณภาพด้วยเครื่องมือของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง  
ความชื้นปานกลางในขอสถัวเหลืองปรงรสสูตรต่างๆ

สูตรขอสถัว เหลือง ปรงรส	ความแน่นเนื้อ (นิวตันวินาที)	ค่า			Aw <sup>2</sup>	พีเอช <sup>2</sup>
		L <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	b <sup>1</sup>		
A	18.96±0.23 <sup>b*</sup>	17.91±0.32 <sup>a</sup>	1.22±0.08 <sup>a</sup>	1.38±0.36 <sup>ab</sup>	0.89±0.02	5.51±0.00
B	14.17±0.85 <sup>a</sup>	18.39±0.59 <sup>a</sup>	1.20±0.24 <sup>a</sup>	1.01±0.17 <sup>a</sup>	0.90±0.01	5.60±0.04
C	14.49±1.11 <sup>a</sup>	17.97±0.38 <sup>a</sup>	1.20±0.33 <sup>a</sup>	1.12±0.15 <sup>a</sup>	0.88±0.02	5.57±0.02
D	19.18±4.48 <sup>c</sup>	17.97±0.28 <sup>a</sup>	1.48±0.18 <sup>b</sup>	1.58±0.30 <sup>b</sup>	0.87±0.00	5.53±0.02
E	15.41±1.33 <sup>c</sup>	18.30±0.28 <sup>a</sup>	1.23±0.26 <sup>a</sup>	1.30±0.40 <sup>ab</sup>	0.87±0.03	5.57±0.03

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 6 ซ้ำ

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตาราง 20 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่าง ๆ

สูตรซอส ถั่วเหลือง	คะแนนการยอมรับรวม <sup>1</sup>								
	ปรุงรส	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ
A	0.98 <sup>ab*</sup>	0.99 <sup>o</sup>	0.95 <sup>o</sup>	0.98 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	0.93 <sup>o</sup>	0.99 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	0.91 <sup>o</sup>
B	0.93 <sup>b</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.95 <sup>o</sup>	0.95 <sup>o</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.92 <sup>o</sup>
C	0.96 <sup>ab</sup>	1.00 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.95 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	1.02 <sup>o</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.93 <sup>o</sup>
D	1.02 <sup>a</sup>	0.98 <sup>o</sup>	0.98 <sup>o</sup>	0.94 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	0.97 <sup>o</sup>	1.03 <sup>o</sup>	0.95 <sup>o</sup>	0.88 <sup>o</sup>
E	0.96 <sup>ab</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.97 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	0.96 <sup>o</sup>	1.01 <sup>o</sup>	0.93 <sup>o</sup>	0.92 <sup>o</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 10 คน (3 ซ้ำ)

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

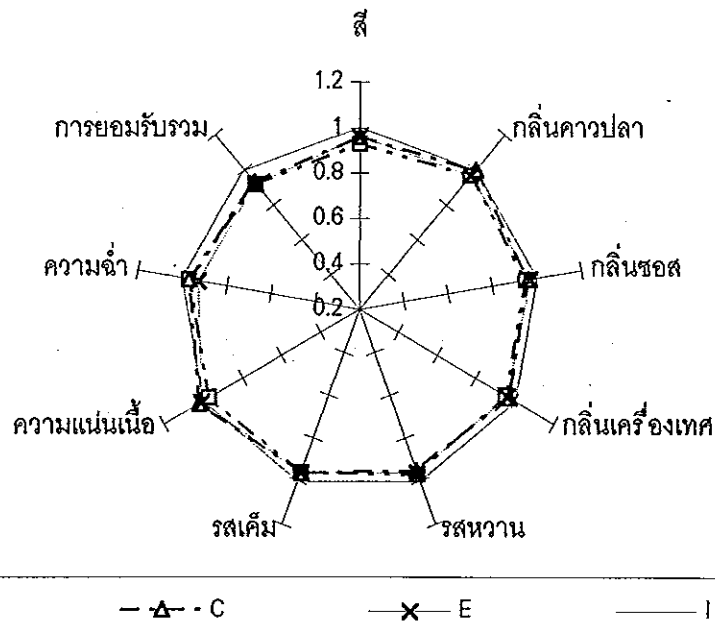
ดังนั้นจึงนำตัวอย่างสูตร B C และ E มาทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใหม่อีกครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบชิมเรียงลำดับความชอบ (Ranking Test) (ไพโรจน์ วิริยะจารี, 2535) (ตาราง 22) พบว่าคะแนนความชอบของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) (ตารางผนวก ค11) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (ตาราง 23) คือทุกตัวอย่างมีค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ตลอดจนค่าความแน่นเนื้อที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) (ตารางผนวก ค12) แต่จากการสังเกตพบว่าตัวอย่างสูตร B เป็นสูตรที่ใช้ซอสถั่วเหลืองในปริมาณต่ำกว่าสูตร C และ E จึงทำให้สูตร B มีสีน้ำตาลคล้ำน้อยที่สุด และจากการตรวจวัดค่า  $A_w$  ของซอสถั่วเหลืองปรุงรสก่อนใช้แช่เนื้อปลาพบว่าสูตร B มีค่า  $A_w$  (0.61) สูงกว่าสูตร C (0.59) และสูตร E (0.57) ตามลำดับ ทำให้เกิดการแพร่และออสโมซิสของสารละลายและน้ำระหว่างซอสถั่วเหลืองปรุงรสกับเนื้อปลาทูน่าได้น้อยกว่าสูตรอื่นๆ เป็นผลให้ตัวอย่างดังกล่าวมีสีคล้ำและความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B เพื่อศึกษาสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ต่อไป

ตาราง 22 ผลการเรียงลำดับความชอบ ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส สูตร B C และ E

สูตรซอสถั่วเหลืองปรุงรส	คะแนนเฉลี่ย <sup>1</sup>
B	2.03 <sup>a2</sup>
C	1.93 <sup>a</sup>
E	2.03 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยคะแนนจากผู้ทดสอบ 10 คน 3 ซ้ำ โดยคะแนน 1 = ชอบมากที่สุด 2 = ชอบปานกลาง 3 = ชอบน้อยที่สุด

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )



รูป 8 ค่าโครงปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นาสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B C และ E

ตาราง 23 ผลการประเมินคุณภาพด้วยเครื่องมือผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นาสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B C และ E

สูตรซอสถั่วเหลือง	ความแน่นเนื้อ <sup>1</sup> (นิวตันวินาที)	ค่า			Aw <sup>2</sup>	ทีเอช <sup>2</sup>
		L <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	b <sup>1</sup>		
B	12.36±0.29 <sup>a*</sup>	18.12±0.29 <sup>a</sup>	1.09±0.26 <sup>a</sup>	1.20±0.31 <sup>a</sup>	0.90±0.02	5.65±0.04
C	12.39±0.53 <sup>a</sup>	18.12±0.53 <sup>a</sup>	1.16±0.18 <sup>a</sup>	1.32±0.39 <sup>a</sup>	0.90±0.02	5.71±0.02
E	12.66±0.10 <sup>a</sup>	18.13±0.10 <sup>a</sup>	1.06±0.16 <sup>a</sup>	1.09±0.30 <sup>a</sup>	0.90±0.03	5.69±0.03

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 6 ซ้ำ

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

### 3. การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาหูน้ำปลานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสของผู้บริโภค

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้บริโภคที่ใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยประชาชนภายในเขตอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน (อัตราส่วนเพศชายต่อเพศหญิง 30:70) ได้ผลดังนี้ ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 20-25 ปี และมีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 58 มีรายได้มากกว่า 8,000 บาทคิดเป็นร้อยละ 60 และมีอาชีพรับราชการคิดเป็นร้อยละ 47 ดังแสดงในตารางผนวก ข4

พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค

ผู้บริโภคร้อยละ 44 ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาที่จำหน่ายในท้องตลาด เช่น ปลาหูน้ำปลาน้ำเกลือ ปลาหูน้ำปลาน้ำมัน ปลาซาบะในซอสถั่วเหลือง ปลาซาร์ดีนในซอสมะเขือเทศ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติดี และผู้บริโภคพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาดังกล่าว โดยให้ความสำคัญกับคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด รองลงมาคือรสชาติ ราคา ความสะดวก ลักษณะปรากฏและการโฆษณาตามลำดับ (ตาราง 24)

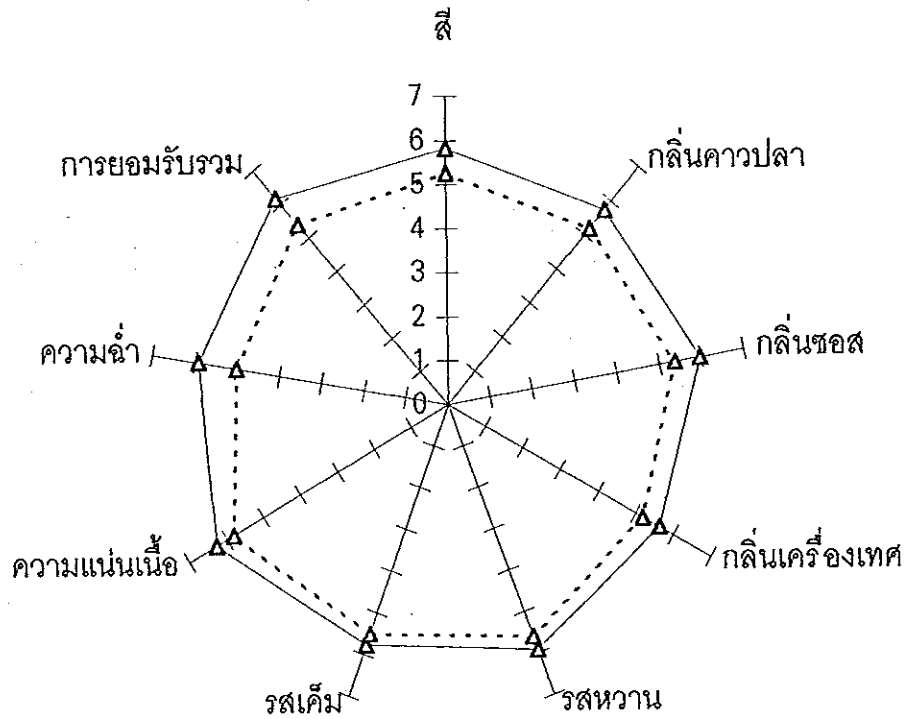
การยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ปลาหูน้ำปลานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

ผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ปลาหูน้ำปลานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ที่ทำจากปลาหูน้ำปลาผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ โดยใช้แบบทดสอบ Hedonic scale ที่ประกอบด้วย 7 ระดับคะแนน กำหนดให้ระดับคะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด ไปจนถึงระดับคะแนน 7 หมายถึงชอบมากที่สุดได้ผลดังรูป 9 พบว่าผู้บริโภคมีความชอบในระดับชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง ในปัจจัยของลักษณะสี กลิ่นคาวปลา กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม และความฉ่ำ และมีความชอบในระดับชอบปานกลาง ถึงชอบมากในปัจจุบันของความแน่นเนื้อ และการยอมรับรวม เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับรวม กับปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าการยอมรับรวมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม ความแน่นเนื้อและความฉ่ำ นั่นคือเมื่อคะแนนการยอมรับของปัจจัยดังกล่าวข้างต้นมีค่าเพิ่มขึ้น มีผลทำให้การยอมรับรวมมีค่าเพิ่มขึ้น ( $P < 0.05$ ) ตาราง 25

ตาราง 24 ความสำคัญของเหตุผลในการเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาในท้องตลาด ของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

คะแนนความสำคัญ	ความถี่ของระดับคะแนนความสำคัญ					
	คุณค่าทางโภชนาการ	ราคา	การโฆษณา	รสชาติ	ความสะดวก	ลักษณะปรากฏ
1=สำคัญมากที่สุด	60 (60) <sup>1</sup>	4 (4) <sup>1</sup>	2 (2) <sup>1</sup>	26 <sup>1</sup> (26) <sup>1</sup>	7 (7) <sup>1</sup>	4 (4) <sup>1</sup>
2=สำคัญมาก	21 (42)	29 (58)	6 (12)	46 (92)	12 (24)	10 (20)
3=สำคัญพอสมควร	12 (36)	38 (114)	4 (12)	16 (48)	28 (84)	14 (42)
4=สำคัญน้อย	4 (16)	18 (72)	12 (48)	9 (36)	27 (108)	20 (80)
5=สำคัญน้อยมาก	2 (10)	7 (35)	14 (70)	3 (15)	23 (115)	37 (185)
6=สำคัญน้อยที่สุด	1 (6)	4 (24)	62 (372)	-	3 (18)	15 (90)
คะแนนรวม	100 (170)	100 (307)	100 (516)	100 (217)	100 (356)	100 (421)

<sup>1</sup> ความถี่ x ระดับคะแนนความสำคัญ



—▲— ปลาที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ      --☆-- ปลาน้ำสดแช่เยือกแข็ง

รูป 9 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ปลาน้ำความชื้นปานกลางใน  
หอยหลอดแห้งปรุงรสจากผู้บริโภค

ตาราง 25 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ปลาทูนาคความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูนาคที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

ปัจจัยคุณภาพ	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ
กลิ่นคาวปลา	0.14							
กลิ่นซอส	0.33**	0.39**						
กลิ่นเครื่องเทศ	0.35**	0.17	0.43**					
รสหวาน	0.21**	0.15	0.25*	0.33**				
รสเค็ม	0.27**	0.27**	0.40**	0.36**	0.57**			
ความแน่นเนื้อ	0.27**	0.20*	0.23*	0.21*	0.16	0.15		
ความฉ่ำ	0.43**	0.16	0.29**	0.33*	0.26**	0.36**	0.38**	
การยอมรับรวม	0.48**	0.18	0.44**	0.33*	0.33*	0.33**	0.49**	0.42**

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ )

ผลจากการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความขึ้นปานกลางในซอส ถั่วเหลืองปรุงรสที่ทำจากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง (รูป 9) โดยใช้แบบทดสอบวิธีเดียวกับ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ปรากฏว่าผู้บริโภคมีความชอบในระดับ ชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง ในปัจจัยด้านสี กลิ่นคาวปลา กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รส เค็ม ความฉ่ำ ความแน่นเนื้อ และความชอบรวม เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับรวมกับปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า การยอมรับรวมแสดงความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นซอส กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม และความฉ่ำ แสดงว่าเมื่อคะแนนการยอมรับของปัจจัยดังกล่าวข้างต้นมีค่า เพิ่มขึ้น เป็นผลให้การยอมรับรวมเพิ่มขึ้น ( $P < 0.01$ ) ตาราง 26

ตาราง 26 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนความชอบในปัจจุบันคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ปลาทูนาคความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูนาคแช่เยือกแข็ง

ปัจจัยคุณภาพ	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ
กลิ่นคาวปลา	0.16							
กลิ่นซอส	0.12	0.29**						
กลิ่นเครื่องเทศ	0.13	0.36**	0.57**					
รสหวาน	0.39**	0.30**	0.36**	0.50**				
รสเค็ม	0.28**	0.27**	0.39**	0.35**	0.49**			
ความแน่นเนื้อ	0.13	0.34**	0.16	0.35**	0.25*	0.21*		
ความฉ่ำ	0.19	0.22*	0.40**	0.50**	0.46**	0.40**	0.28**	
การยอมรับรวม	0.20	0.17	0.37**	0.30**	0.46**	0.43**	0.14	0.43**

\* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ )

#### 4. การกำหนดสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่ผลิตจากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ (ข้อ 2.2ก) และปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง (ข้อ 2.2ข) มาศึกษาสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ  $82 \pm 2$  องศาเซลเซียส จนกระทั่งอุณหภูมิถึงกลางขึ้นปลาเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 15 20 25 และ 30 นาที ปรากฏว่าตรวจพบ *S. aureus* ที่รอดชีวิตในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์น้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นในทุกตัวอย่าง (ตาราง 27) เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ชุดควบคุม (ไม่เติมเชื้อ *S. aureus*) สอดคล้องกับการศึกษาของ Allwood และ Russell (1967) พบว่าการให้ความร้อนแก่ *S. aureus* ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารจากภายในเซลล์ของเชื้อดังกล่าว เนื่องจาก cytoplasmic membrane ถูกทำลายและเซลล์ได้รับบาดเจ็บเพิ่มขึ้นตามเวลาของการให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้น (Smith, et al., 1982) นอกจากนี้ยังเป็นผลร่วมของส่วนผสมของเครื่องเทศและ humectants เนื่องจากมีรายงานว่าสารออลิซินในกระเทียมสามารถยับยั้งเอนไซม์ที่ใช้ในการหายใจ (Bechat and Golden, 1989) และยับยั้ง acetyl Co-A synthetase ในการสังเคราะห์กรดไขมัน (Focke, et al., 1990) Kamman และคณะ (1978) รายงานว่ากลีเซอรอลร้อยละ 20 (Aw 0.95) สามารถยับยั้งการผลิตนิวคลีโอไซด์ ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่จำเป็นในการเจริญเติบโตและสร้างสารพิษของ *S. aureus* แต่เพื่อปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภคควรทำการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ตาราง 27 ปริมาณเชื้อ *S. aureus*<sup>1</sup> ที่รอดชีวิตจากการพาสเจอร์ไรซ์ ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า  
ความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

เวลา (นาที)	ปริมาณเชื้อในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (เข็มที่เย็น)	
	ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง	ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ
0	<3	<3
15	<3	<3
20	<3	<3
25	<3	<3
30	<3	<3
หาค่ารวม	<3	<3

<sup>1</sup> ปริมาณเชื้อ *S. aureus* เริ่มต้นเท่ากับ  $10^5$ - $10^6$  (โคโลนีต่อกรัม)

<sup>2</sup> พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

## 5. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง ปรุงรสระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสด แซ่เยือกแข็งและปลาทูน่าผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ จากข้อ 4 แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 วัน ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุกๆ 15 วัน ได้ผลดังนี้

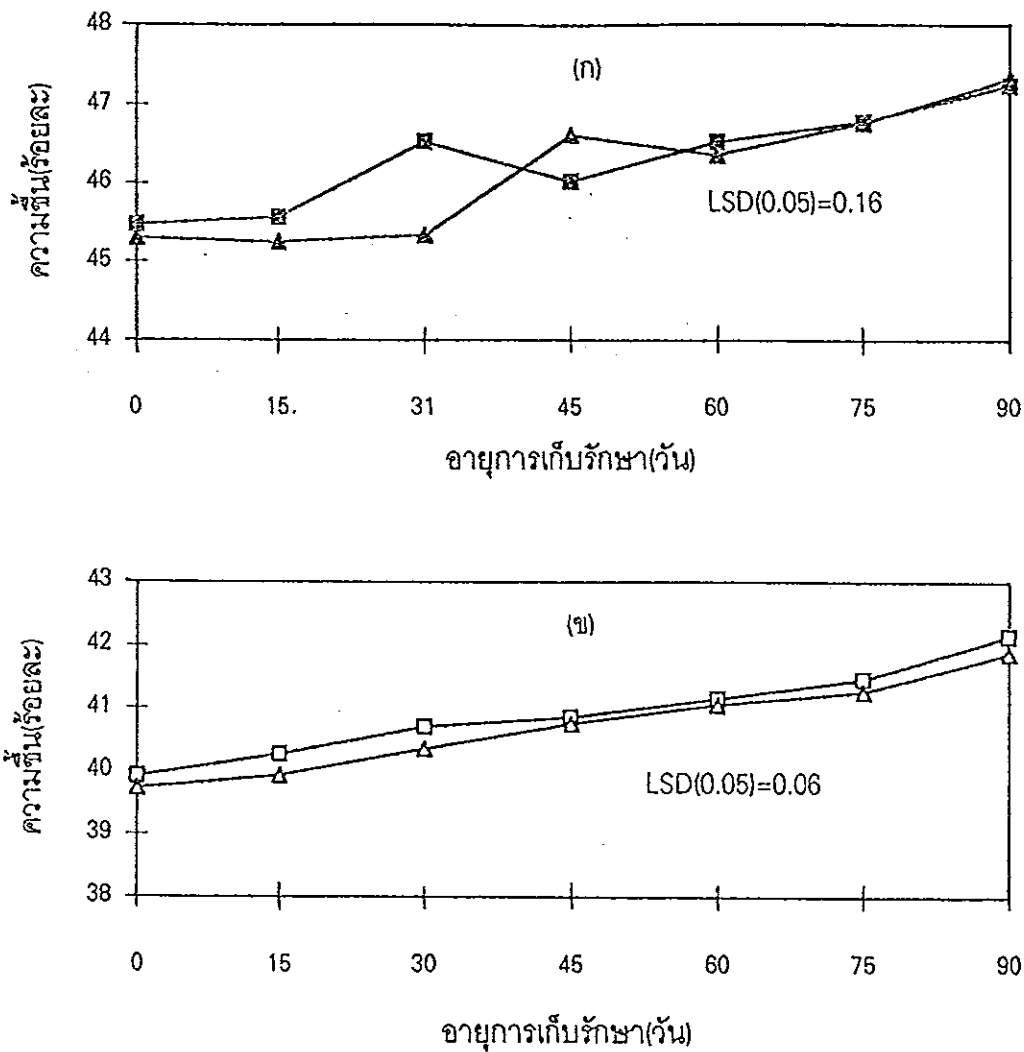
### ก. คุณภาพทางเคมี

#### ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแซ่เยือกแข็ง และที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ( $P < 0.05$ ) (รูป 10) เนื่องจากภาชนะบรรจุที่ใช้ (Hevel Vacuum Bag) เป็นฟิล์มผสมระหว่างพลาสติกพวทอลิอามาไนด์ ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไขมัน ออกซิเจน กลิ่นต่างๆ และทนความร้อนได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้น้อย และพอลิเอทิลีน ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและกลิ่นได้น้อย (งามทิพย์ ภูวโรดม, 2538) อย่างไรก็ตามถุงพลาสติกดังกล่าวมีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำเท่ากับ 9.85 กรัม/ตารางเมตร/วัน (ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90) (สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2533) เป็นผลให้ไอน้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว และมีความชื้นเพิ่มขึ้น

#### ค่าทีบีเอ

การพาสเจอร์ไรส์และระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแซ่เยือกแข็ง และปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำเพิ่มขึ้น ( $P < 0.05$ ) (รูป 11) สอดคล้องกับการศึกษาของ Collins และ Yu (1975) ที่พบว่าปลาตุ๋นทอดความชื้นปานกลางที่เก็บในโถแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมีค่าทีบีเอเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (37.8 องศาเซลเซียส) แต่จากการสังเกตพบว่าผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำมีค่าทีบีเอเพิ่มน้อยกว่า ผลิตภัณฑ์จาก



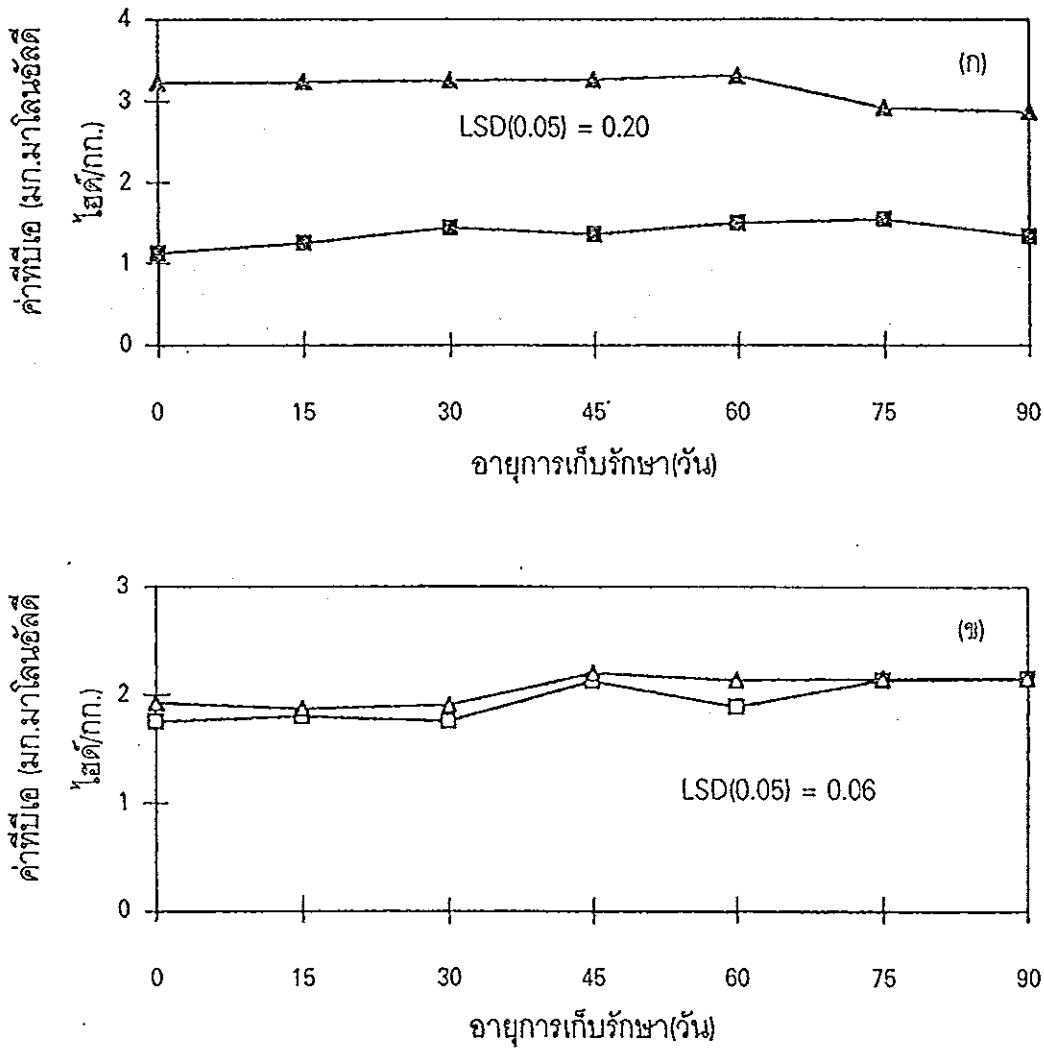
รูป 10 ค่าความขึ้นของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความขึ้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

(ก) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง

(□) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์

(ข) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

(□) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์



รูป 11 ค่าที่บีเอของผลิตภัณฑ์ปลาที่นำความชื้นปานกลางในซอสตัวเหลืองปรุงรส ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

(ก) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาที่นำสดแช่เยือกแข็ง

■ แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และ (▲) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์

(ข) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

□ แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์

ปลาทูนาสดแช่เยือกแข็ง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวใช้กล้ามเนื้อสีขาวซึ่งปริมาณไขมันต่ำ และซอสถั่วเหลืองปรุงรสซึ่งมีสารฟีนอลิกในเชิงที่มีคุณสมบัติเป็นสารกันเหี่ยว ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (พยอม ตันติวัฒน์, 2521 ; Lee, et al., 1986) สามารถแทรกซึมได้อย่างทั่วถึงมากกว่าผลิตภัณฑ์จากปลาทูนาสดแช่เยือกแข็ง

ค่าที่บีเอทีเพิ่มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่าง กรดไขมันชนิดอิ่มตัวกับ ออกซิเจน ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวมักจะเกิดขึ้นในช่วง Aw ของอาหารความชื้นปานกลาง (ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2535) เนื่องจากความร้อนจากกระบวนการผลิตทำให้โครงสร้างของ เซลล์เปลี่ยนแปลงสภาพ และปลดปล่อยฮีมออกมาเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Reineccius, 1979 ; Jayathilakan, 1997) ถึงแม้ว่าถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติยอมให้ออกซิเจนและความชื้นผ่านได้เล็กน้อย เป็นผลให้ออกซิเจนและความชื้นในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น (ตารางผนวก ค12 และ ค13) และเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันให้เร็วขึ้น (Erickson, 1982) นอกจากนี้ยังมีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ได้สารที่ให้กลิ่นได้แก่ พวกคีโตน อัลดีไฮด์ และสารประกอบของสารระเหยอื่นๆ สีคล้ำ และคุณค่าทางโภชนาการลดลง (Tanaka, et al., 1990)

#### ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ และฮีสตามีน

ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาทูนาคความชื้นปานกลางในซอส ถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูนาสดแช่เยือกแข็ง และปลาทูนาคที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และเกลือเปลี่ยนแปลงเพียง เล็กน้อยจนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) (ตารางผนวก ค15 และ ค16) ส่วน ปริมาณฮีสตามีนในวันแรกไม่แตกต่างจากวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ( $P>0.05$ ) เนื่องจากใน ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และมีค่า Aw ต่ำจนอาจทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถ เจริญและสร้างฮีสตามีนได้ (Lo'pez-sabater, et al., 1995) ยกเว้นชุดการทดลองที่ใช้ปลาทูนาค สดแช่เยือกแข็ง และไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่มีปริมาณฮีสตามีนสูงขึ้น ( $P<0.05$ ) ดังตาราง 28 เป็นเพราะผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น และอาจมีจุลินทรีย์ที่ผลิต เอนไซม์ histidine decarboxylase เช่น *Citrobacter freundii* *Enterobacter aerogenes* และ *Proteus* sp. เป็นต้น (Pan and James, 1985) หรือเอนไซม์จากตัวปลา (วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษกร, 2529) ไปเร่งปฏิกิริยาการเกิดฮีสตามีน โดยปริมาณฮีสตามีนที่ก่อให้เกิด

ตาราง 28 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาทูนำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ผลิตภัณฑ์ปลาทูนำ ความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	องค์ประกอบทางเคมี				
	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เกลือ (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	อีستามีน (พีพีเอ็ม)
<b>ปลาทูนำสดแช่เยือกแข็ง</b>					
พาสเจอร์ไรซ์ (0 วัน)	49.16±0.21 <sup>a1</sup>	3.22±0.23 <sup>a</sup>	5.05±0.06 <sup>a</sup>	6.52±0.07 <sup>a</sup>	10.42±0.01 <sup>a</sup>
พาสเจอร์ไรซ์ (90 วัน)	49.07±0.10 <sup>a</sup>	3.12±0.27 <sup>a</sup>	5.01±0.10 <sup>a</sup>	6.44±0.07 <sup>a</sup>	10.39±0.02 <sup>a</sup>
ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ (0 วัน)	47.01±0.10 <sup>b</sup>	5.22±0.07 <sup>b</sup>	5.05±0.01 <sup>a</sup>	6.31±0.08 <sup>b</sup>	10.77±0.04 <sup>b</sup>
ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ (90 วัน)	46.95±0.02 <sup>b</sup>	4.93±0.15 <sup>b</sup>	4.97±0.04 <sup>a</sup>	6.23±0.02 <sup>b</sup>	14.04±0.01 <sup>c</sup>
<b>ปลาทูนำที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำร้อน</b>					
พาสเจอร์ไรซ์ (0 วัน)	44.97±0.04 <sup>a</sup>	0.46±0.10 <sup>a</sup>	4.76±0.11 <sup>a</sup>	7.17±0.04 <sup>a</sup>	3.14±0.02 <sup>a</sup>
พาสเจอร์ไรซ์ (90 วัน)	44.88±0.13 <sup>a</sup>	0.46±0.13 <sup>a</sup>	4.74±0.02 <sup>a</sup>	7.13±0.03 <sup>a</sup>	3.13±0.03 <sup>a</sup>
ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ (0 วัน)	44.54±0.14 <sup>b</sup>	0.52±0.02 <sup>a</sup>	4.68±0.03 <sup>a</sup>	6.95±0.03 <sup>b</sup>	3.24±0.05 <sup>b</sup>
ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ (90 วัน)	44.37±0.06 <sup>b</sup>	0.54±0.01 <sup>a</sup>	4.62±0.11 <sup>a</sup>	6.90±0.02 <sup>b</sup>	3.22±0.05 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ที่มีอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ที่ใช้เนื้อปลาทูนำชนิดเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างทางสถิติมีนัยสำคัญ (P>0.05)

อันตรายได้มีค่าประมาณ 100 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง อาการเป็นพิษขึ้นอยู่กับความ  
ต้านทานของร่างกายและปริมาณฮีสตามีน สำหรับปริมาณฮีสตามีนที่อนุญาตให้มีได้ใน  
ผลิตภัณฑ์อาหาร ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละประเทศ (นงลักษณ์ สุทธิวิรัช, 2531)

## ข. คุณภาพทางกายภาพ

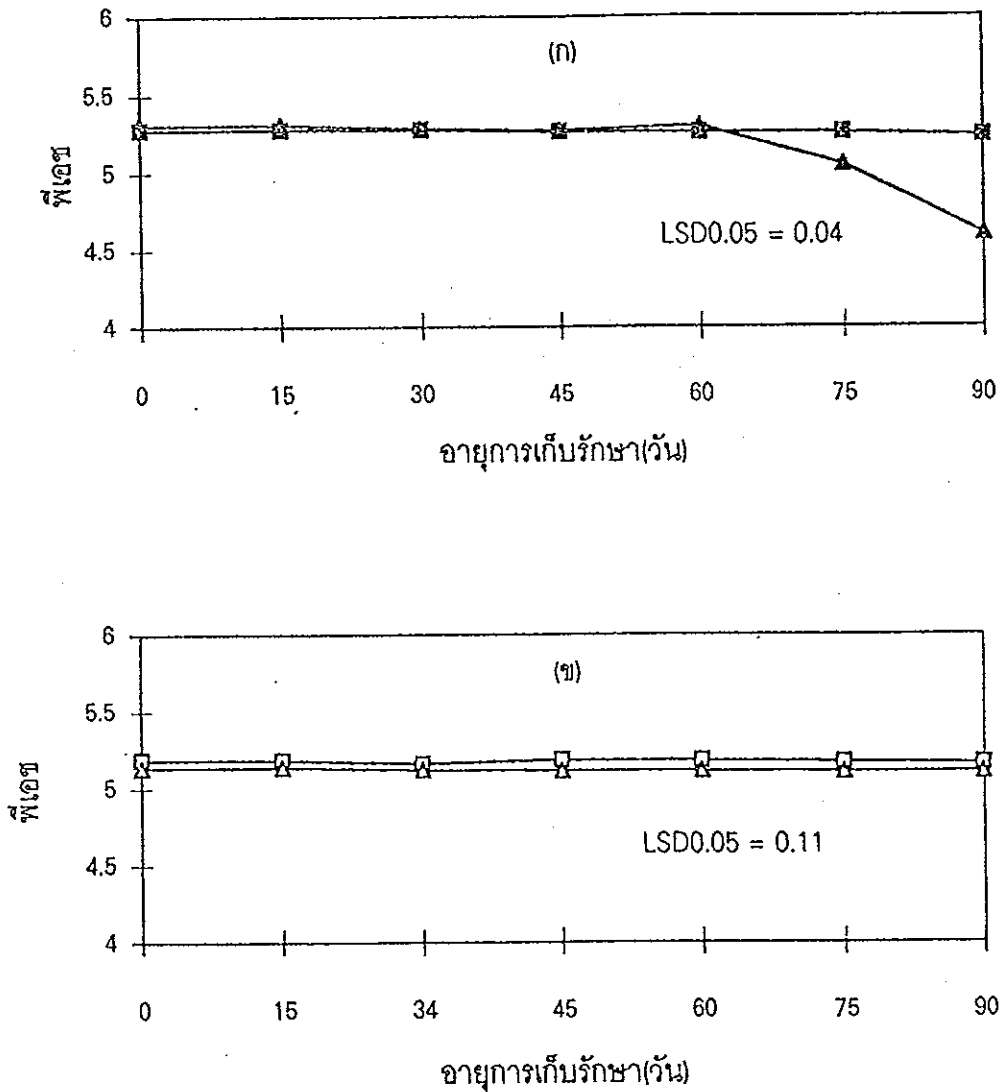
### ค่าพีเอช

เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางใน  
ซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการ  
การพาสเจอร์ไรซ์ และผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ไม่  
แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) (รูป 12) ยกเว้นผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งที่ไม่ผ่าน  
การพาสเจอร์ไรซ์มีพีเอชลดลงเล็กน้อยในช่วงแรกของการเก็บรักษา และลดลงอย่างรวดเร็ว  
ในวันที่ 75 และ 90 ของการเก็บรักษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์  
และมีค่า Aw สูง (0.90-0.91) เป็นผลให้จุลินทรีย์สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว (ตาราง 31)  
และส่งผลให้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ลดลง

การวัดค่าพีเอชอาจใช้เป็นการวัดการเจริญของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดทางอ้อม เพราะ  
ในระหว่างที่จุลินทรีย์เจริญสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด (วรารุณี ครุสง, 2538)

### ค่าสี

การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จาก  
ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการ  
พาสเจอร์ไรซ์ มีค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ต่ำลง (รูป 13 และ 14)  
แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ( $P<0.05$ ) (ตารางผนวก ค17  
และ ค18) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Warmbier และคณะ (1976) ที่พบว่าอัตราการเกิด  
สีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์ของสารละลายผสมที่ประกอบด้วย Apiczon B oil ไปดัสเซียมซอร์เบต  
กลูโคส กลีเซอรอล เคซีน ผลิตภัณฑ์เกลือขนาดเล็ก และน้ำ เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่ม  
ขึ้น (อุณหภูมิตั้งที่ 45 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาสีน้ำตาล



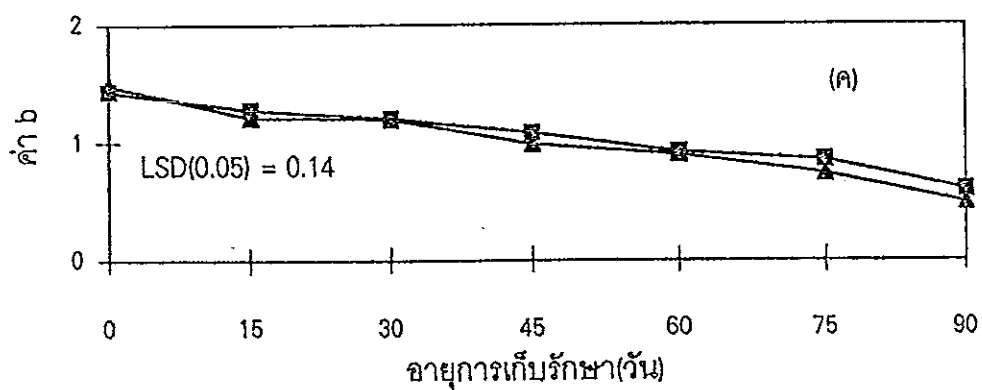
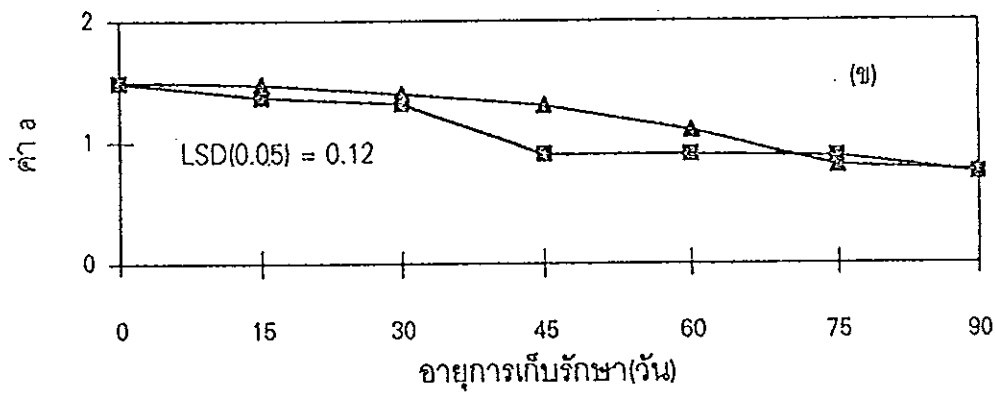
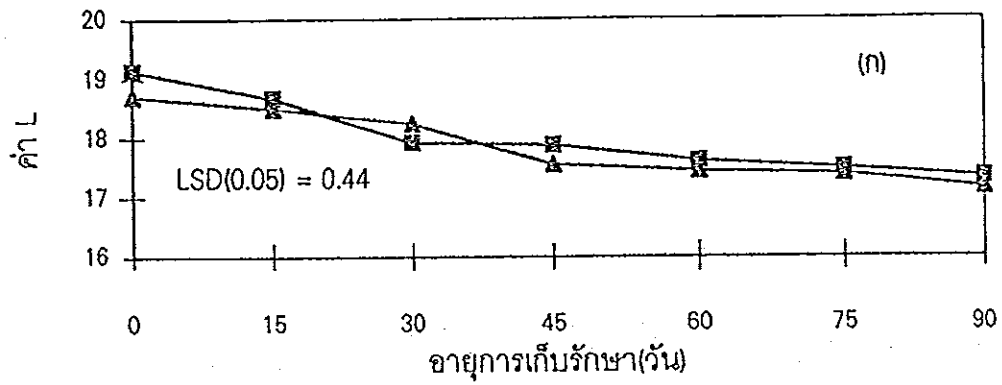
รูป 12 ค่าฟิชของผลิตภัณฑ์ปลาที่ความขึ้นปานกลางในชอสดัวเหลืองปรุงรส ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

(ก) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง

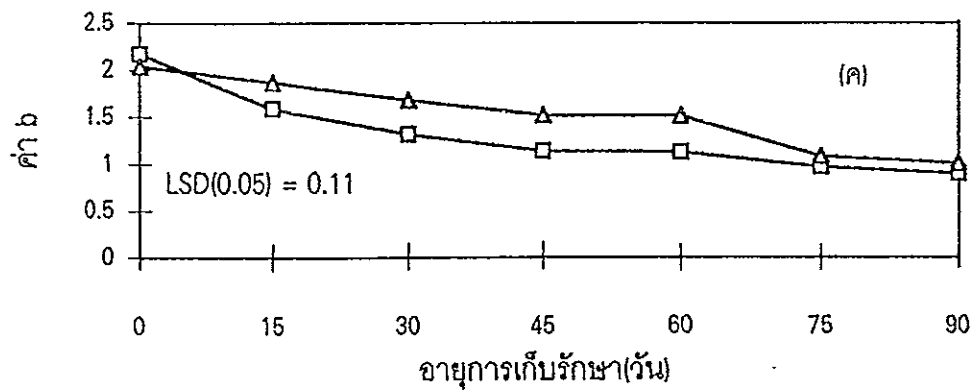
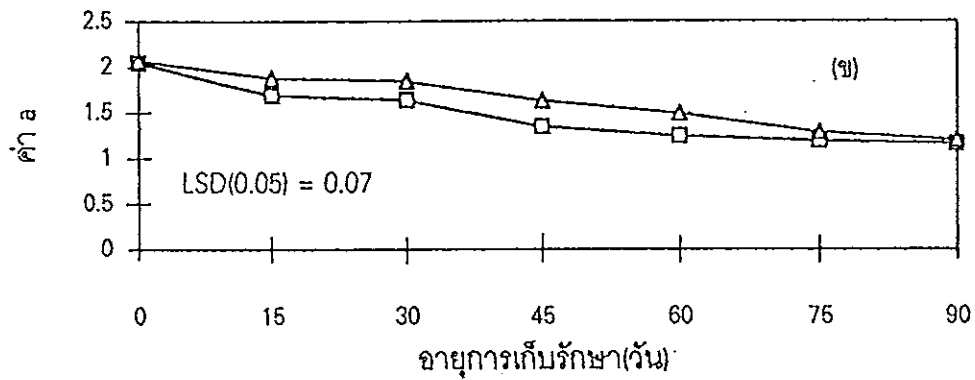
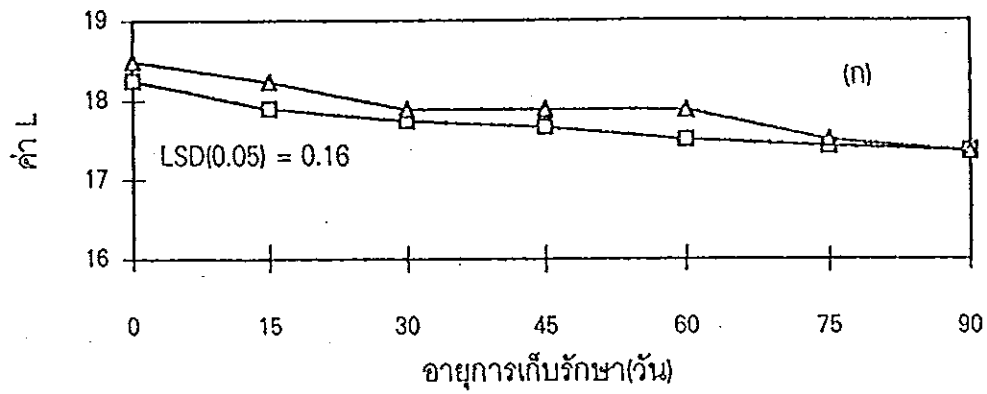
(☒) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และ (▲) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์

(ข) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

(□) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์



รูป 13 ค่า L (ก) ค่า a (ข) และค่า b (ค) ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอส ถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง (■) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และ (▲) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



รูป 14 ค่า L (ก) ค่า a (ข) และค่า b (ค) ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอส

ถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ (□) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

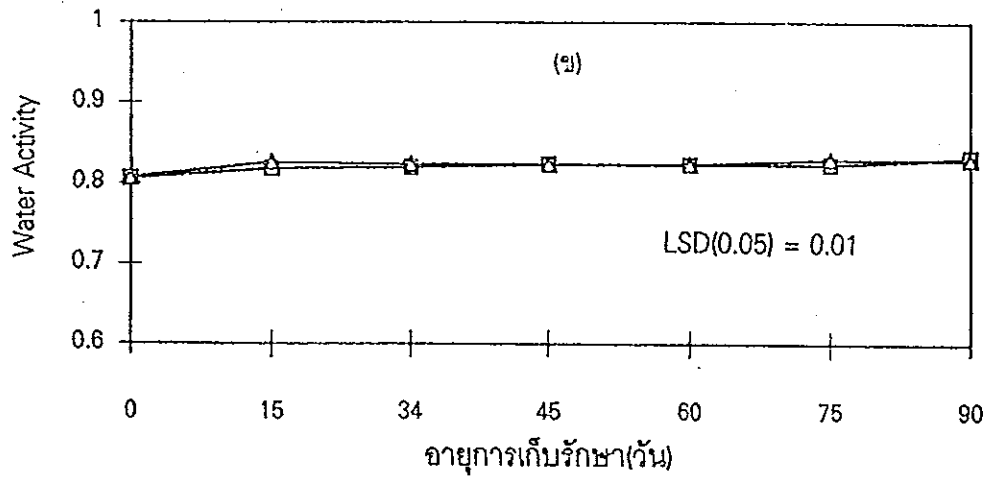
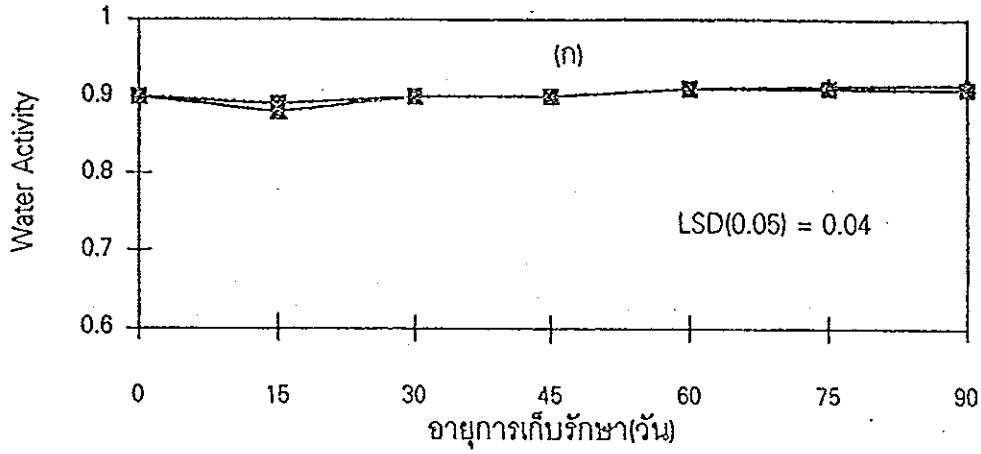
(ปฏิกริยามิลลาร์ด) ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิคซ์ และกรดอะมิโน (Lea and Hannan, 1949 ; 1950)

#### ค่า Aw

การเปลี่ยนแปลงค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งและปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ (รูป 15 ก และ 15 ข) พบว่าค่า Aw ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ( $P < 0.01$ ) (ตารางผนวก ค17 และ ค18) เช่นเดียวกับปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ Aw เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาทูน่าชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำมีค่าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง เนื่องจากซอสถั่วเหลืองปรุงรสสามารถซึมผ่านเข้าไปยังเนื้อปลาดังกล่าวได้อย่างทั่วถึงดีกว่าผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง

#### ค่าความแน่นเนื้อ

ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งและปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีความแน่นเนื้อมากขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ตาราง 29) เป็นผลมาจากผลของความร้อนจากกระบวนการผลิต ทำให้โปรตีนที่อยู่ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อตกตะกอน (Hatae, et al., 1990) นอกจากนี้ Huss (1990) รายงานว่าโปรตีนในเนื้อปลาส่วนใหญ่มีจุดไอโซอิเล็กตริก (isoelectric point : IP) ที่พีเอช 4.5 - 5.5 และที่จุดไอโซอิเล็กตริกโมเลกุลของโปรตีนจะมีประจุบวกเท่ากับประจุลบ จึงไม่มีแรงผลักระหว่างโมเลกุล (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538) ทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอนและสูญเสียความสามารถในการละลายน้ำ หรือความสามารถในการจับน้ำ และโปรตีนในเนื้อปลาที่มีความไวต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพสูงกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำ (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) นอกจากนี้ผลของการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชันอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสในเนื้อปลา (Reineccius, 1979)



รูป 15 ค่า Water Activity ของผลิตภัณฑ์ปลาที่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

(ก) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาน้ำจืดแช่เยือกแข็ง

(□) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

(ข) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาน้ำจืดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

(□) แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และ (△) แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

ตาราง 29 ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ปลาทูน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง  
ปรุงรส ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน/วินาที) <sup>1</sup>	
	ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์	ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์
<b>เนื้อปลาทูน้ำสดแช่เยือกแข็ง</b>		
0	12.58±0.63 <sup>a 2</sup>	12.16±1.39 <sup>a 2</sup>
15	12.65±0.66 <sup>a</sup>	12.54±0.39 <sup>b</sup>
31	13.03±0.30 <sup>ab</sup>	*
45	13.40±0.31 <sup>b</sup>	*
60	14.39±0.17 <sup>c</sup>	14.15±0.42 <sup>c</sup>
75	14.45±0.28 <sup>c</sup>	14.68±0.15 <sup>d</sup>
90	15.28±0.17 <sup>d</sup>	15.70±0.18 <sup>e</sup>
<b>เนื้อปลาทูน้ำที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ</b>		
0	6.59±0.34 <sup>d 2</sup>	4.93±0.37 <sup>d 2</sup>
15	10.05±0.23 <sup>c</sup>	9.73±0.30 <sup>c</sup>
30	10.10±0.35 <sup>c</sup>	10.61±0.36 <sup>b</sup>
45	10.41±0.47 <sup>c</sup>	10.65±0.45 <sup>b</sup>
60	11.24±0.35 <sup>b</sup>	12.26±0.38 <sup>a</sup>
75	12.20±0.25 <sup>a</sup>	12.17±0.22 <sup>a</sup>
90	12.43±0.30 <sup>a</sup>	12.46±0.23 <sup>a</sup>

\* ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

### ค. คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาทูนาคความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูนาคสดแช่เยือกแข็งที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และผลิตภัณฑ์จากปลาทูนาคที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คือปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม (ตาราง 30 และ 31) ยกเว้นในผลิตภัณฑ์ปลาทูนาคความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจาก ปลาทูนาคสดแช่เยือกแข็งแบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่มีค่าเพิ่มขึ้น คือ ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น  $3.6 \times 10^7$  โคโลนีต่อกรัมในวันที่ 75 ของการเก็บรักษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีค่า Aw สูง (0.90-0.91) และพีเอชของผลิตภัณฑ์ (5.27-5.31) อยู่ในช่วงพีเอช (5-9) ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (อรรษา สุตเธียรกุล และพิมพ์พันธุ์ เลียงพิบูลย์, 2536) ทำให้จุลินทรีย์มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และในระหว่างการเจริญจุลินทรีย์สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีสภาพเป็นกรดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีพีเอชลดลง (พีเอช 4.6) จนกระทั่งทำจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้ (วราวุฒิ คุรุสง, 2538) จึงทำให้ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา

ตลอดอายุการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาทูนาคความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูนาคสดแช่เยือกแข็งและปลาทูนาคที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์และไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีปริมาณต่ำกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม *S. aureus* น้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ตรวจไม่พบยีสต์และ *Cl. botulinum* ตลอดอายุการเก็บรักษา 90 วันที่อุณหภูมิห้อง (ตาราง 30 และ 31) เนื่องจากมีแบคทีเรียไม่ก่อกวนที่สามารถเจริญได้ที่ Aw ต่ำกว่า 0.90 Leistner and Rödel (1976) รายงานว่าสามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้ที่ Aw ต่ำกว่า 0.91 ในสภาวะไร้อากาศ และ *S. aureus* จะสูญเสียน้ำประมาณร้อยละ 50 ของน้ำในเซลล์ เมื่อปรับ Aw ของอาหารให้อยู่ในช่วง 0.950-0.995 เพราะเกิดแรงดันออสโมซิสภายในเซลล์จนเซลล์เหี่ยว เป็นผลให้การเจริญของเชื้อดังกล่าวหยุดชะงักหรือตายในที่สุด (Koujima, et al., 1978) Aw ต่ำสุดสำหรับการเจริญของ *Cl. botulinum* เท่ากับ 0.94 (Huss, 1994) ส่วนการเจริญของเชื้อยีสต์จะหยุดชะงักที่ค่า Aw

ตาราง 30 จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาหมึกสดแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ปริมาณเชื้อในผลิตภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา (วัน)							
	0	15	30	45	60	75	90	
<b>พาสเจอร์ไรซ์</b>								
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
ยีสต์ (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	
รา (โคโลนี/กรัม)	<10	<10	<10	ตรวจไม่พบ	<10	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	
<i>S. aureus</i> (เอ็มพีเอ็น/กรัม)	<3	*	<3	*	<3	*	<3	
<i>Cl. botulinum</i>	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ	
<b>ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์</b>								
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	$1.2 \times 10^4$	$2.2 \times 10^6$	*	*	$3.6 \times 10^6$	ตรวจไม่พบ	
ยีสต์ (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	*	*	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	
รา (โคโลนี/กรัม)	<10	<10	<10	*	*	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	
<i>S. aureus</i> (เอ็มพีเอ็น/กรัม)	<3	*	<3	*	*	*	<3	
<i>Cl. botulinum</i>	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ	*	*	*	ตรวจไม่พบ	

\* ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์

ตาราง 31 จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาหมึกที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ปริมาณเชื้อในผลิตภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา (วัน)						
	0	15	30	45	60	75	90
<b>พาสเจอร์ไรซ์</b>							
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	<10	<10	<10	ตรวจไม่พบ
ยีสต์ (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
รา (โคโลนี/กรัม)	<10	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	<10	<10	<10
<i>S. aureus</i> (เอ็มพีเอ็น/กรัม)	<3	*	<3	*	<3	*	<3
<i>Cl. botulinum</i>	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ
<b>ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์</b>							
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	<10	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
ยีสต์ (โคโลนี/กรัม)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
รา (โคโลนี/กรัม)	<10	<10	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	<10	ตรวจไม่พบ
<i>S. aureus</i> (เอ็มพีเอ็น/กรัม)	<3	*	<3	*	<3	*	<3
<i>Cl. botulinum</i>	ตรวจไม่พบ	*	ตรวจไม่พบ	*	*	*	ตรวจไม่พบ

\* ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์

ประมาณ 0.88 เชื้อราบางชนิดสามารถเจริญได้ในช่วง Aw 0.80 (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532) แต่การบรรจุผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศ และใช้ภาชนะที่จำกัดการซึมผ่านของอากาศ ทำให้สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อยีสต์และราได้ (Erickson, 1982) นอกจากนี้ผลร่วมของ Aw กับปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลของความชื้นและ humectant ตลอดจนเครื่องเทศที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ดังเช่นการศึกษาของ Juneja และคณะ (1995) พบว่าการเติมโซเดียมคลอไรด์มากกว่าร้อยละ 2 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในเนื้อไก่กึ่งวงบด มีผลทำให้การต้านทานความร้อนของ *Cl. botulinum* type B ลดลง และถ้าเพิ่มปริมาณโซเดียมคลอไรด์เป็นร้อยละ 4 หรือมากกว่าใน nutrient agar มีผลทำให้ *S. aureus* มีความไวต่อความร้อนที่  $56 \pm 0.1$  องศาเซลเซียส (Smolka, et al., 1974) สำหรับผลของเครื่องเทศ เช่น กระเทียม หอมหัวใหญ่ซึ่งพยอม ตันติวัฒน์ (2521) รายงานว่าหอมหัวใหญ่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกระเทียมคือสารอัลลิลินในกระเทียมที่ถูกทุบจะเปลี่ยนเป็นอัลลิซินและ เมททิลเมททาเอโทไอซัลไฟเนทที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์ (Small, et al., 1947) นอกจากนี้ Holt และคณะ (1995) ยังพบว่าสารสกัดจากกระเทียมยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในมะเขือเทศได้อีกด้วย

#### ง. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งและปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วันที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้การทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis : QDA) (ไพโรจน์ วิริยจारी, 2535) และใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว 12 คนมีรายละเอียดดังนี้

- สี ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงสีน้ำตาลอ่อน และสีเข้มขึ้นจนถึง 10 หมายถึงสีน้ำตาลเข้ม
- กลิ่นคาวปลา ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงกลิ่นคาวปลาเล็กน้อย และกลิ่นคาวปลาเพิ่มขึ้นจนถึง 10 หมายถึง กลิ่นคาวปลามาก

- กลิ่นซอส ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงกลิ่นซอสเล็กน้อย และกลิ่นซอสเพิ่มขึ้นจนถึง 10 หมายถึง กลิ่นซอสมาก
- กลิ่นเครื่องเทศ ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงกลิ่นเครื่องเทศเล็กน้อย และกลิ่นเครื่องเทศเพิ่มขึ้นจนถึง 10 หมายถึง กลิ่นเครื่องเทศมาก
- กลิ่นหืน ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงกลิ่นหืนเล็กน้อย และกลิ่นหืนเพิ่มขึ้นจนถึง 10 หมายถึง กลิ่นหืนมาก
- ความจืด ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงความจืดน้อย และความจืดเพิ่มขึ้นจนถึง 10 หมายถึง ความจืดมาก
- ความแน่นเนื้อ ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงความแน่นเนื้อน้อย และความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นจนถึง 10 หมายถึงความแน่นเนื้อมาก
- ความชอบรวม ระดับคะแนนตั้งแต่ 0 หมายถึงความชอบรวมน้อย และความชอบรวมเพิ่มขึ้นจนถึง 10 หมายถึงความชอบรวมมาก

### ลักษณะสี

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สีของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งและปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์และไม่พาสเจอร์ไรส์ มีแนวโน้มที่มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีคล้ำขึ้น (ตาราง 32 และ 33) (ตารางผนวก ค19 ค20 และ ค21) เป็นผลมาจากปฏิกิริยามิลลาร์ด ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดได้ดีในช่วง Aw ของอาหารความชื้นปานกลาง (Robson, 1976) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้ม

### กลิ่นคาวปลา

กลิ่นคาวปลาของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 32) ส่วนกลิ่นคาวปลาของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และผลิตภัณฑ์จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เพียงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) (ตาราง 32 และ 33) เนื่องจากกลิ่นของสั้วเหลืองช่วยกลบกลิ่นคาวปลาในผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kasahara และคณะ (1990) พบว่าสารประกอบพวก phenethyl alcohol 4-ethylguaiacol และ 2-acetylpyrole ในสั้วเหลืองสามารถขจัดกลิ่นคาวปลาซาร์ดีนในผลิตภัณฑ์ "Mirin boshi" นอกจากนี้ในสั้วเหลืองปรุงรสมีส่วนประกอบของกระเทียม ซึ่งมีสารที่ให้กลิ่นที่สำคัญคือ Allicin Allylpropyl disulfide Diallyl trisulfide ซึ่งมีน้ำมันหอมประกอบด้วย Sesquiterpene hydrocarbon Sesquiterpane alcohols Monoterpenoids Ester ของ Acetic acid Cuprytic acid และสารประกอบ Phenol ในปริมาณเล็กน้อย และหอมหัวใหญ่ประกอบด้วยสารที่ให้กลิ่นหอมที่สำคัญคือ Methylpropyl disulfide Methylpropyl trisulfide และ Dipropyl trisulfide สารที่มีกลิ่นเหล่านี้ช่วยขจัดกลิ่นคาวปลาในผลิตภัณฑ์ได้ (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

#### กลิ่นของสั้วเหลืองและกลิ่นเครื่องเทศ

กลิ่นของสั้วเหลืองของผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในสั้วเหลืองปรุงรสจากปลาหูฉลามแช่เยือกแข็ง และปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในวันแรกกับวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ( $P>0.05$ ) (ตาราง 32 และ 33) แต่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นทำให้กลิ่นเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาหูฉลามแช่เยือกแข็งทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีแนวโน้มลดลง ( $P<0.05$ ) (ตาราง 32) อาจเป็นเพราะกลิ่นเครื่องเทศถูกกลบด้วยกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้น (เทวิทองแดง, 2538) และกลิ่นคาวปลาที่เพิ่มขึ้น ส่วนกลิ่นเครื่องเทศในผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) (ตาราง 33) เนื่องจากผลของการแช่และต้มเนื้อปลาในสั้วเหลืองปรุงรส ทำให้ส่วนผสมของสั้วสามารถซึมเข้าไปในเนื้อปลา ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในสั้วปรุงรสดังกล่าว มีกลิ่นของสั้วเหลืองและกลิ่นเครื่องเทศอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งคุณสมบัติของภาชนะบรรจุที่ใช้สามารถป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของก๊าซได้ในระดับหนึ่ง (ภาคผนวก ข5) จึงช่วยรักษากลิ่นของสั้วเหลืองและกลิ่นเครื่องเทศ

### กลืนหิน

กลืนหินของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทุ่นำสดแช่เยือกแข็ง และปลาทุ่นำที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ (ตาราง 32 และ 33) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ( $P < 0.05$ ) (ตารางผนวก ค19 ค20 และ ค21) ซึ่งสัมพันธ์กับค่าที่บีเอทีเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่ผลิตภัณฑ์จากปลาทุ่นำสดแช่เยือกแข็งมีกลืนหินมากกว่า ผลิตภัณฑ์จากปลาทุ่นำที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีกล้ามเนื้อสีด้าเป็นองค์ประกอบ ทำให้มีปริมาณไมโอโกลบิน และไขมันสูงกว่ากล้ามเนื้อสีขาว (Koizumi, et al., 1987) ไขมันในเนื้อปลาส่วนใหญ่เป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวแบบสายยาว เมื่อได้รับความร้อนจากกระบวนการต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรส และการพาสเจอร์ไรซ์อาจทำให้โครงสร้างของเซลล์เปลี่ยนแปลงไป และปลดปล่อยฮีโมออกมาเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Reineccius, 1979 ; Juyathilakan, 1997) ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษา เป็นตัวการที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกลืน คือทำให้เกิดสารให้กลืน ได้แก่ คีโตน อัลดีไฮด์ (นงลักษณ์ สุทธิวานิช, 2531) และสารประกอบของสารระเหยอื่นๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการ (Tanaka, et al., 1990) เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏ (Srikar, et al., 1989)

### ความฉ่ำ

ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทุ่นำสดแช่เยือกแข็ง ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีความฉ่ำลดลง ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 32) ทั้งนี้อาจเป็นผลของการสูญเสียไอน้ำในเนื้อปลาในขั้นตอนการแช่และต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสทำให้เกิดการหดตัวของเนื้อปลาและเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรส รัชนี ดัชนีหะพานิชกุล (2536) กล่าวว่า การใช้อุณหภูมิสูงในการต้มเนื้อทำให้เนื้อสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ เนื้อสัมผัสแห้ง และเสียรสชาติ

ส่วนผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่นำชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำมีความฉ่ำลดลงเพียงเล็กน้อย ( $P > 0.05$ ) (ตาราง 33) ทั้งนี้อาจเนื่อง

จากผลของการแช่และต้มเนื้อปลาในน้ำซอสถั่วเหลืองปรุงรส ทำให้ส่วนผสมของซอสถั่วเหลืองปรุงรสสามารถซึมเข้าไปในเนื้อปลาทูน่าอย่างสม่ำเสมอ

### ความแน่นเนื้อ

ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำทั้งแบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 32 และ 33) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Texture analyser เป็นผลมาจากความร้อนจากกระบวนการผลิต พีเอชของผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ในช่วงพีเอชที่เป็นจุดไอโซอิเล็กตริกของโปรตีนส่วนใหญ่ในเนื้อปลา และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังที่อธิบายไว้ในผลการศึกษากการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Texture analyser และการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

### การยอมรับรวม

คะแนนการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ มีค่าลดลง ( $P < 0.05$ ) (ตารางผนวก ค19 และ ค20 ) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ตาราง 32) เนื่องจากผลิตภัณฑ์สีคล้ำขึ้น กลิ่นหืนมากขึ้น แน่นเนื้อมากขึ้น แต่กลิ่นเครื่องเทศและความฉ่ำที่ลดลง ( $P < 0.05$ )

ในระหว่างการเก็บรักษาคะแนนการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสปรุงรส จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตาราง 33) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านอื่นๆ มีเพียงเล็กน้อยดังที่กล่าวมาแล้ว จึงไม่มีผลทำให้คะแนนการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสมีค่าลดลง

ตาราง 32 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลา (วัน)	คะแนนการยอมรับ <sup>1</sup>							
	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	กลิ่นหืน	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ	การยอมรับรวม
<b>พาสเจอร์ไรซ์</b>								
0	5.80 <sup>a*</sup>	1.01 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	3.52 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	5.15 <sup>a</sup>	4.35 <sup>b</sup>	7.21 <sup>a</sup>
15	6.42 <sup>b</sup>	0.98 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>	2.95 <sup>b</sup>	0.30 <sup>ab</sup>	5.17 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>
30	6.95 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	5.03 <sup>a</sup>	2.76 <sup>b</sup>	0.31 <sup>ab</sup>	5.63 <sup>ab</sup>	4.89 <sup>a</sup>	6.89 <sup>a</sup>
45	6.92 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	4.96 <sup>a</sup>	2.67 <sup>b</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	5.68 <sup>b</sup>	4.35 <sup>b</sup>	6.24 <sup>b</sup>
60	7.20 <sup>a</sup>	1.72 <sup>a</sup>	4.68 <sup>a</sup>	2.64 <sup>b</sup>	0.49 <sup>a</sup>	6.42 <sup>a</sup>	3.96 <sup>ab</sup>	5.91 <sup>b</sup>
75	7.16 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	4.84 <sup>a</sup>	2.67 <sup>b</sup>	0.45 <sup>ab</sup>	6.67 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	5.82 <sup>b</sup>
90	7.18 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	6.35 <sup>a</sup>	3.79 <sup>a</sup>	4.35 <sup>a</sup>
<b>ไม่พาสเจอร์ไรซ์</b>								
0	6.45 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	4.89 <sup>a</sup>	3.13 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	4.87 <sup>a</sup>	4.66 <sup>b</sup>	7.53 <sup>d</sup>
15	6.91 <sup>ab</sup>	1.11 <sup>ab</sup>	4.90 <sup>a</sup>	2.85 <sup>b</sup>	0.26 <sup>a</sup>	5.29 <sup>a</sup>	4.75 <sup>b</sup>	7.15 <sup>d</sup>
60	7.10 <sup>b</sup>	1.27 <sup>b</sup>	4.82 <sup>a</sup>	2.51 <sup>ab</sup>	0.45 <sup>b</sup>	6.60 <sup>b</sup>	4.01 <sup>a</sup>	6.05 <sup>a</sup>
75	7.38 <sup>b</sup>	1.26 <sup>b</sup>	4.92 <sup>a</sup>	2.46 <sup>ab</sup>	0.45 <sup>b</sup>	6.71 <sup>b</sup>	3.70 <sup>a</sup>	5.28 <sup>b</sup>
90	7.90 <sup>a</sup>	1.33 <sup>b</sup>	4.65 <sup>a</sup>	2.07 <sup>a</sup>	0.44 <sup>b</sup>	6.97 <sup>b</sup>	3.55 <sup>a</sup>	4.12 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 12 คน

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

ตาราง 33 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาหมึกที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลา (วัน)	คะแนนการยอมรับ <sup>1</sup>							การยอมรับรวม
	สี	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นซอส	กลิ่นเครื่องเทศ	กลิ่นหืน	ความแน่นเนื้อ	ความฉ่ำ	
<b>พาสเจอร์ไรซ์</b>								
0	5.34 <sup>b*</sup>	0.64 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	2.94 <sup>a</sup>	0.11 <sup>c</sup>	2.72 <sup>b</sup>	6.58 <sup>a</sup>	7.52 <sup>a</sup>
15	5.67 <sup>b</sup>	0.63 <sup>a</sup>	5.42 <sup>a</sup>	2.78 <sup>a</sup>	0.19 <sup>ab</sup>	3.41 <sup>a</sup>	6.43 <sup>a</sup>	7.41 <sup>a</sup>
30	5.74 <sup>ab</sup>	0.65 <sup>a</sup>	5.44 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>	0.18 <sup>bc</sup>	3.32 <sup>a</sup>	6.47 <sup>a</sup>	7.39 <sup>a</sup>
45	5.84 <sup>ab</sup>	0.67 <sup>a</sup>	5.42 <sup>a</sup>	2.72 <sup>a</sup>	0.24 <sup>ab</sup>	3.36 <sup>a</sup>	6.39 <sup>a</sup>	7.36 <sup>a</sup>
60	5.83 <sup>ab</sup>	0.64 <sup>a</sup>	5.52 <sup>a</sup>	2.75 <sup>a</sup>	0.26 <sup>ab</sup>	3.41 <sup>a</sup>	6.36 <sup>a</sup>	7.34 <sup>a</sup>
75	6.17 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	2.75 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>	6.37 <sup>a</sup>	7.34 <sup>a</sup>
90	6.18 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	5.54 <sup>a</sup>	2.81 <sup>a</sup>	0.27 <sup>ab</sup>	3.66 <sup>a</sup>	6.31 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>
<b>ไม่พาสเจอร์ไรซ์</b>								
0	5.45 <sup>c</sup>	0.53 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>	0.11 <sup>c</sup>	3.00 <sup>b</sup>	6.39 <sup>a</sup>	7.36 <sup>a</sup>
15	5.53 <sup>bc</sup>	0.60 <sup>a</sup>	5.39 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	0.18 <sup>bc</sup>	3.26 <sup>ab</sup>	6.40 <sup>a</sup>	7.32 <sup>a</sup>
30	5.80 <sup>abc</sup>	0.66 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>	0.18 <sup>bc</sup>	3.31 <sup>ab</sup>	6.35 <sup>a</sup>	7.30 <sup>a</sup>
45	5.83 <sup>abc</sup>	0.68 <sup>a</sup>	5.65 <sup>a</sup>	2.70 <sup>a</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	3.29 <sup>ab</sup>	6.38 <sup>a</sup>	7.34 <sup>a</sup>
60	5.90 <sup>abc</sup>	0.60 <sup>a</sup>	5.74 <sup>a</sup>	2.75 <sup>a</sup>	0.25 <sup>ab</sup>	3.40 <sup>ab</sup>	6.32 <sup>a</sup>	7.36 <sup>a</sup>
75	6.11 <sup>ab</sup>	0.75 <sup>a</sup>	5.54 <sup>a</sup>	2.68 <sup>a</sup>	0.27 <sup>ab</sup>	3.48 <sup>ab</sup>	6.30 <sup>a</sup>	7.42 <sup>a</sup>
90	6.20 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	5.66 <sup>a</sup>	2.83 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	3.81 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>	7.31 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 12 คน

\* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

## 6. การวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤตของกระบวนการผลิตปลาหูฉลาม ความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นโดยผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำ (60 องศาเซลเซียส 15 นาที) ทำการเก็บรักษาโดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิต่ำ และเป็นอาหารที่พร้อมบริโภค ดังนั้นเพื่อป้องกันและสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ จึงได้ทำการวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤตของกระบวนการผลิตตามหลักการของระบบ HACCP เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการในการควบคุมและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ส่งผลต่อการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### รายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

#### - ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์

ชิ้นเนื้อปลาหูฉลาม (ปลาโอแถบ) สี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาด 2.5x2.5x2.5 เซนติเมตร มีพีเอช 5.11-5.28 ค่า Aw 0.81-0.90 และปริมาณเกลือร้อยละ 4-6 มีน้ำหนักสุทธิบรรจุ 200± 3 กรัม ในถุงพลาสติกขนาด 28x18 เซนติเมตร ดังรูป 16ก และ 16ข

- ส่วนประกอบ ได้แก่ ปลาโอแถบ หรือ Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) ชนิดสด แซ่เยือกแข็ง หรือชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ซอสถั่วเหลือง น้ำตาล เครื่องเทศ น้ำส้มสายชู กลีเซอรอล และน้ำ

#### - การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์

เป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมบริโภค หรือนำไปทำให้ร้อนก่อนบริโภค เมื่อต้องการบริโภค เป็นกับข้าว กับแกง และเป็นส่วนประกอบของอาหารอื่นๆ เช่นเดียวกับเนื้อสัตว์ หรือเป็นอาหารที่ใช้สำหรับเดินทางไกลหรือที่ขาดแคลนอาหาร ทุกคนสามารถบริโภคได้

### การวิเคราะห์อันตราย

การวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤตของกระบวนการผลิตปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสโดยใช้ Decision tree (Codex Alimentarius Commission, 1996) ทำการวิเคราะห์อันตราย ด้านจุลชีววิทยา เคมี กายภาพ ตัวอย่างเช่น อันตรายจากโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม ปรอท และตะกั่ว อันตรายจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ เช่น *S. aureus* และอันตรายจากที่เกิดจากสิ่งแปลกปลอม เช่น ก้างปลา



RAW FROZEN TUNA

ก



PRECOOKED TUNA

ข

รูป 16 ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (ก) จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และ (ข) ปลาทูน่าที่ผ่านการึ่งด้วยไอน้ำ

เป็นต้น ระบุขั้นตอนที่คาดว่าจะเป็จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP : critical control point) (ตาราง 34) ตลอดจนแนวทางการประกันคุณภาพ (ตาราง 35) ในกระบวนการผลิตปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

กระบวนการผลิตปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (รูป 17) มีรายละเอียดดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งมีอันตรายคือ

ปริมาณโลหะหนักตกค้างในเนื้อปลา คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 และ 2 คือ “ใช่” ดังนั้นขั้นตอนนี้คือ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้

จุลินทรีย์เจริญเติบโต สร้างสารพิษและทำให้ปลาเน่าเสีย คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 คือ “ไม่” ดังนั้นขั้นตอนนี้ไม่ใช่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้

**ขั้นตอนที่ 2** การละลายปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งมีอันตรายคือ

จุลินทรีย์เจริญเติบโต คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 คือ “ไม่” เนื่องจากเนื้อปลามีอุณหภูมิต่ำ (ไม่เกิน 0 องศาเซลเซียส) ดังนั้นขั้นตอนนี้ไม่ใช่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้

**ขั้นตอนที่ 3** การหั่นเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง และปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำเป็น

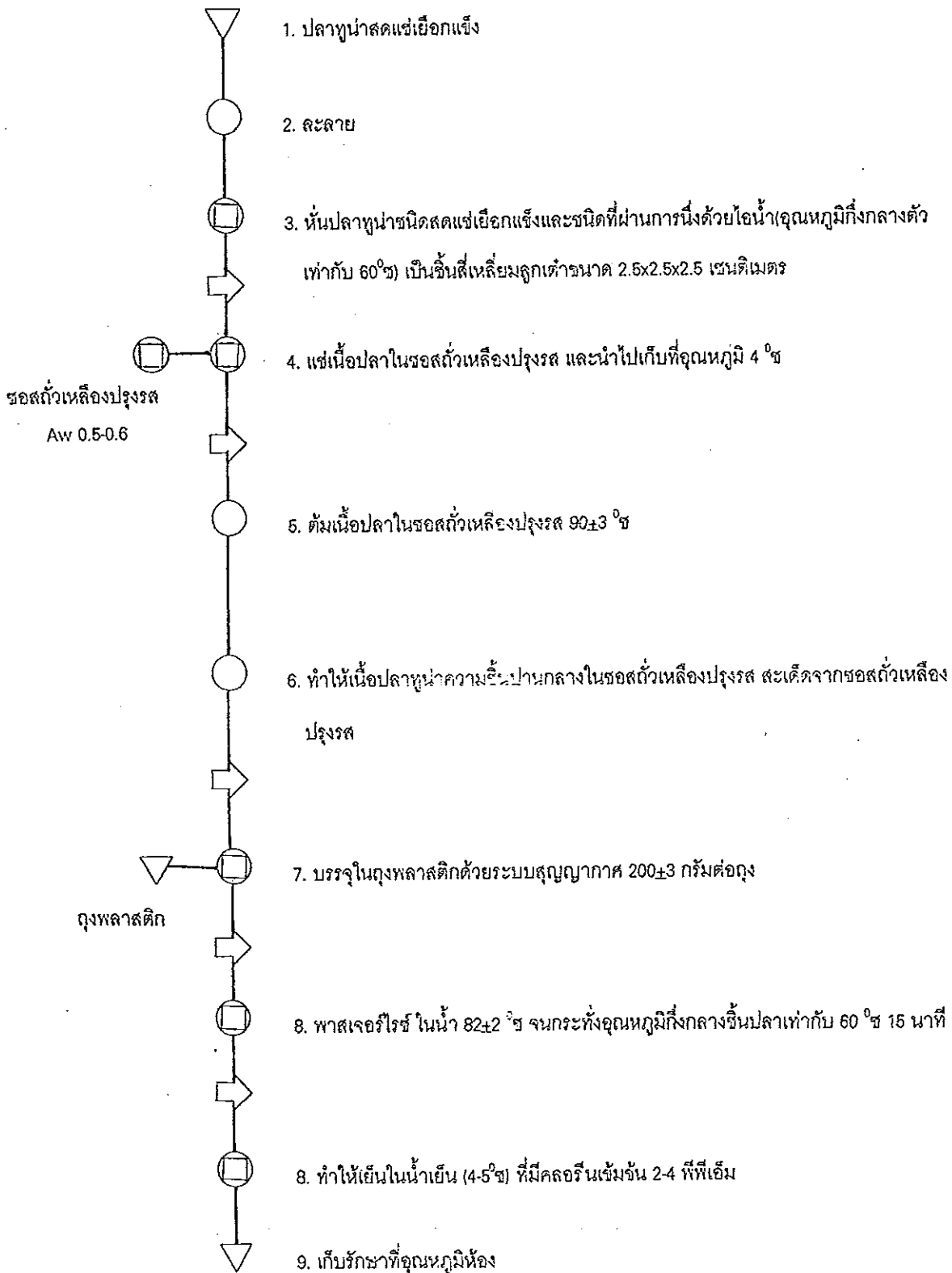
รูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ขนาด 2.5x2.5x2.5 เซนติเมตร มีอันตรายคือ

ก้างปลาที่แยกออกไม่หมด คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 และ 2 คือ “ใช่” ดังนั้นขั้นตอนนี้คือ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้

**ขั้นตอนที่ 4** การแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (Aw 0.5-0.6) ที่อุณหภูมิ 4 องศา

เซลเซียส มีอันตรายคือ

จุลินทรีย์เจริญเติบโต คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 คือ “ไม่” เนื่องจากซอสถั่วเหลืองปรุงรสมีค่า Aw ต่ำ (0.5-0.6) และทำการแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่อุณหภูมิต่ำ (4-5 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้เนื้อปลาทูน่าต้องผ่านขั้นตอนการต้มในซอสถั่วเหลืองปรุงรส (90±3 องศาเซลเซียส) และพาสเจอร์ไรส์ต่อไป ดังนั้นขั้นตอนนี้ ไม่ใช่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้



รูป 17 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาอุ๋นน้ำความชื้นปานกลางในขอสถัวเหลืองปรุงรส

## คำอธิบายสัญลักษณ์ในรูป 17

- แทนกระบวนการทำ (operation) ขั้นตอนที่วัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ หรือสภาวะที่มีการนำเข้า หรือแยกออกจากวัสดุอื่น ขั้นตอนการ operation มักมีคนและ หรือเครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การสกัด การลวก การต้ม การหั่น การปอกเปลือก การล้าง การแยกและการฆ่าเชื้อ เป็นต้น
- ➡ แทนการเคลื่อนย้าย (transportation) คือ การเคลื่อนย้ายของวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตขั้นตอนนี้จะไม่ทำให้มีการเปลี่ยนสถานะหรือลักษณะของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำการเคลื่อนย้าย โดยอุปกรณ์หรือคนในการเคลื่อนย้ายก็ได้ เช่น สายพาน บันได รถ หรือคน
- ▽ แทนการเก็บรักษา (storage) คือ ขั้นตอนที่มีการเก็บรักษา วัสดุ วัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์สุดท้ายภายใต้สภาวะที่ควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย เช่น การเก็บผลิตภัณฑ์สุดท้ายก่อนการส่งออก
- ⊖ แทนการปฏิบัติพร้อมกันระหว่างกระบวนการทำและการตรวจสอบ (combine operation and inspection) โดยในขณะที่ผ่านกระบวนการทำต้องมีการตรวจสอบไปด้วย เช่นการหั่นเนื้อปลาให้ได้ขนาดตามที่กำหนดไว้ การหั่นเป็นขั้นตอนการทำ แต่การหั่นให้ได้ขนาดต้องมีการตรวจสอบด้วย

ขั้นตอนที่ 5 การต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียส มี  
อันตรายคือ

จุลินทรีย์เจริญเติบโตและสร้างสารพิษ คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 และ 2 คือ “ใช่”  
เนื่องจากที่อุณหภูมิและเวลาต้มไม่เป็นไปตามที่กำหนด ดังนั้นขั้นตอนนี้คือ จุดวิกฤตที่ต้อง  
ควบคุมสำหรับอันตรายนี้

ขั้นตอนที่ 6 การทำให้เนื้อปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส สะเด็ดจาก  
ซอสถั่วเหลืองปรุงรส มีอันตรายคือ

จุลินทรีย์ปนเปื้อนจากอุปกรณ์และเครื่องมือ คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 คือ “ไม่”  
เนื่องจากเนื้อปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสมี Aw ต่ำ (0.81-0.89) และ  
ต้องผ่านขั้นตอนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อไป ดังนั้นขั้นตอนนี้ ไม่ใช่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับ  
อันตรายนี้

ขั้นตอนที่ 7 การบรรจุเนื้อปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ในถุง

พลาสติก ( $200 \pm 3$  กรัมต่อถุง) ด้วยระบบสุญญากาศมีอันตรายคือ

จุลินทรีย์ปนเปื้อน และเจริญเติบโต เนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของการปิดผนึกปาก  
ถุง คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 และ 2 คือ “ใช่” ดังนั้นขั้นตอนนี้คือ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม  
สำหรับอันตรายนี้

จุลินทรีย์ปนเปื้อนจากถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุ คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 คือ “ไม่”  
เนื่องจากถุงพาสติกผ่านการควบคุมและรับประกันคุณภาพจากผู้ผลิต นอกจากนี้เนื้อ  
ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองต้องผ่านขั้นตอนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อไป ดังนั้น  
ขั้นตอนนี้ ไม่ใช่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้

ขั้นตอนที่ 8 การพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์ในน้ำ  $82 \pm 2$  องศาเซลเซียส จนกระทั่งอุณหภูมิจุด

กึ่งกลางขึ้นปลาเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที มีอันตรายคือ

จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษรอดชีวิต เนื่องจากเวลาและอุณหภูมิไม่เป็นไปตามที่  
กำหนด คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 และ 2 คือ “ใช่” ดังนั้นขั้นตอนนี้คือ จุดวิกฤตที่ต้อง  
ควบคุมสำหรับอันตรายนี้

จุลินทรีย์ปนเปื้อนซ้ำเนื่องจากถุงรั่ว หรือน้ำที่ไหลล้นเย็น คำตอบสำหรับคำถามที่ 1  
และ 2 คือ “ใช่” ดังนั้นขั้นตอนนี้คือ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้

### ขั้นตอนที่ 9 การเก็บรักษามีอันตรายคือ

จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษเจริญ คำตอบสำหรับคำถามที่ 1 คือ “ไม่” เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์และมีค่า Aw ต่ำ ทำให้สามารถเก็บรักษาโดยไม่ต้องใช้ อุณหภูมิต่ำดังนั้นขั้นตอนนี้ ไม่ใช่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสำหรับอันตรายนี้

ตาราง 34 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

ขั้นตอน	กระบวนการ	ลำดับที่	อันตรายและสาเหตุ	การควบคุม	Decision Tree				จุดควบคุม ใช่/ไม่ใช่
					Q1	Q2	Q3	Q4	
1	ปลาหมึกสดแช่เยือกแข็ง	1.1	โลหะหนัก ได้แก่ ปปรอท แคดเมียม และตะกั่ว ตกค้างในเนื้อปลา	1.1.1 เลือกซื้อปลาจากแหล่งจับที่ไม่มีประวัติมีโลหะหนักเกินมาตรฐาน หรือไม่มีโลหะหนักตกค้างในเนื้อปลา 1.1.2 มีใบรับรองการตรวจสอบปริมาณโลหะหนัก	✓	✓	-	-	ใช่
		1.2	จุลินทรีย์เจริญเติบโต สร้างสารพิษ และทำให้ปลาเน่าเสีย	1.2 ควบคุมอุณหภูมิปลาสดในระหว่างขนส่ง และเก็บรักษา	X	-	-	-	ไม่ใช่
2	ละลายปลาหมึกสดแช่เยือกแข็ง	2.1	จุลินทรีย์เจริญเติบโต	2.1 ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 0 °ซ	X	-	-	-	ไม่ใช่
3	หั่นเนื้อปลาหมึกสดแช่เยือกแข็ง และปลาหมึกที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า	3.1	ก้างปลาที่แยกออกไม่หมด	3.1 ควบคุมการแยกก้างปลาออกจากเนื้อปลาในขั้นตอนการตัดแต่ง	✓	✓	-	-	ใช่
4	การแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	4.1	จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษเจริญ และสร้างสารพิษ	4.1 ควบคุม Aw ของซอสถั่วเหลือง และอุณหภูมิในการแช่เนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรส	✓	-	-	✓	ไม่ใช่

ตาราง 34 (ต่อ)

ขั้นตอน	กระบวนการ	ลำดับที่	อันตรายและสาเหตุ	การควบคุม	Decision Tree				จุดควบคุม ใช่/ไม่ใช่
					Q1	Q2	Q3	Q4	
5	การต้มเนื้อปลาในซอส ถ้วยเหลืองปรุงรส	5.1	จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ เจริญและสร้างสารพิษเนื่องจาก Aw สูงเกินกำหนด	5.1 ควบคุมอุณหภูมิ และเวลาในการต้ม เนื้อปลาในซอสถ้วยเหลืองปรุงรส	✓	✓	-	-	ใช่
6	การทำให้เนื้อปลาความชื้น ปานกลางในซอสถ้วยเหลือง ปรุงรสสะอาดจากซอส ถ้วยเหลืองปรุงรส	6.1	จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากอุปกรณ์ และเครื่องมือ	6.1 ดูแลความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ ที่สัมผัสอาหาร และให้การอบรมความรู้ การทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ	✓	-	-	✓	ไม่ใช่
7	การบรรจุ/ปิดผนึก	7.1	จุลินทรีย์ปนเปื้อน และเจริญเติบโต เนื่องจากการปิดผนึกปากถุงไม่ สมบูรณ์	7.1 ตรวจสอบสภาพการทำงานของ เครื่องผนึกปากถุงทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน  7.2 ไม่มีชิ้นส่วนเนื้อปลาติดที่ปากถุง	✓	✓	-	-	ใช่
8	การพาสเจอร์ไรซ์	8.1	จุลินทรีย์รอดชีวิตเนื่องจาก อุณหภูมิและเวลาในการ พาสเจอร์ไรซ์ไม่เป็นไปตามที่กำหนด	8.1 ควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการ พาสเจอร์ไรซ์	✓	✓	-	-	ใช่
		8.2	จุลินทรีย์ปนเปื้อนภายหลังการ พาสเจอร์ไรซ์เนื่องจากถุงรั่ว	8.2.1 ควบคุมการปิดผนึกปากถุง 8.2.2 ควบคุมคุณภาพน้ำที่ใช้หล่อเย็น	✓	✓	-	-	ใช่
9	การเก็บรักษา	9.1	จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษเจริญ	-	X	-	-	-	ไม่ใช่

ตาราง 35 แนวทางการประกันคุณภาพของกระบวนการผลิตปลาหูฉลามขึ้นปานกลางในซอสถ้วยเหลืองปรุงรส

ลำดับที่	กระบวนการ	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้	วิธีการตรวจสอบ	วิธีการแก้ไข
1	ปลาหูฉลามแช่เยือกแข็ง	1.1 โลหะหนัก ได้แก่ ปรอท แคดเมียม และตะกั่วไม่เกิน 0.25 พีพีเอ็ม	1.1 ฝ่ายควบคุมคุณภาพสุ่มตรวจสอบ ปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลาหูฉลามแช่เยือกแข็งทุกรุ่น โดยวิธี A.O.A.C.(1995)	1.1.1 กักปลาหูฉลามแช่เยือกแข็งเมื่อพบว่า มีปริมาณโลหะหนักสูงกว่าที่กำหนด เพื่อส่งคืนผู้ผลิต หรือนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น หรือส่งออกไปตลาดที่มีข้อกำหนดที่ต่ำกว่าที่ตรวจพบ 1.1.2 บันทึกผลการตรวจสอบเพื่อทำประวัติของผู้ผลิตและแหล่งจับ 1.1.3 เปลี่ยนแหล่งที่รับซื้อ/ตัดราคา
3	หันเนื้อปลาหูฉลามแช่เยือกแข็ง และปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำเป็นสีเหลืองมุกดำ	3.1 ไม่มีก้างเหลืออยู่ในชิ้นเนื้อปลา	3.1 ชิ้นปลาที่ผ่านการตัดแต่งผ่านการตรวจสอบโดยพนักงานตัดแต่ง และผู้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชิ้น	3.1 แจ้งให้พนักงานตัดแต่งชิ้นปลาทราบ และแก้ไขข้อบกพร่องทันที 3.2 ให้การอบรมซ้ำ

ตาราง 35 (ต่อ)

ลำดับที่	กระบวนการ	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้	วิธีการตรวจสอบ	วิธีการแก้ไข
5	ต้มเนื้อปลาในซอสถ้วยเหลือง ปรุงรส	อุณหภูมิในการต้ม $90(\pm 3)^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 60 นาทีสำหรับปลาทุ่นสดแช่เยือกแข็ง และ 80 นาทีสำหรับปลาทุ่นที่ผ่านการ นึ่งด้วยไอน้ำ	5.1 ตรวจสอบและบันทึกอุณหภูมิการ ต้มเนื้อปลาในซอสถ้วยเหลืองปรุงรสทุก รุ่น 5.2 ฝ่ายควบคุมคุณภาพสุ่มตรวจสอบ และบันทึกค่า Aw ของเนื้อปลาทุ่นที่ ผ่านการต้มในซอสถ้วยเหลืองปรุงรส ทุกรุ่น	5.1 รายงานให้หัวหน้าฝ่ายผลิตทราบทันที  5.2.1 ต้มเนื้อปลาทุ่นในซอสถ้วยเหลืองปรุงรส ใหม่เมื่อตรวจพบว่า Aw ไม่เป็นไปตามที่ กำหนด 5.2.2 บันทึกการแก้ไข
7	การบรรจุปิดฝา	7.1 ผลิตภัณฑ์ทุ่นมีการฝาปิดอย่าง สมบูรณ์	7.1 ฝ่ายควบคุมคุณภาพสุ่มตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์มาตรวจความสมบูรณ์ของ การฝาปิดทุ่นทุกรุ่น	7.1 แจ้งพนักงานที่ทำหน้าที่ประจำเครื่อง ฝาปิดทราบทันที 7.2 เปลี่ยนถุงใหม่ 7.3 บันทึกการแก้ไข
8	พาสเจอร์ไรซ์	8.1 พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิจุดกึ่งกลาง ชั้นปลาไม่ต่ำกว่า $60^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 15 นาที	8.1 ตรวจสอบและบันทึกอุณหภูมิการ พาสเจอร์ไรซ์ทุกรุ่น	8.1.1 รายงานหัวหน้าฝ่ายผลิตทราบทันที 8.1.2 อบรมพนักงานประจำเครื่อง พาสเจอร์ไรซ์ 8.1.3 นำไปพาสเจอร์ไรซ์ใหม่

ตาราง 35 (ต่อ)

ลำดับที่	กระบวนการ	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้	วิธีการตรวจสอบ	วิธีการแก้ไข
		8.2 ไม่มีถุงรั่ว	8.2 ผลิตรภัณฑ์ทุกถุงผ่านการตรวจสอบทางสายตาโดยพนักงานควบคุมคุณภาพ	8.2.1 แจ้งพนักงานที่ทำหน้าที่ควบคุมการปิดผนึกปากถุง พนักงานประจำเครื่องพาสเจอร์ไรซ์ และ หล่อเย็นทันที 8.2.2 กักผลิตรภัณฑ์รุ่นที่พบว่ามีถุงรั่วเพื่อรอตรวจพิสูจน์ทางจุลินทรีย์ 8.2.3 เปลี่ยนถุง และนำไปพาสเจอร์ไรซ์ใหม่ 8.2.4 บันทึกการแก้ไข
		8.3 น้ำที่ใช้หล่อเย็นมีอุณหภูมิ 4-5 °ซ และมีคลอรีนเข้มข้น 2-4 พีพีเอ็ม และภายหลังการหล่อเย็นมีคลอรีนเข้มข้น 2 พีพีเอ็ม	8.3.1 ฝ่ายควบคุมคุณภาพตรวจสอบและบันทึก อุณหภูมิและความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำที่ใช้ หล่อเย็นทุก 1 ชั่วโมง	8.3.1 แจ้งให้พนักงานควบคุมการหล่อเย็นทราบทันที 8.3.2 เปลี่ยนน้ำหล่อเย็นใหม่ทันที 8.3.3 บันทึกการแก้ไข

## บทที่ 4

### สรุป

จากผลการศึกษาระบบวิธีการผลิตปลาทุ่นความขึ้นปานกลางในชอส์ถั่วเหลือง  
ปรุงรสได้ข้อสรุปดังนี้

1. องค์ประกอบและคุณสมบัติของเนื้อปลาทุ่นสดแช่เยือกแข็ง และปลาทุ่นที่ผ่านการนึ่ง  
ด้วยไอน้ำ ได้แก่ Aw พีเอช ความชื้น(ร้อยละ) โปรตีน(ร้อยละน้ำหนักแห้ง) ไขมัน(ร้อยละ  
น้ำหนักแห้ง) เถ้า(ร้อยละน้ำหนักแห้ง) เกลือ(ร้อยละน้ำหนักแห้ง) และทีบีเอ (มก.  
มาโลนอติดีไฮด์ ต่อกก.ตัวอย่าง) เท่ากับ 0.99 5.48 75.44 75.37 8.39 6.89 2.09 16.01 ตาม  
ลำดับ สำหรับเนื้อปลาทุ่นสดแช่เยือกแข็ง และเท่ากับ 0.97 5.17 68.03 76.17 6.63 6.00  
2.94 และ 13.40 ตามลำดับ สำหรับเนื้อปลาทุ่นที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ส่วนปริมาณโปรท  
แคดเมียม ตะกั่ว ทำการตรวจวิเคราะห์เฉพาะในเนื้อปลาทุ่นสดแช่เยือกแข็ง พบว่ามีค่า  
น้อยกว่า 0.13 0.05 0.25 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และพบฮีสตามีน 7.35 พีพีเอ็ม ส่วนปริมาณ  
จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และ *S. aureus* ในเนื้อปลาทุ่นสดแช่เยือกแข็งมีค่าเท่ากับ  
 $1.80 \times 10^4$  ตรวจไม่พบ น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และ 14 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ตามลำดับ  
สำหรับเนื้อปลาทุ่นที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ มีค่าเท่ากับ  $1.48 \times 10^6$   $1.95 \times 10^3$  น้อยกว่า 10  
โคโลนีต่อกรัม และ 75 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ตามลำดับ ตรวจไม่พบ *Cl. botulinum* ในเนื้อปลา  
ทั้ง 2 ชนิด

2. การพัฒนากระบวนการผลิตและสูตรชอส์ถั่วเหลืองปรุงรส พบว่ากระบวนการผลิตที่  
เหมาะสมคือ แช่เนื้อปลาในชอส์ถั่วเหลืองปรุงรสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12  
ชั่วโมง ก่อนนำไปต้มที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที สำหรับเนื้อปลาทุ่น  
สดแช่เยือกแข็ง และ 80 นาที สำหรับปลาทุ่นที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ตามลำดับ

สูตรชอส์ถั่วเหลืองปรุงรสที่ได้รับการพัฒนาแล้วประกอบด้วย น้ำตาล ชอส์ถั่วเหลือง  
ส่วนผสมของเครื่องเทศ (กระเทียม หอมหัวใหญ่ และขิง อัตราส่วน 1:1:1) กลีเซอรอล  
น้ำส้มสายชู และน้ำ ร้อยละ 34 26 7 17 6 และ 10 ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์จาก

ปลาทูนัสสดแช่เยือกแข็ง และร้อยละ 33 28 4 18 7 และ 10 ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทูนัสที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

3. การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาทูนัสความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสของผู้บริโภค ในเขตอำเภอขนาดใหญ่ และอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับรวมในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทูนัสสดแช่เยือกแข็ง และให้คะแนนการยอมรับรวมในระดับปานกลางถึงชอบมาก สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทูนัสที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

4. สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์ปลาทูนัสความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส ที่เหมาะสมคือ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที สำหรับผลิตภัณฑ์จากปลาทูนัสสดแช่เยือกแข็ง และปลาทูนัสที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

5. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาทูนัสความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสจากปลาทูนัสสดแช่เยือก และจากปลาทูนัสที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีความชื้น ค่าที่บีเอ Aw ความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ( $P < 0.05$ ) ส่วนปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ และฮีสตามีน มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ยกเว้นผลิตภัณฑ์จากปลาทูนัสสดแช่เยือกที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีปริมาณฮีสตามีนเพิ่มขึ้น

ผลิตภัณฑ์ปลาทูนัสความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รา ยีสต์ *S. aureus* และ *Cl. botulinum* ไม่เปลี่ยนแปลง ยกเว้นจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์จากปลาทูนัสสดแช่เยือกที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีปริมาณเพิ่มขึ้น

การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาทูนัสความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูนัสสดแช่เยือกแข็งมีคะแนนการยอมรับรวมลดลง ( $P < 0.05$ ) ส่วนผลิตภัณฑ์จากปลาทูนัสที่ผ่านการการนึ่งด้วยไอน้ำมีคะแนนการยอมรับไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

6. ผลการวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤตของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส พบว่ามีขั้นตอนการผลิตที่คาดว่าจะจุดควบคุมวิกฤตของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการควบคุมดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งมีอันตรายคือ ปริมาณโลหะหนักตกค้างในเนื้อปลาเกินกำหนด (0.25 พีพีเอ็ม)

ขั้นตอนที่ 3 การหั่นเนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งและปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วย มีอันตรายคือ ก้างปลาที่แยกออกไม่หมด

ขั้นตอนที่ 5 การต้มเนื้อปลาในซอสถั่วเหลืองปรุงรสที่อุณหภูมิ  $90 \pm 3$  องศาเซลเซียสมีอันตรายคือ จุลินทรีย์เจริญเติบโตและสร้างสารพิษ

ขั้นตอนที่ 7 การบรรจุเนื้อปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสในถุงพลาสติก ( $200 \pm 3$  กรัมต่อถุง) ด้วยระบบสูญญากาศ มีอันตรายคือ จุลินทรีย์ปนเปื้อนและเจริญโตเพราะความไม่สมบูรณ์ของการปิดผนึกปากถุง

ขั้นตอนที่ 8 การพาสเจอร์ไรซ์ มีอันตรายคือ จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษรอดชีวิตเนื่องจากอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ไม่เป็นไปตามที่กำหนด และจุลินทรีย์ปนเปื้อนภายหลังการพาสเจอร์ไรซ์เนื่องจากถุงขาด หรือน้ำที่ใช้หล่อเย็นมีคุณภาพไม่เป็นไปตามที่กำหนด

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการใช้ถุงพาสติกชนิดอื่นที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของอากาศสูง เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา
2. ควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการนำเอาขวดแก้วเหลือทิ้งที่ปรงรสที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่
3. ควรมีการศึกษาถึงแนวทางการนำเนื้อปลาชนิดอื่น มาใช้ในการผลิตแทนเนื้อปลาทูน่าเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

## เอกสารอ้างอิง

- กันตา จิตตั้งสมบูรณ์. 2537. การส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารของไทย. ว.ผู้ส่งออก 8 : 44-54.
- กันตา จิตตั้งสมบูรณ์. 2541. การส่งออกสินค้าอาหารของไทยปี 2540. ว.ผู้ส่งออก. 11 : 9-21.
- กฤษณา ไสภณพงษ์. 2535. ปัญหาการส่งออกผลิตภัณฑ์ประมง. ว.การประมง 45 : 1133-1143.
- คณะทำงานศึกษาการประมงปลาทูน่า. 2534. แนวทางพัฒนาการประมงปลาทูน่าของไทย. ว.การประมง. 44:115-122.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. หลักการบรรจุ. ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัทไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- ดิเรก ธรรมนิยม. 2537. ชาวประมงต่างประเทศ. ว.การประมง 47 : 89-92.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัทฟอร์แมทพรีนติ้ง จำกัด.

เทวี ทองแดง. 2538. การผลิตปลาสะเต๊ะจากปลามูลค่าต่ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะ  
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิรนาม. 2534 ก. การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม. ว.สรุปข่าวธุรกิจ. 14 : 3-7.

นิรนาม. 2534 ข. อุตสาหกรรมเกษตรสินค้าจากเศษเหลือ (by product) จากโรงงานปลา  
ทูน่าบรรจุกระป๋อง. เอกสารเผยแพร่จากกองพัฒนาอุตสาหกรรมส่งเสริมอุตสาหกรรม  
กรมกระทรวงอุตสาหกรรม.

นิรนาม. 2541 ค. ภาวะการค้าระหว่างประเทศของไทยในระยะ 8 เดือนแรกของปี 2541.  
ว.เศรษฐกิจการพาณิชย์. 29:30-42.

นิรนาม. 2542 ง. สถิติ. ว.ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน). 1 : 59-84.

บังอร สายสิทธิ์, สมศักดิ์ จุลละสร, ขจรศักดิ์ เวชชการัตน์, อรวรรณ คงพันธุ์ และมงคล  
สารานุกรม. 2530. ภาวะการประมงและการตลาดของปลาทูน่า. ว.การประมง  
40 : 75-76.

ประศาสตร์ พุฒระกุล. 2539. การกินปลาทำให้สมองดีหรือไม่. ว. อุตสาหกรรมเกษตร 7  
: 16-20.

พยอมน ตันติวัฒน์. 2521. เครื่องเทศ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

- พ่ายพ มาศนิยม. 2538. การใช้ประโยชน์เศษเนื้อปลาทูลำในการผลิตแฮมปลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พูลทรัพย์ วิรุฬกุล. 2534. เทคโนโลยีหลังการจับปลาทูลำ. ว.การประมง. 44 : 123-132.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2535. สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์वासिक. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไอดีเอ็นเอสไตร์.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รัชณี ตันตะพานิชกุล. 2536. เคมีอาหาร. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรรณวิบูลย์ กาญจนบุญชร. 2529. เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราวุฒิ ครูสง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรม  
เกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุเจือปนในอาหาร เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ภาควิชา  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2 : หลักการถนอมอาหารและการควบคุม  
คุณภาพอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรม  
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย. 2531. การใช้ Ratio Profile Test ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์.  
ว. อาหาร. 18 : 11-22.

ศิริลักษณ์ สุวรรณงษ์. 2538. หลักการประยุกต์ใช้การควบคุมจุดวิกฤตในการประกัน  
คุณภาพผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2538 ฝ่ายตรวจรับรองคุณภาพ  
สัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2533. รายงานผลการวิเคราะห์  
ถุงพลาสติกกรหัส HEVEL VACUUM BAG. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
ปลาทุ่นำกระป๋อง (มอก. 142). กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

อรรษา สุดเธียรกุล และพิมพ์พันธุ์ เลียงพิบูลย์. 2536. การเจริญพันธุ์และการเจริญเติบโต, ใน แบคทีเรียพื้นฐาน. สุวณี สุขเวทย์ และมาลัย วรจิตร, บรรณาธิการ. หน้า 46-71. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศิริยอด.

อารยา เซาว์เรืองฤทธิ์. 2536. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสห่อด้วยผักแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Allwood, M.C. and Russell, A.D. 1979. Mechanism of thermal injury in *Staphylococcus aureus*. I. Relationship between viability and leakage. Appl. Microbiol. 15 : 1266-1269.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15<sup>th</sup> ed. The Association of Official Analytical Chemists Inc., Virginia.

A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16<sup>th</sup> ed. The Association of Official Analytical Chemists Inc., Virginia.

Beuchat, L.R. and Golden, D.A. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. Food Technol. 43 : 134-142.

Bone, D. 1973. Water activity in intermediate moisture foods. Food Technol. 27 : 71-76.

Brockmann, M.C. 1970. Development of intermediate moisture foods for military use.

Food Technol. 24 : 60-64.

Castrillon, A.M., Pilar Navarro, M. and Trinidad Garcia- Arias, M. 1996. Tuna protein nutritional quality changes after canning. J. Food Sci. 61 : 1250-1253.

Chirife, J., Scorza, O.C., Vigo, M.S., Bertoni, M. H. and Cattanco, P. 1979. Preliminary studies on the storage stability of intermediate moisture beef formulated with various water binding agent. Food Technol. 14 : 421-428.

Codex Alimentarius Commission. 1996. Report of the twenty-ninth session of the Codex Committee of Food Hygiene. Washing D.C. 21-25 October 1996. Hazard analysis critical control point (HACCP) system and guideling for its application. Alinorm 97/13A Appendix II. 23-33.

Collins, J.L. and Yu, A.K. 1975. Stability and acceptance of intermediate moisture, deep-fried catfish. J. Food Sci. 40 : 858-863.

Cooksey, D.K., Klein, B.P., Mckeith, F.K. and Blaschek, H.P. 1993 a. Post-packaging pasteurization reduces *Clostridium perfringens* and other bacteria in precooked vacuum-packaged beef loin chunks. J. Food Sci. 58 : 239-242.

Cooksey, D.K., Klein, B.P., Mckeith, F.K. and Blaschek, H.P. 1993 b. Reduction of *Listeria monocytogenes* in precooked vacuum-packaged beef using postpackaging pasteurization. J. Food Sci. 56 : 1034-1038.

Davidson, M.P. and Juneja, V.K. 1990. Antimicrobial Agents. *In* Food Additive. (eds.

Larry, B.A., Michael, D.P. Salminen, S.) pp. 83-132. New York : Marcel Dekker, Inc.

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. 11: 1-42.

Dymsza, H.A., Ting, S.F., and Silverman, G. 1976. Optimization of intermediate moisture fish development. Presented at 36<sup>th</sup> Ann. Meet., Inst. of Food Technologists, Anaheim, Calif., June 6-9. Cited by Dymsza, H.A. and Silverman, G. 1979. Improving the acceptability of intermediate moisture fish. *Food Technol.* 14 : 52-53.

Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. 1981. *Pearson's Chemical Analysis of Foods*.

London : Churchill Livingstone.

Erickson, L.E. 1982. Recent developments in intermediate moisture food. *J. Food Proc.* 45 : 484-491.

Eskin, N.A.M. 1990. *Biochemistry of Food*. California : The Academic Press

Publishing.

- Favetto, G., Chirife, J. and Bartholomai, G.B. 1981. A study of water activity lowering meat during immersion-cooking in sodiumchloride-glycerol solution. I. Equilibrium considerations and diffusional analysis of solution uptake. *Food Technol.* 16 : 609-619.
- Fish Inspection and Quality Control Division, Department. of Fisheries. 1995. Standard procedures for microbiological analysis. Songkhla Fish Inspection Center.
- Focke, M., Feld, A. and Lichtenthaler, H.K. 1990. Allicin, a naturally occurring antibiotic from garlic specifically inhibits acetyl-Co A synthetase. *FEBS* 261:106-108. cited by Kyung, K.H., Park, K.S. and Kim, Y.S. 1996. Isolation and characterization of bacteria resistant to the antimicrobial activity of garlic. *J. of Food Sci.* 61(1):226-229.
- Frazier, W.C. 1967. *Food Microbiology*. Tata McGraw-Hill Pub. New Delhi.
- Hatae, K., Yoshimatsu, F. and Matsumoto, J.J. 1988. An integrated quantitative correlation of textural profiles fish. *J. Food Sci.* 53 : 679-683.
- Hatae, K., Yoshimatsu, F. and Matsumoto, J.J. 1990. Role of muscle fibers in contributing firmness of cooked fish. *J. Food Sci.* 55 : 693-696.
- Hirano, T., Suzuki T. and Suyama M. 1987. Changes in extractive components of bigeye tuna and pacific meats by thermal processing at high temperature of  $F_0$  values of 8 to 21. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 53 : 1457-1461.

- Holt, D.L. and Gomez-Almonte, N. 1995. Anti-mycotic activity of garlic extracts and extract fractions in vitro and in planta. *J. Food Sci.* 58 : 322-325.
- Huss, H.H. 1988. Fresh fish quality and quality changes. Technical laboratory, Ministry of Fisheries Technical University, Copenhagen, Denmark.
- Huss, H.H. 1994. Assurance of Seafood Quality. FAO Fisheries Technical Paper No. 334.
- Jayaraman, K.S. and Das Gupta, D.K. 1978. Development and storage stability of intermediate moisture carrot. *J. Food Sci.* 43 : 1880-1881.
- Jayathilakan, K., Vasundhara and Kumudavally, K. V. 1997. Effect of spices and maillard reaction products on rancidity development refrigerated meat. *J. Food Sci. Technol.* 34 : 128-131.
- Johson, A.H. and Peterson, M.S. 1974. Encyclopedia of Food Technology. Vol 2. Connecticut : The AVI Publishing Company, Inc.
- Juneja, V.K. and Eblen, B. 1995. Influence of sodium chloride on thermal inactivation and recovery of nonproteolytic *Clostridium botulinum* type B strain KAP B5 spores. *J. Food Proc.* 58:813-816.

- Kamman, J. F., Tatini, S.R, Labuza, T.P. 1978. Effect of water activity on nuclease production. *J. Food Sci.* 43 : 1284-1286.
- Kanoh S., Suzuki T., Macyama, K., Takewa, T., Watabe, S., and Hashimoto, K. 1986. Comparative studies on ordinary and dark muscles of tuna fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 52 : 1807-1816.
- Kanoh S., Aleman, P.J.M., Kariya, Y., Kaneko, T., Watabe, S. and Hashimoto, K. 1988. Heat induced textural and histological changes of ordinary and dark muscles of yellowfin tuna. *J. Food Sci.* 53 : 673-678.
- Kaplow, M. 1970. Commercial development of intermediate moisture foods. *Food Technol.* 24 : 889-893.
- Karel, M. 1976. Technology and Application of New Intermediate Moisture Food. *In* Intermediate Moisture Foods. (eds. Davies, R. and Birch, G.G. and Parker, K.J.) pp. 4-31. London : Applied Science Publishers Ltd.
- Kasahara, K., Itaya, M. and Nishibori, K. 1990. Effect of soy sauce flavoring on improvement of sardine odor in "Mirin-boshi". *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 56 : 619-623.
- Koizumi, C., Wada, S. and Ohshima, T. 1987. Factors affecting development of rancid off odor in cooked fish meats during storage at 5 °C. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 53 : 2003-2009.

- Koujima, I., Hayashi, H., Tomochika, K., Okase, A. and Kanemasa, Y. 1978. Adaptational change in proline and water content of *Staphylococcus aureus* after alteration of environmental salt concentration. *Appl. Environ. Microbiol.* 35: 467-470.
- Labuza, T. P. 1980. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. *Food Technol.* 34 : 36-41.
- Lea, C.H. and Hannan, R.S. 1949. Studies on the reaction between protein and reducing sugar in the "dry" state. I. The effect of activity of water, of pH and of temperature on the primary reaction between casein and glucose. *Biochim. et Biophys. Acta.* 3 : 313 cited by Warmbier, H.C., Schnickels R.A. and Labuza, T.P. 1976. Nonenzymatic browning kinetics in an intermediate moisture model system : effect of glucose to Lysine ratio. *J. Food Sci.* 41 : 981-983.
- Lea, C.H. and Hannan, R.S. 1949. 1950. Studies of the reaction between proteins and reducing in the "dry" state. 2. Further observation on the formation of the casein-glucose complex. *Biochim. et Biophys. Acta.* 4: 518. cited by Warmbier, H.C., Schnickels R.A. and Labuza, T.P. 1976. Nonenzymatic browning kinetics in an intermediate moisture model system : effect of glucose to Lysine ratio. *J. Food Sci.* 41 : 981-983.
- Lee, B.B. and Kraft, A.A. 1977. Microbiology of intermediate moisture pork. *J. Food Sci.* 42:735-737.

- Lee, Y.B., Kim, Y.S. and Ashmore, C.R. 1986. Antioxidant property in ginger rhizome and its application to meat products. *J. Food Sci.* 51:20-23.
- Leistner, L. and Rödel, W. 1976. The Stability of Intermediate Moisture Food with Respect to Micro-organisms. *In Intermediate Moisture Foods.* (eds. Davies, R. and Birch, G.G. and Parker, K.J.) pp. 4-31. London : Applied Science. Publishers Ltd.
- Leistner, L. 1994. Further developments in the utilization of hurdle technology for preservation. *J. Food Eng.* 22: 421-432.
- Lopez-sabater, E.I.,J.J. Rodriguez-Jerez, A.X. and M.T. Mora-Ventura. 1995. Sensory quality and histamine formation during controlled decomposition of tuna (*Thunnus thynnus*). *J. Food Sci.* 59(2):167-174.
- Lotter, L. P. and Leistner, L. 1978. Minimal water activity for enterotoxin a production and growth *Staphylococcus aureus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 36 : 377-380.
- Marvin, L.S. 1984. *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Food.* 2<sup>th</sup> ed. Washington D.C. American Public Health Association.
- Microbiology and Food Safety Committee of the National Food Processors Association. 1993. Implementation of HACCP in a food processing plant. *J. Food Proc.* 56 : 548-554.

- Miller, A.J. 1992. Combined water activity and solute effects on growth and survival of *Listeria monocytogenes* Scott A. J. Food Proc. 55: 414-418.
- Murata, M. and Sakaguchi, M. 1989. The effects of phosphatase treatment of yellowtail muscle extracts and subsequent addition of IMP on flavor intensity. Bull Jap Soc. Sci. Fish. 55 : 1599-1603.
- NAS/NRC. 1980. Recommend Dietary Allowances. Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences, Washington, D.C. cited by Davidson, M.P. and Juneja, V.K.. 1990. Antimicrobial Agents. In Food Additive. (eds. Larry B, A., Michael, D, P. and Salminen, S.) pp. 83-137. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Ockerman, H. W. 1978. Source Book for Food Scientists. Vol I. Connecticut The AVI Publishing Company. Inc.
- Pan, B.S. and James, D. 1985. Histamine in marine products : production by bacteria, measurement and prediction of formation. FAO Fisheries Technical Paper No. 62.
- Pawsey, R. and Davies, R. 1976. The Safety of Intermediate Moisture Foods with Respect to *Staphylococcus aureus*. In Intermediate Moisture Foods. (eds. Davies, R. and Birch, G.G. and Parker, K.J.) pp. 183-202. London : Applied Science Publishers Ltd.

- Perez-Villarreal, B. and Pozo, R. 1990. Chemical composition and ice spoilage of albacore. *J. Food Sci.* 55 : 678-682.
- Pomeranz, Y. 1985. Water. *In Functional Properties of Food Components.* pp. 1-24. Orlando : Academic Press.
- Reineccius, G.A. 1979. Symposium on meat flavor off-flavors in meat and fish : A review. *Food Technol.* 44 : 12-21.
- Robson, J.N. 1976. Some Introductory Thoughts on Intermediate Moisture Foods. *In Intermediate Moisture Food.* (eds. Davies, R. and Birch, G.G. and Parker, K.J.) pp. 30-42. London : Applied Science Publishers Ltd.
- Rolfe, E.J. 1976. A place for Intermediate Moisture Foods. *In Intermediate Moisture Foods.* (eds. Davies, R. and Birch, G.G. and Parker, K.J.) pp. 1-3. London : Applied Science. Publishers Ltd.
- Sanchez, P., Gabriela, L., Casales, M.R. and Yeannes, M.I. 1994. Preliminary development of intermediate moisture, pasteurized mackerel (*Scomber japonicus marplnatensis*) chunks. *J. Sci. Food Agric.* 64 : 199-204.
- Santos, E.E.M. and Regenstein, J.M. 1990. Effects of vacuum packaging, glazing and erythorbic acid on the shelf-life of frozen white hake and mackerel. *J. Food Sci.* 55 : 64-70.

Small, L.D., Bailey, J. H. and Cavallito, C.J. 1947. Alkyl thiolsulfonates. J Am. Chem.

Soc. 69 : 1710-1713.

Smith, J.L., Benedict, R.C. and Palumbo, S.A. 1982. Protection against heat-injury in

*Staphylococcus aureus* by solutions. J. Food Proc. 45 : 54-58.

Smolka, L.R., Nelson, F.E. and Kelley, L.M. 1974. Interaction of pH and NaCl on

enumeration of heat-stressed *Staphylococcus aureus*. Appl. Microbiol. 27 : 443-447.

Spinelli, J. and Dassow, J.A. 1982. Fish Protein : Their Modification and Potential

Uses in the Food Industry. In Chemistry & Biochemistry of Marine Food Products, pp. 13-23. Westport, Conn : AVI Publisher.

Srikar, L.N., Seshadari, H.S. and Faral, A.A. 1989. Change in lipid and protein of marine

catfish (*Tachysurus dussumieri*) during frozen storage. J. Food Sci. 24:653-658.

Stansby, M.E. 1982. Properties of Fish Oils and Their Application to Handling of Fish and

to Nutritional and Industrial Use. In Chemistry & Biochemistry of Marine Food Products. (ed Martin, R. E.) pp. 75-90. Westport, Conn : AVI Publisher.

- Stumbo, C.R. 1973. Thermobacteriology in food processing. Academic Press, New York. cited by Mulak, V., Tailliez, R., EB, P. and Becel, P. 1995. Heat resistance of bacteria isolated from preparations based on seafood products. J. Food Proc. 58 : 49-53.
- Suzuki, T., Hirano, T. and Suyama, M. 1987. Changes in extractive components of white and dark meats of bigeye tuna by thermal processing at high temperature of  $F_0$  value 4. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 53 : 1633-1636.
- Tanaka, M., Sugita, S., Wen-kuei, C., Nagashima, Y. and Taguchi, T. 1990. Influence of water activity on the development of antioxidative effect during the millard reaction between histidine and glucose. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 56 : 525-530.
- Tapia De Daza, M.S., Aguilar, C.E., Roa, V. and Diaz De Tablante, R.V. 1995. Combined stress effects on growth of *Zygosaccharomyces rouxii* from an intermediate moisture papaya product. J. Food Sci. 60 : 356-359.
- Tilubry, R.H. 1976. The Microbial Stability of Intermediate Moisture Food with Respect to Yeasts. In Intermediate Moisture Foods. (eds. Davies, R. and Birch, G.G. and Parker, K.J.) pp. 138-165. London : Applied Science Publishers Ltd.
- Troller, J.A. 1987. Adaptation and Growth of Microorganisms in Environments with Reduced Water Activity. In Water Activity : Theory and Application to Food. (eds. Rockland, L.B. and Beuchat, L.R.) pp. 101-117. New York : Marcel Dekker, Inc.

- Troller, J.A. and Christian, J.H.B. 1978a. Microbial Growth. *In* Water Activity and Food. (eds. Stewart, G.F., Chichester, C.O., Hawthorn, J., Mrak, E.N., Scott, J.K., Sydow, E.V. and Morgan, A.I.) pp. 86-102. London : Academic Press.
- Troller, J.A. and Christian, J.H.B. 1978b. Water Activity and Food. Academic Press, New York. cited by Dymsha, H.A. and Silverman, G. 1979. Improving the acceptability of intermediate moisture fish. *Food Technol.* 14:52-53.
- Warmbier, H.C., Schnickels, R.A., and Labuza, T.P. 1976. Nonenzymatic browning kinetics in an intermediate moisture model system : Effect of glucose to lysine ratio. *J. Food. Sci.* 41:981-983.
- Wittenberger, C. 1972. The glycogen turnover rate in mackerel muscles. *Mar. Biol.* 16: 279 cited by Kanch S., Aleman, P.J.M., Kariya, Y., Kaneko, T., Watabe, S. and Hashimoto, K. 1988. heat-Induced textural and histological changes of ordinary and dark muscles of yellowfin tuna. *J. Food Sci.* 53 : 673-678.

## ภาคผนวก

### ก. การวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพและจุลินทรีย์

#### 1. ความชื้น โดยวิธีอบในตู้อบไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)

##### อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิ 105 °ซ
2. ภาชนะหาความชื้น (จานอลูมิเนียม พร้อมฝา)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

##### วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 °ซ เวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้ถึงอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก
2. กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.
3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 ก. ใส่ลงในภาชนะ หาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 °ซ นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

##### การคำนวณ

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

## 2. ไขมันรวม (A.O.A.C., 1990)

### อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (soxhlet apparatus) ประกอบด้วยขวดกลมสำหรับใส่ตัวทำละลาย ซอกเลต (soxhlet) เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง
3. สำลี
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
6. โถดูดความชื้น

### วิธีการ

1. อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 250 มล. ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 ก. ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอกเลต
4. เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 150 มล. แล้ววางบนเตาให้ความร้อน
5. ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่ออนาที
6. เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากซอกเลต และกลั่นเก็บสารทำละลายจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย
7. นำขวดหาไขมันนั้นไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90 °ซ จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

8. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

#### การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

### 3. โปรตีน ใช้วิธีเจลดาล (A.O.A.C., 1990)

#### อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มล.
2. ชุดกลั่นโปรตีน
3. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มล.
4. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 50 มล.
5. บีเปต ขนาด 5, 10 มล.
6. บิวเรต ขนาด 25 มล.
7. ลูกแก้ว
8. กระดาษกรอง

#### สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4$ ) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) 9 ส่วน
3. สารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไทโอซัลเฟต เข้มข้นร้อยละ 60 ซึ่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 60 ก. และโซเดียมไทโอซัลเฟต 5 ก. ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มล.
4. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ละลายกรดบอริก 40 ก. ด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

5. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.02 นอร์มัล

6. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution (ซึ่งเมทิลีนบลู (methylene blue) 0.2 ก. ละลายในเอทานอล (ethanol) 200 มล. และซิงเมธิลเรด (methyl red) 0.05 ก. ละลายในเอทานอล 50 มล.) เวลาใช้นำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : เอทานอล 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

### วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารบนกระดาษกรอง ให้น้ำหนักแน่นอน ประมาณ 1-2 ก. ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน
  2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 ก. และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล.
  3. ใส่ลูกแก้ว 2 เม็ด นำไปย่อยบนเตาไฟฟ้าในตู้ควัน จนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยให้ทิ้งให้เย็น
  4. เติมน้ำกลั่นร้อนลงไปล้างบริเวณคอขวดให้ทั่ว และให้ความร้อนต่อไปจนเกิดควันของกรดซัลฟูริก ปล่อยให้ทิ้งให้เย็น
  5. นำมาถ่ายลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มล. ใช้น้ำกลั่นล้างขวดย่อยโปรตีน ให้หมดสารละลายตัวอย่าง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.
  6. จัดอุปกรณ์กลั่น
  7. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล. เติมกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ลงไป 5 มล. ผสมน้ำกลั่น 5 มล. และเติมอินดิเคเตอร์เรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควมแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้
  8. ดูดสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปตขนาดความจุ 10 มล. ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 20 มล.
  9. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควมแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ
  10. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือ ที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จะได้จุดยุติเป็นสีม่วง
1. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2-10

### การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{Factor}}{W}$$

- โดยที่
- a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ เป็น มล.
  - b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank เป็น มล.
  - N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ เป็น นอร์มัล
  - W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็น ก.
  - Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม 6.25  
(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

### 4. เถ้า (A.O.A.C., 1990)

#### อุปกรณ์

1. เตาเผาเถ้า (muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

#### วิธีการ

1. เมาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 °ซ เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาตกลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก
2. เมาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนัก ทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 ก. ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่รู้ น้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 °ซ และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

$$\text{ปริมาณเก่า (ร้อยละ)} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

## 5. ค่าทีบีเอ (Egan, et al., 1981)

### อุปกรณ์

1. ชุดกลั่น
2. ลูกแก้ว
3. เต้าไฟฟ้า
4. ปิเปต
5. หลอดทดสอบชนิดมีจุก
6. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

### สารเคมี

1. สารละลายกรดเกลือ 4 นอร์มัล
2. สารป้องกันการเกิดฟอง (antifoam liquid)
3. สารละลายกรดไฮโดรโบมิทริก ละลาย 0.2883 ก. ของกรดไฮโดรโบมิทริก ลงในกรด

อะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 90

### วิธีการ

1. แช่วตัวอย่างอาหาร 10 ก. ด้วยน้ำกลั่น 50 มล. เป็นเวลา 2 นาที แล้วถ่ายลงในขวดกลั่น ใช้น้ำ 47.5 มล. ล้างภาชนะที่ใส่ตัวอย่างแล้วเทลงขวด
2. เติม 2.5 มล. ของสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 4 นอร์มัล (pH ควรจะเป็น 1.5) แล้วเติมลูกแก้วและสารป้องกันการเกิดฟอง
3. กลั่นให้ได้ของเหลว 50 มล. ภายใน 10 นาที
4. ดูดสารที่กลั่นได้ 5 มล. ลงในหลอดทดสอบที่มีจุกปิด
5. เติม 5 มล. ของสารละลายกรดไฮโดรโบมิทริก เขย่าและให้ความร้อนด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที

6. ทำ blank โดยใช้วิธีเดียวกัน ใช้ 5 มล. ของน้ำกลั่นให้ความร้อน 35 นาที

7. นำตัวอย่างและ blank ที่เย็นแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร

ค่าความหืน (มก. มาลอนอัลดีไฮด์/กก. ตัวอย่าง) =  $7.8 \times$  ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

ที่หัก blank แล้ว

## 6. ฮีสตามีนโดยวิธีฟลูออเรสเซนส์ (A.O.A.C., 1995)

### อุปกรณ์

1. หลอดโครมาโตกราฟีพีขนาด 200x7 มม. ควบคุมอัตราการไหลให้มากกว่า 3 มล./นาที โดยใช้วาล์ว 2 ทาง

2. โฟโตฟลูออโรมิเตอร์

3. เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Dowex 1-X8, 500-100 mesh) เปลี่ยนเรซินให้อยู่ในรูปไฮดรอกซิลโดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 นอร์มอล 15 มล.ต่อเรซิน 1 กรัม กวนส่วนผสมแล้วทิ้งให้ตกตะกอนภายใน 30 นาที เทส่วนใสออก และทำซ้ำอีกครั้ง จากนั้นล้างเรซินด้วยน้ำจนหมดต่าง (ควรเตรียมเรซินใหม่ทุกสัปดาห์ และเก็บให้จมน้ำ ใส่ใยแก้วอุดที่ฐานของหลอดโครมาโตกราฟี เติมเรซินให้มีความสูง 8 ซม. รักษาระดับน้ำให้อยู่เหนือเรซินตลอดเวลา ไม่ควรนำเรซินมาใช้ซ้ำ ถ้าจำเป็นต้องนำเรซินที่ใช้น้ำกลับมาใช้ใหม่ ควรล้างเรซินดังกล่าวในบีกเกอร์ และล้างคอลัมน์ด้วยน้ำ 10 มล.ก่อนใช้ทุกครั้ง

### สารเคมี

1. กรดฟอสฟอริก 3.57 นอร์มอล ใส่กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 85 จำนวน 121.8 มล. ในขวดปรับปริมาตรที่มีน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ส่วนกรดฟอสฟอริกที่ความเข้มข้น 3.57 นอร์มอล จำนวน 1 ลิตร เตรียมได้จาก  $17493 / (\text{ความหนาแน่นกรดฟอสฟอริก} \times \text{ร้อยละของกรดฟอสฟอริก})$  หาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยใช้สารละลายกรด 5 มล. ไตรเตตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.00 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ อาจปรับความเข้มข้นได้ถ้าจำเป็น

2. สารละลายออกโทพราติกโตคาร์บอกซอลดีไฮด์ (OPT) เข้มข้นร้อยละ 0.1 ละลาย OPT 100 มก. ใน distd-in-glass MeOH 100 มล. ใส่ในขวดแอมเบอร์ เก็บไว้ในตู้เย็น ควรเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์

### 3. สารละลายมาตรฐานฮีสตามีน

สารละลายเข้มข้น (stock solution) 1000 พีพีเอ็มปราศจากด่าง ซังฮีสตามีนด้วยเครื่องชั่งละเอียด 0.1691 กรัม ละลายใน 2HCl เข้มข้นร้อยละ 98 ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล ( ควรเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์)

สารละลายตัวกลาง (intermediate solution) เท่ากับ 10 พีพีเอ็ม บีเปตสารละลายเข้มข้น (stock solution) 1 มล.ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ( ควรเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์)

สารละลายเวอร์คิง (working solution) เท่ากับ 0.1 0.2 และ 0.3 พีพีเอ็ม บีเปตสารละลายตัวกลาง (10 พีพีเอ็ม) มา 1 2 และ 3 มล. แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ควรเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์

4. กรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล บีเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 8.33 มล. ใส่ในขวดปรับปริมาตรที่มีน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

5. กรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มอล บีเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 8.33 มล. ใส่ในขวดปรับปริมาตรที่มีน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.

6. สารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 นอร์มอล ซัง 8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

7. สารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล ซัง 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

### 8. เมทานอล

## วิธีการ

1. ซังตัวอย่างบดละเอียด 5 กรัม

2. เติมเมทานอล 25 มล. บั่นเป็นเวลา 2 นาที ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มล. ล้างโถบั่นด้วยเมทานอล และเติมน้ำกลั่นลงในขวดปรับปริมาตร ให้ความร้อนในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 °ซ. นาน 15 นาที

3. ตั้งไว้ให้เย็น (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มล. ด้วยเมทานอล

4. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1

5. บีบสารที่ผ่านการกรอง 1 มล. ลงในคอลัมน์ เติมน้ำ 4-5 มล. ปล่อยให้ไหลผ่านคอลัมน์ (อัตราเร็วมากกว่า 3 มล. ต่อนาที) ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มล. ที่มีสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 นอร์มอล จำนวน 5 มล. รองรับ เมื่อระดับของเหลวเหนือเรซินประมาณ 2 มม. ให้เติมน้ำอีก 5 มล. ให้ไหลออกมาจนหมด หลังจากนั้นเติมน้ำจำนวนมากพอจนกว่าปริมาณของเหลวที่ไหลออกมาเกือบ 50 มล. จึงหยุดแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปิดจุก แล้วเขย่าให้เข้ากัน

6. บีบของเหลวที่ได้ 5 มล. ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล.

7. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล 10 มล. และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล 3 มล. ผสมให้เข้ากัน

8. ภายใน 5 นาที หลังจากเติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ เติมสารละลาย OPT เข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 1 มล. เขย่าให้เข้ากันทันที จับเวลา 4 นาที เติมกรดฟอสฟอริก 3.57 นอร์มอล เขย่าให้เข้ากัน (ระหว่างการทำปฏิกิริยาของ OPT ภายใน 1.5 ชั่วโมง)

9. วัดค่าความเข้มของการเรืองแสงโดยใช้ความยาวคลื่น 444 นาโนเมตร

สำหรับสารละลายมาตรฐาน บีบสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น 5 มล. ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล 10 มล. ลงในแต่ละขวด ผสมให้เข้ากัน โดยใช้วิธีการเหมือนตัวอย่างดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เริ่มต้นด้วยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล 3 มล. ส่วนแบลนด์เตรียมโดยแทนที่สารละลายฮีสตามีนด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 นอร์มอล 5 มล.

#### การคำนวณ

$$\text{ปริมาณฮีสตามีน (ส่วนในล้านส่วน)} = \frac{D}{M} \times \frac{50}{5} \times \frac{50}{1} \times \frac{1}{W}$$

เมื่อ

D = ค่าความเข้มของการเรืองแสงของตัวอย่าง

M = ค่าความเข้มของการเรืองแสงเฉลี่ยของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น  
0.2 ส่วนในล้านส่วน

$$M = \frac{A}{1.5} + B + 2C$$

3

A = ค่าความเข้มของการเรืองแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.3  
พีพีเอ็ม

B = ค่าความเข้มของการเรืองแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.2  
พีพีเอ็ม

C = ค่าความเข้มของการเรืองแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.1  
พีพีเอ็ม

50/5, 50/1 = แฟกเตอร์การเจือจาง

W = น้ำหนักตัวอย่าง

หมายเหตุ ทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการทางเคมี ศูนย์ควบคุม ตรวจสอบสัตว์น้ำและ  
ผลิตภัณฑ์สงขลา

## 7. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ดัดแปลงจาก Pearson, 1976)

### อุปกรณ์

1. เครื่อง pH meter รุ่น PHM 61a
2. เครื่อง magnetic stirrer, magnetic bar
3. ปีกเกอร์ขนาด 50 มล.
4. กระบอกตวง ขนาด 50 มล.

### วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร น้ำหนักประมาณ 10 ก. ใส่ในปีกเกอร์ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่น 20 มล. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง magnetic stirrer
2. วัดความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter

## 8. เกลือ (A.O.A.C., 1990 )

### อุปกรณ์

1. เต้าไฟฟ้า
2. เครื่อง magnetic stirrer, magnetic bar
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

### สารเคมี

1. สารละลายเงินไนเตรดความเข้มข้น 0.1 โมลาร์
2. กรดไนตริกเข้มข้น
3. สารละลายอิมิตัวของแอมโมเนียมเพอริคซัลเฟต
4. ไนโตรเบนซิน
5. สารละลายโปแตสเซียมไอโซไซยาเนตเข้มข้น 0.1 โมลาร์

### วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม ใส่ในพลาสติกขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มล. และเปิดสารละลายเงินไนเตรดความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ใส่ลงไป 25 มล. เติมกรดไนตริกเข้มข้นลงไป 10 มล.
2. นำสารละลายที่ได้ไปต้มนานประมาณ 10 นาที จนกระทั่งสารละลายในพลาสติกมีสีเหลืองอ่อนปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น
3. เติมน้ำกลั่น 50 มล. เติมสารละลายสารละลายอิมิตัวของแอมโมเนียมเพอริคซัลเฟตลงไป 5 มล. และหยดไนโตรเบนซินลงไป 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
4. นำสารละลายทั้งหมดไปไตรเตรดด้วยสารละลายโปแตสเซียมไอโซไซยาเนตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนกระทั่งได้สีแดงที่คงตัวอยู่นาน 15 วินาที
5. ทำ blank โดยไตรเตรดเฉพาะสารเคมีที่ใช้ทั้งหมดคำนวณหาผลต่างของการไตรเตรตระหว่าง blank และอาหารตัวอย่าง

### การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)} = \frac{0.0058(a-b) \times 100}{w}$$

w

เมื่อ a = ปริมาตรของสารละลายเงินไนเตรดความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

b = สารละลายไปเตสไฮโอไซยาเนตเข้มข้น 0.1 โมลาร์ (มิลลิลิตร)

w = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

### 9. การวัดค่าความแน่นเนื้อ (ดัดแปลงจาก Kanoh, et al., 1988)

#### อุปกรณ์

1. เครื่อง texture Analyzer รุ่น TA-XT2
2. เครื่องคอมพิวเตอร์

#### วิธีการ

1. เปิดเครื่องวัดเนื้อสัมผัสและเครื่องคอมพิวเตอร์
2. คาริเบตแรงของเครื่องวัดเนื้อสัมผัสโดยใช้ลูกตุ้มหนัก 5 กิโลกรัม
3. ตัดหัวเข็มรูปทรงกระบอก (เข็ม P/2) เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร และติดตั้ง

วางตัวอย่างบนเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

4. คาริเบตหัวเข็ม
5. กำหนดสภาวะการทำงานของเครื่องวัดเนื้อสัมผัสดังนี้

Mode : Measure Force in Compression

Option : Return to start

Pre-Test Speed : 2.0 mm./s

Test Speed : 0.3 mm./s

Post-Test Speed : 10.0 mm./s

Distance : 80.0 %

Fore : 0.04 N.

6. วางขึ้นตัวอย่าง (ให้เส้นใยกล้ำมเนื้ออยู่ในแนวตั้งฉากกับหัวเข็ม) บนฐานวางตัวอย่าง และวัดความเนื่อของตัวอย่างโดยให้หัวเข็มเจาะทะลุตรงกึ่งกลางขึ้นตัวอย่าง

7. ประมวลผลการวัดความเนื่อที่วัดได้ โดยเลือกคำสั่งใน macro ดังนี้

Go To : Minimum Time

Drop Anchor

Go To : Maximum Force

Mark force

วัดค่าความเนื่อของตัวอย่างโดยวัดค่าแรงสูงสุดของกราฟ

## 10. จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) โดยวิธี pour plate(A.O.A.C.,1990)

### อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)
2. 0.85% normal saline solution

### วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง
  - 1.1 ชั่งตัวอย่าง 10 ก. ลงในถ้วยบดตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ
  - 1.2 เติม 0.85% normal saline solution จำนวน 90 มล. แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที นำไปตั้งทิ้งในตู้เย็น 30 นาที
  - 1.3 ทำการเจือจางให้เป็น 1:100, 1:1,000 และ 1:10,000 ตามลำดับ โดยใช้ 0.85% normal saline solution

2. การตรวจนับจุลินทรีย์
  - 2.1 ดูดตัวอย่างจากข้อ 1.3 อย่างละ 1 มล. (ทำ 2 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว

- 2.2 เททับด้วยอาหาร PCA (Plate count agar) ประมาณ 15 มล.
- 2.3 หมุนจานเพาะเชื้อเบา ๆ แล้วตั้งทิ้งให้วันแข็งตัวประมาณ 15 นาที
- 2.4 อบเพาะเชื้อที่ 37 °C ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.5 ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี  
รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

#### การคำนวณ

$$\text{CFU/g} = \text{Average no. of colonies} \times \text{dilution factor}$$

### 11. *Staphylococcus aureus* (A.O.A.C., 1990)

#### อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Baird Parker medium (BP)
2. Brain Heart Infusion broth (BHI)
3. Rabbit plasma

#### วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง
  - ทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ข้อ 1.1-1.3)
2. การตรวจหา *S. aureus*
  - 2.1 ดูดตัวอย่างจากข้อ 1.3 จากระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 1 มล. ลง  
ใน TSB + 10% NaCl ทำ 3 หลอด ในแต่ละระดับความเจือจาง
  - 2.2 บ่มที่อุณหภูมิ 35 °C 48 ชม.
  - 2.3 นับจำนวนหลอดที่มีเชื้อเจริญ(โดยสังเกตจากความขุ่น) ในแต่ละระดับความเจือ  
จาง บันทึกผลเพื่อเปิดตาราง MPN
  - 2.4 ใช้ loop เขี่ยเชื้อจากหลอดที่มีเชื้อเจริญ (ข้อ 2.3) streak บนอาหาร Baird Parker  
agar
  - 2.5 บ่มเชื้อที่ 35 °C 24 ชม.
  - 2.6 เลือกโคโลนีทั้งหมดที่คาดว่าเป็น *S. aureus* คือโคโลนีมีลักษณะนูนเรียบ สีดำ  
และที่ขอบโคโลนีมีสีขาว มี clear zone รอบโคโลนี มาทดสอบโดยเขี่ยเชื้อลงในอาหาร BHI  
broth และบ่มเชื้อที่ 35 °C 24 ชม.

2.7 บีบเปิดเชื้อจากข้อ 2.6 ใส่หลอดทดสอบปริมาตร 0.5 มล. เติม rabbit plasma 1 มล. เขย่าให้สารผสมกัน

2.8 บ่มเชื้อที่ 35 °ซ 6 ชม. ถ้าไม่เกิดการแข็งตัวของ plasma บ่มต่อจนครบ 24 ชม.

## 12. ราโดยวิธี spread plate (Marvin, 1976)

### อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA)
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

### วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 ก. ลงในถ้วยบดตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ
2. เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer) จำนวน 90 มล. แล้วบั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที นำไปตั้งทิ้งในตู้เย็น 30 นาที
3. ทำการเจือจางอาหารด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 9 มล. ให้มีระดับความเจือจางเป็น 1:100, 1:1000, 1: 10000 ตามลำดับ
4. บีบเปิดตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจาง 4 ระดับ ระดับละ 2 ซ้ำ ลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร PDA (Potato dextrose agar (PDA) งานละ 0.1 มล. ใช้แท่งแก้วขยี้ที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยจนผิวหน้าของอาหารแห้ง
5. บ่มที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 2$  °ซ) เวลา 72 ชั่วโมง

## 13. *Clostridium. botulinum* (A.O.A.C., 1995)

### อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. 0.1% Peptone water
2. Reinforced Clostridium Medium (RCM)

### วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10 ก. ลงในถ้วยบดตัวอย่างที่ปลอดเชื้อเติม 0.1% Peptone water จำนวน 90 มล. แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำ เป็นเวลา 1 นาที
2. ดูดตัวอย่างจากข้อ 1.มา 1 มล. (ทำ 2 ซ้ำ) ลงใน RCM (ผ่านการต้มในน้ำเดือดเพื่อขจัดออกซิเจนเป็นเวลา 20 นาที ก่อนทำให้เย็นทันทีก่อนใช้งาน)
3. เขย่าและนำไปปรมเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. ถ้า *Cl. botulinum* เจริญจะทำให้อาหารบูเน

ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและแบบสำรวจการยอมรับ

ข1 แบบทดสอบชิม แบบพรรณนาเชิงปริมาณ

ชื่อผู้ทดสอบ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส

คำชี้แจง

กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และขีดเส้นตั้งฉากของแต่ละปัจจัย พร้อมรหัสตัวอย่างตรงบริเวณที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด และขีดเครื่องหมาย “ | ” ณ จุดที่ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีมากที่สุด

1. สี

\_\_\_\_\_

น้ำตาลอ่อน

\_\_\_\_\_

น้ำตาลเข้ม

2. กลิ่นคาวปลา

\_\_\_\_\_

น้อย

\_\_\_\_\_

มาก

3. กลิ่นซอส

\_\_\_\_\_

น้อย

\_\_\_\_\_

มาก

4. กลิ่นเครื่องเทศ

\_\_\_\_\_

น้อย

\_\_\_\_\_

มาก

5. กลิ่นเหิน

\_\_\_\_\_

น้อย

\_\_\_\_\_

มาก

## 6. ความแน่นอน

---

น้อย

มาก

## 7. ความซ้ำ

---

น้อย

มาก

## 8. การยอมรับรวม

---

น้อย

มาก

ข้อเสนอแนะ

---

---

---

## ข2 แบบทดสอบชิมเรียงลำดับความชอบ (Ranking Test)

ชื่อผู้ทดสอบ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

คำอธิบาย กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา และเรียงลำดับความชอบ  
ของผลิตภัณฑ์โดยกำหนดให้

- 1 ชอบมากที่สุด
- 2 ชอบปานกลาง
- 3 ชอบน้อยที่สุด

คำแนะนำ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างและระหว่างการชิมดังอย่างทุกครั้ง

รหัสตัวอย่าง	ลำดับความชอบ
_____	_____
_____	_____
_____	_____

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ \_\_\_\_\_

ขอบคุณ

### ข3 แบบสอบถามการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง  
ปรุงรส

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยของ นางสาวเดือนใจ ศิริพานะกุล นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการอาหาร ข้อมูลที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะเหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และเพื่อจะสามารถนำไปสู่ระบบอุตสาหกรรมในอนาคต โดยข้อมูลเหล่านี้จะไม่มีผลกระทบบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีด้วย

คำอธิบาย : ผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาทุ่น้ำ (ปลาโอแถบ) เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ปรุงรสด้วยซอสถั่วเหลืองปรุงรส ซึ่งประกอบด้วยซอสถั่วเหลือง และเครื่องเทศ เช่น ขิง กระเทียม และหอมหัวใหญ่

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุด หรือกรอกข้อความหน้าช่องว่าง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

#### 1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

#### 2. อายุ

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21 - 30 ปี  
( ) 31 - 40 ปี ( ) 41 - 50 ปี  
( ) 51 ปีขึ้นไป

#### 3. อาชีพ

( ) นักศึกษา ( ) ข้าราชการ  
( ) พนักงานบริษัทเอกชน ( ) ค้าขาย  
( ) แม่บ้าน ( ) อื่นๆ ระบุ .....

## 4. การศึกษา

- ( ) มัธยมศึกษา ( ) อนุปริญญา  
( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

## 4. รายได้ต่อเดือนของท่าน

- ( ) ต่ำกว่า 2,000 บาท ( ) 2,000 - 5,000 บาท  
( ) 5,001 - 8,000 บาท ( ) มากกว่า 8,000 บาท

## ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค - การซื้อ

1. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา เช่น ปลาทูน่าในน้ำเกลือ ปลาทูน่าในน้ำมันพืช ปลาซาบะในซอสถั่วเหลือง ปลาซาร์ดีนในซอสมะเขือเทศ โดยกำหนดให้

- ( ) ชอบเพราะ.....  
( ) เฉย ๆ เพราะ .....  
( ) ไม่ชอบ เพราะ .....

2. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาในข้อ 1 ท่านเลือกซื้อด้วยเหตุผลใดมากที่สุด ให้เรียงลำดับตามความสำคัญ

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| คะแนน 1 สำคัญมากที่สุด  | คะแนน 4 สำคัญน้อย       |
| คะแนน 2 สำคัญมาก        | คะแนน 5 สำคัญน้อยมาก    |
| คะแนน 3 สำคัญมากพอสมควร | คะแนน 6 สำคัญน้อยที่สุด |
| ( ) คุณค่าทางอาหาร      | ( ) รสชาติ              |
| ( ) ราคา                | ( ) ความสะดวก           |
| ( ) การโฆษณา            | ( ) ลักษณะปรากฏ เช่น สี |

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์

1. กรุณาชิมตัวอย่างต่อไปนี และให้คะแนนความชอบของแต่ละตัวอย่าง ตามความรู้สึกของท่าน โดยกำหนดให้

ชอบมากที่สุด = 7

ไม่ชอบเล็กน้อย = 3

ชอบปานกลาง = 6

ไม่ชอบปานกลาง = 2

ชอบเล็กน้อย = 5

ไม่ชอบมาก = 1

เฉย ๆ = 4

คำแนะนำ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่าง และระหว่างการชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

ปัจจัยคุณภาพ	ตัวอย่าง	
	543	267
สี	---	---
กลิ่นคาวปลา	---	---
กลิ่นซอส	---	---
กลิ่นเครื่องเทศ	---	---
รสหวาน	---	---
รสเค็ม	---	---
ความฉ่ำ	---	---
ความแน่นเนื้อ	---	---
การยอมรับรวม	---	---

วิจารณ์และคำแนะนำ \_\_\_\_\_

ตาราง ข4 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้  
บริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
<b>เพศ</b>	
ชาย	30
หญิง	70
<b>อายุ</b>	
20-25 ปี	19
26-30 ปี	14
31-35 ปี	16
36-40 ปี	15
41-45 ปี	18
46-50 ปี	18
<b>การศึกษา</b>	
ประถมศึกษา	3
มัธยมศึกษา	5
อนุปริญญา	11
ปริญญา	58
สูงกว่าปริญญาตรี	23
<b>รายได้</b>	
ต่ำกว่า 2000 บาท	2
2000-5000 บาท	19
5001-8000 บาท	19
มากกว่า 8000 บาท	60

### ค. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวก ค1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลของเวลาการแช่และต้มต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	เวลาแช่ (H)	2	2.01	1.01	125.93**
	เวลาต้ม (T)	1	0.02	0.02	3.01 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.03	0.01	1.81 <sup>ns</sup>
กลิ่นควาปลา	เวลาแช่ (H)	2	171.27	85.63	1.07 <sup>ns</sup>
	เวลาต้ม (T)	1	84.18	84.18	1.05 <sup>ns</sup>
	HxT	2	158.11	79.05	<1
กลิ่นซอส	เวลาแช่ (H)	2	2.00	1.00	36.25**
	เวลาต้ม (T)	1	0.30	0.30	10.96**
	HxT	2	0.09	0.05	1.67 <sup>ns</sup>
กลิ่นเครื่องเทศ	เวลาแช่ (H)	2	0.26	0.13	4.99**
	เวลาต้ม (T)	1	0.00	0.00	<1
	HxT	2	0.04	0.02	<1
รสหวาน	เวลาแช่ (H)	2	0.09	0.04	2.48 <sup>ns</sup>
	เวลาต้ม (T)	1	0.01	0.01	<1
	HxT	2	0.07	0.03	1.89 <sup>ns</sup>
รสเค็ม	เวลาแช่ (H)	2	0.01	0.00	<1
	เวลาต้ม (T)	1	0.03	0.03	1.91 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.08	0.04	2.33 <sup>ns</sup>
ความแน่นเนื้อ	เวลาแช่ (H)	2	0.01	0.00	<1
	เวลาต้ม (T)	1	0.01	0.01	1.02 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.01	0.01	<1
ความฉ่ำ	เวลาแช่ (H)	2	0.11	0.05	5.64**
	เวลาต้ม (T)	1	0.00	0.00	<1
	HxT	2	0.02	0.01	1.13 <sup>ns</sup>
ความชอบรวม	เวลาแช่ (H)	2	0.02	0.01	3.99*
	เวลาต้ม (T)	1	0.00	0.00	12.26 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.00	0.00	<1

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาการแช่และต้มต่อค่า L a b และ Aw ของผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L	Treatment	5	2.33	0.47	2.58 <sup>ns</sup>
	เวลาแช่ (H)	2	2.05	1.02	5.66*
	เวลาดำม (T)	1	0.11	0.11	<1
	HxT	2	0.17	0.09	<1
a	Treatment	5	0.65	0.13	3.53*
	เวลาแช่ (H)	2	0.55	0.28	7.48**
	เวลาดำม (T)	1	0.08	0.83	2.25 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.02	0.01	<1
b	Treatment	5	2.06	0.41	4.28*
	เวลาแช่ (H)	2	1.88	0.94	9.81**
	เวลาดำม (T)	1	0.13	0.13	1.32 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.05	0.02	<1
Aw	Treatment	5	0.01	0.00	7.88*
	เวลาแช่ (H)	2	0.01	0.01	19.30**
	เวลาดำม (T)	1	0.00	0.00	<1
	HxT	2	0.00	0.00	<1

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลของเวลาการแช่และต้มต่อคุณภาพ  
ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหูน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง  
ปรุงรส จากปลาหูน้ำสดแช่เยือกแข็ง

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	เวลาแช่ (H)	2	0.90	0.45	20.60**
	เวลาต้ม (T)	1	0.06	0.06	2.90 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.04	0.02	<1
กลิ่นคาวปลา	เวลาแช่ (H)	2	0.18	0.09	2.02 <sup>ns</sup>
	เวลาต้ม (T)	1	0.01	0.01	<1
	HxT	2	0.16	0.08	1.81 <sup>ns</sup>
กลิ่นซอส	เวลาแช่ (H)	2	0.41	0.21	10.08**
	เวลาต้ม (T)	1	0.01	0.01	<1
	HxT	2	0.02	0.01	<1
กลิ่นเครื่องเทศ	เวลาแช่ (H)	2	0.14	0.07	<1
	เวลาต้ม (T)	1	0.05	0.05	<1
	HxT	2	0.02	0.01	<1
รสหวาน	เวลาแช่ (H)	2	0.01	0.00	<1
	เวลาต้ม (T)	1	0.01	0.01	<1
	HxT	2	0.03	0.01	<1
รสเค็ม	เวลาแช่ (H)	2	0.12	0.06	<1
	เวลาต้ม (T)	1	0.01	0.01	<1
	HxT	2	0.07	0.03	2.01 <sup>ns</sup>
ความแน่นเนื้อ	เวลาแช่ (H)	2	0.93	0.47	55.10**
	เวลาต้ม (T)	1	0.00	0.00	<1
	HxT	2	0.01	0.01	<1
ความชื้น	เวลาแช่ (H)	2	1.43	0.71	25.36**
	เวลาต้ม (T)	1	0.08	0.08	2.84 <sup>ns</sup>
	HxT	2	0.05	0.03	<1
ความชอบรวม	เวลาแช่ (H)	2	0.05	0.02	1.25 <sup>ns</sup>
	เวลาต้ม (T)	1	0.00	0.00	<1
	HxT	2	0.02	0.01	<1

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการแช่และการต้มต่อค่า L a b ความ  
แน่นเนื้อ Aw และ pH จากผลของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่น้ำความชื้นปานกลางใน  
ซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่น้ำสดแช่เยือกแข็ง

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L	Treatment	5	13.55	2.71	23.97**
	เวลาแช่ (H)	2	13.17	6.59	58.24**
	เวลาดำม (T)	1	0.06	0.06	<1
	HxT	2	0.32	0.16	1.40 <sup>ns</sup>
a	Treatment	5	1.91	0.38	5.85**
	เวลาแช่ (H)	2	1.44	0.72	11.03**
	เวลาดำม (T)	1	0.37	0.37	5.71*
	HxT	2	0.10	0.05	<1
b	Treatment	5	7.91	1.58	16.43**
	เวลาแช่ (H)	2	7.73	3.87	40.15**
	เวลาดำม (T)	1	0.09	0.09	<1
	HxT	2	0.09	0.05	<1
ความแน่นเนื้อ	Treatment	5	853.22	170.64	41.24**
	เวลาแช่ (H)	2	617.61	308.80	74.63**
	เวลาดำม (T)	1	188.02	1.88.02	45.44**
	HxT	2	47.60	23.80	5.75**
Aw	Treatment	5	0.01	0.00	24.60**
	เวลาแช่ (H)	2	0.01	0.01	57.00**
	เวลาดำม (T)	1	0.00	0.00	8.33*
	HxT	2	0.00	0.00	<1
pH	Treatment	5	0.02	0.00	8.13*
	เวลาแช่ (H)	2	0.01	0.01	12.42**
	เวลาดำม (T)	1	0.00	0.00	8.02*
	HxT	2	0.00	0.00	3.89 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส  
ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอส  
ถั่วเหลืองปรุงรส สูตรต่างๆ (ครั้งที่ 1)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Replication(R)	2	0.34	0.17	41.39**
	Treatment(T)	4	0.24	0.06	14.65**
กลิ่นคาวปลา	Replication(R)	2	0.13	0.07	7.97*
	Treatment(T)	4	0.11	0.03	3.28 <sup>ns</sup>
กลิ่นซอส	Replication(R)	2	0.08	0.04	6.99*
	Treatment(T)	4	0.07	0.02	3.25 <sup>ns</sup>
กลิ่นเครื่องเทศ	Replication(R)	2	0.50	0.25	43.24**
	Treatment(T)	4	0.06	0.01	2.44 <sup>ns</sup>
รสหวาน	Replication(R)	2	0.03	0.02	3.56 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.03	0.01	1.57 <sup>ns</sup>
รสเค็ม	Replication(R)	2	0.15	0.07	3.80 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.22	0.06	2.92 <sup>ns</sup>
ความแน่นเนื้อ	Replication(R)	2	0.04	0.02	4.44 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.03	0.01	1.63 <sup>ns</sup>
ความฉ่ำ	Replication(R)	2	0.09	0.04	6.90*
	Treatment(T)	4	0.01	0.00	<1
การยอมรับรวม	Replication(R)	2	0.02	0.01	6.15*
	Treatment(T)	4	0.02	0.00	3.68 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L a และ b ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า  
ที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ  
(ครั้งที่ 1)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L	Treatment(T)	4	2.12	0.53	2.59 <sup>ns</sup>
	Error	25	5.12	0.20	
	Total	29	7.23		
a	Treatment(T)	4	0.30	0.07	1.20 <sup>ns</sup>
	Error	25	1.56	0.06	
	Total	29	1.86		
b	Treatment(T)	4	1.66	0.41	3.70*
	Error	25	2.80	0.11	
	Total	29	4.45		

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส  
ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอส  
ถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ (ครั้งที่ 2)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Replication(R)	2	0.13	0.07	6.44**
	Treatment(T)	4	0.27	0.07	6.73**
กลิ่นคาวปลา	Replication(R)	2	0.00	0.00	<1
	Treatment(T)	4	0.05	0.01	<1
กลิ่นซอส	Replication(R)	2	0.22	0.11	6.03**
	Treatment(T)	4	0.02	0.06	2.98*
กลิ่นเครื่องเทศ	Replication(R)	2	0.07	0.03	2.05 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.10	0.03	1.50 <sup>ns</sup>
รสหวาน	Replication(R)	2	0.02	0.01	<1
	Treatment(T)	4	0.01	0.00	<1
รสเค็ม	Replication(R)	2	0.11	0.05	2.72 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.17	0.04	2.09 <sup>ns</sup>
ความแน่นเนื้อ	Replication(R)	2	0.13	0.07	3.62*
	Treatment(T)	4	0.03	0.01	<1
ความฉ่ำ	Replication(R)	2	0.38	0.19	14.28**
	Treatment(T)	4	0.01	0.00	<1
การยอมรับรวม	Replication(R)	2	0.02	0.01	<1
	Treatment(T)	4	0.17	0.04	3.81**

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L a และ b ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า  
ที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตรต่างๆ  
(ครั้งที่ 2)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L	Treatment(T)	4	1.26	0.31	<1
	Error	25	7.89	0.32	
	Total	29	9.15		
a	Treatment(T)	4	0.71	0.18	3.34*
	Error	25	1.33	0.05	
	Total	29	2.04		
b	Treatment(T)	4	1.99	0.50	4.98**
	Error	25	2.50	0.10	
	Total	29	4.49		

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส  
ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลือง  
ปรุงรสสูตรต่างๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Replication(R)	2	0.06	0.03	1.55 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.13	0.03	1.66 <sup>ns</sup>
กลิ่นคาวปลา	Replication(R)	2	0.03	0.02	<1
	Treatment(T)	4	0.02	0.00	<1
กลิ่นซอส	Replication(R)	2	0.01	0.01	<1
	Treatment(T)	4	0.03	0.01	<1
กลิ่นเครื่องเทศ	Replication(R)	2	0.00	0.00	<1
	Treatment(T)	4	0.03	0.01	1.11 <sup>ns</sup>
รสหวาน	Replication(R)	2	0.06	0.03	4.45*
	Treatment(T)	4	0.01	0.00	<1
รสเค็ม	Replication(R)	2	0.05	0.02	1.60 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.02	0.01	<1
ความแน่นเนื้อ	Replication(R)	2	0.03	0.01	1.46 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.06	0.01	1.60 <sup>ns</sup>
ความฉ่ำ	Replication(R)	2	0.04	0.02	2.55 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	4	0.03	0.01	1.09 <sup>ns</sup>
การยอมรับรวม	Replication(R)	2	0.02	0.01	<1
	Treatment(T)	4	0.05	0.01	1.17 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L a b และความแน่นเนื้อของ  
ผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นาสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส  
สูตรต่างๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L	Treatment(T)	4	1.17	0.29	1.93 <sup>ns</sup>
	Error	25	3.79	0.15	
	Total	29	4.96		
a	Treatment(T)	4	0.83	0.21	3.84*
	Error	25	1.35	0.05	
	Total	29	2.19		
b	Treatment(T)	4	1.19	0.30	3.42*
	Error	25	2.18	0.09	
	Total	29	3.38		
ความแน่นเนื้อ	Treatment(T)	4	109.16	27.29	5.84**
	Error	20	93.52	4.68	
	Total	24	202.69		

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ของผลิตภัณฑ์ปลาทูนัสดเค้เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอส ถั่วเหลืองปรุงรส สูตร B C และ E

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
(ซ้ำที่1)	Treatment(T)	2	0.43	0.22	0.39 <sup>ns</sup>
	Block(B)	9	0.00	0.00	0.00
	Error	18	10.12	0.56	
	Total	29	14.45		
(ซ้ำที่2)	Treatment(T)	2	0.14	0.07	0.09 <sup>ns</sup>
	Block(B)	9	0.00	0.00	0.00
	Error	18	14.31	0.79	
	Total	29	14.45		
(ซ้ำที่3)	Treatment(T)	2	0.58	0.29	0.37
	Block(B)	9	0.00	0.00	0.00
	Error	29	14.45		
	Total				

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

ตารางผนวก ค12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L a b และความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์  
ปลาทูนัสสดแช่เยือกแข็งความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรสสูตร B C  
และ E

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L	Treatment(T)	2	0.00	0.00	<1
	Error	15	2.08	0.14	
	Total	17	2.08		
a	Treatment(T)	2	0.03	0.02	<1
	Error	15	0.64	0.04	
	Total	17	0.67		
b	Treatment(T)	4	0.16	0.08	<1
	Error	15	1.68	0.11	
	Total	17	1.84		
ความแน่นเนื้อ	Treatment(T)	2	0.26	0.13	1.05 <sup>ns</sup>
	Error	12	1.49	0.12	
	Total	14	1.75		

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

ตารางผนวก ค13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางเคมีของ  
ผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่นำสด  
แช่เยือกแข็ง ในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ความชื้น	Period(P)	6	17.60	2.90	333.29**
	Treatment(T)	1	0.30	0.30	34.23**
	PxT	6	2.60	0.40	48.92**
ทีบีเอ	Period(P)	6	0.40	0.10	4.52**
	Treatment(T)	1	33.60	33.60	2305.34**
	PxT	6	0.60	0.10	6.80**
พีเอช	Period(P)	6	0.69	0.11	189.72**
	Treatment(T)	1	0.11	0.11	184.41**
	PxT	6	0.56	0.09	155.08**

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของผลการทดสอบคุณภาพทางเคมีของ  
ผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในชอสดัวเหลืองปรุงรสจากปลาทุ่นำที่  
ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ความชื้น	Period(P)	6	20.10	3.40	417.33**
	Treatment(T)	1	0.50	0.50	63.72**
	PxT	6	0.10	0.00	1.88 <sup>ns</sup>
ที่บีเอ	Period(P)	6	0.90	0.20	16.31**
	Treatment(T)	1	0.10	0.10	12.52**
	PxT	6	0.10	0.00	1.25 <sup>ns</sup>
พีเอช	Period(P)	6	0.00	0.00	2.01 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	0.00	0.00	102.38**
	PxT	6	0.00	0.00	<1

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์  
ปลาทูนาคความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูนาคแช่  
เยือกแข็งที่อายุการเก็บรักษา 0 กับ 90 วัน

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ไขมัน	Treatment	3	11.03	3.68	93.90**
	Period(P)	1	0.11	0.11	2.91 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	10.89	10.89	278.15**
	PxT	1	0.03	0.03	<1
โปรตีน	Treatment	3	13.74	4.58	289.00**
	Period(P)	1	0.02	0.12	1.07 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	13.72	13.72	865.91**
	PxT	1	0.00	0.00	<1
เถ้า	Treatment	3	0.15	0.05	12.23**
	Period(P)	1	0.02	0.02	4.78 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	0.13	0.13	31.90**
	PxT	1	0.00	0.00	<1
เกลือ	Treatment	3	0.01	0.01	1.18 <sup>ns</sup>
	Period(P)	1	0.01	0.01	1.18 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	0.00	0.00	<1
	PxT	1	0.00	0.00	<1
ฮีสตามีน	Treatment	3	27.94	9.31	18318.30**
	Period(P)	1	7.84	7.84	15424.59**
	Treatment(T)	1	11.96	11.96	23527.93**
	PxT	1	8.14	8.14	16002.36**

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์  
ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสตัวเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่นำที่ผ่านการนึ่ง  
ด้วยไอน้ำที่อายุการเก็บรักษา 0 กับ 90 วัน

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ไขมัน	Treatment	3	0.01	0.00	<1
	Period(P)	1	0.00	0.00	<1
	Treatment(T)	1	0.01	0.01	1.79 <sup>ns</sup>
	PxT	1	0.00	0.00	<1
โปรตีน	Treatment	3	0.72	0.24	23.01**
	Period(P)	1	0.05	0.05	4.50 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	0.67	0.67	64.02**
	PxT	1	0.01	0.01	<1
เถ้า	Treatment	3	0.16	0.05	53.50**
	Period(P)	1	0.01	0.01	5.17 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	0.16	0.16	155.12**
	PxT	1	0.00	0.00	<1
เกลือ	Treatment	3	0.04	0.01	2.10 <sup>ns</sup>
	Period(P)	1	0.01	0.01	1.09 <sup>ns</sup>
	Treatment(T)	1	0.03	0.03	5.01 <sup>ns</sup>
	PxT	1	0.00	0.00	<1
ฮีสตามีน	Treatment	3	0.03	0.01	5.65*
	Period(P)	1	0.00	0.00	<1
	Treatment(T)	1	0.03	0.03	16.62**
	PxT	1	0.00	0.00	<1

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ตารางผนวก ค17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพและ  
 จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาทูนาคความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส  
 จากปลาทูนาคสดแช่เยือกแข็ง ในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
<b>แบบที่ผ่านและไม่ผ่าน</b>					
<b>ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์</b>					
Aw	Treatment	13	0.00	0.00	60.15**
	Period(P)	6	0.00	0.00	122.17**
	Treatment(T)	1	0.00	0.00	<1
	PxT	6	0.00	0.00	8.17**
L	Treatment	13	30.05	2.31	15.31**
	Period(P)	6	28.55	4.76	31.52**
	Treatment(T)	1	0.50	0.50	3.28 <sup>ns</sup>
	PxT	6	1.00	0.17	1.11 <sup>ns</sup>
a	Treatment	13	6.79	0.52	43.88**
	Period(P)	6	6.12	1.02	85.75**
	Treatment(T)	1	0.23	0.23	19.01**
	PxT	6	0.44	0.07	6.14**
b	Treatment	13	6.90	0.50	34.74**
	Period(P)	6	6.80	1.10	73.86**
	Treatment(T)	1	0.10	0.10	3.56 <sup>ns</sup>
	PxT	6	0.10	0.00	<1
<b>พาสเจอร์ไรซ์</b>					
ความแน่นเนื้อ	Period(P)	6	38.50	6.40	39.08**
ปริมาณจุลินทรีย์	Period(P)	4	30196686.77	7549171.69	179.71**
<b>ไม่ผ่านพาสเจอร์ไรซ์</b>					
ความแน่นเนื้อ	Period(P)	6	52.70	13.20	157.13**

<sup>1</sup> ปริมาณจุลินทรีย์ที่นำมาคำนวณทางสถิติหารด้วย 1000

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพและ  
 จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส  
 จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
Aw	Treatment	13	0.00	0.00	93.02**
	Period(P)	6	0.00	0.00	184.68**
	Treatment(T)	1	0.00	0.00	41.94**
	PxT	6	0.00	0.00	9.86**
L	Treatment	13	9.82	0.76	5.40**
	Period(P)	6	8.65	1.44	10.29**
	Treatment(T)	1	0.83	0.83	5.91*
	PxT	6	0.35	0.06	<1
a	Treatment	13	8.26	0.64	25.10**
	Period(P)	6	7.55	1.26	49.69**
	Treatment(T)	1	0.52	0.52	20.55**
	PxT	6	0.19	0.03	1.26 <sup>ns</sup>
b	Treatment	13	12.26	0.94	16.31**
	Period(P)	6	10.66	1.78	30.70**
	Treatment(T)	1	1.16	1.16	20.13**
	PxT	6	0.44	0.07	1.27 <sup>ns</sup>
ความแน่นเนื้อ	Treatment	13	384.00	30.00	260.99**
	Period(P)	6	372.00	62.00	546.81**
	Treatment(T)	1	0.00	0.00	<1
	PxT	6	13.00	2.00	18.65**

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทุ่นาสดแช่เยือกแข็งที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Block(B)	11	2.78	0.25	<1
	Period(P)	6	19.34	3.22	8.93**
กลิ่นคาวปลา	Block(B)	11	9.20	0.84	1.27 <sup>ns</sup>
	Period(P)	6	4.64	0.77	1.17 <sup>ns</sup>
กลิ่นซอส	Block(B)	11	6.02	0.55	1.33 <sup>ns</sup>
	Period(P)	6	2.32	0.39	<1
กลิ่นเครื่องเทศ	Block(B)	11	3.56	0.32	1.03 <sup>ns</sup>
	Period(P)	6	15.17	2.53	8.02**
กลิ่นเหิน	Block(B)	11	0.16	0.01	<1
	Period(P)	6	0.61	0.10	3.69**
ความเข้มข้น	Block(B)	11	3.72	0.34	<1
	Period(P)	6	27.45	4.58	13.45**
ความฉ่ำ	Block(B)	11	6.82	0.62	2.11*
	Period(P)	6	18.84	3.07	10.45**
การยอมรับรวม	Block(B)	11	2.89	0.26	<1
	Period(P)	6	78.45	13.08	27.11**

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาท  
สัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาทุ่นำความชื้นปานกลางในซอสถั่วเหลืองปรุงรส จาก  
ปลาทุ่นำสดแช่เยือกแข็งไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Block(B)	11	6.09	0.55	1.60 <sup>ns</sup>
	Period(P)	4	14.11	3.53	10.17**
กลิ่นคาวปลา	Block(B)	11	0.93	0.08	<1
	Period(P)	4	1.06	0.26	2.34 <sup>ns</sup>
กลิ่นซอส	Block(B)	11	3.82	0.23	<1
	Period(P)	4	0.57	0.14	<1
กลิ่นเครื่องเทศ	Block(B)	11	3.11	0.28	<1
	Period(P)	4	10.51	2.63	9.23**
กลิ่นหืน	Block(B)	11	0.19	0.02	1.42 <sup>ns</sup>
	Period(P)	4	0.77	0.19	16.00**
ความแน่นเนื้อ	Block(B)	11	16.93	1.54	2.45*
	Period(P)	4	42.44	10.61	16.92**
ความฉ่ำ	Block(B)	11	3.92	0.36	1.20 <sup>ns</sup>
	Period(P)	4	14.39	3.59	12.11**
การยอมรับรวม	Block(B)	11	1.95	0.18	<1
	Period(P)	4	92.57	23.14	52.11**

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ตารางผนวก ค21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหูฉลามที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Period(P)	6	12.01	2.00	4.42**
	Treatment(T)	1	0.02	0.02	<1
	PxT	6	0.14	0.02	<1
กลิ่นคาวปลา	Period(P)	6	0.47	0.08	<1
	Treatment(T)	1	0.01	0.01	<1
	PxT	6	0.08	0.01	<1
กลิ่นซอส	Period(P)	6	0.83	0.14	<1
	Treatment(T)	1	0.87	0.87	1.61 <sup>ns</sup>
	PxT	6	0.42	0.07	<1
กลิ่นเครื่องเทศ	Period(P)	6	0.95	0.16	<1
	Treatment(T)	1	0.13	0.13	<1
	PxT	6	0.13	0.02	<1
กลิ่นหืน	Period(P)	6	0.51	0.08	6.96**
	Treatment(T)	1	0.00	0.00	<1
	PxT	6	0.01	0.00	<1
ความแน่นเนื้อ	Period(P)	6	9.90	1.65	3.67**
	Treatment(T)	1	0.03	0.03	<1
	PxT	6	0.73	0.12	<1
ความฉ่ำ	Period(P)	6	0.59	0.98	<1
	Treatment(T)	1	0.21	0.21	<1
	PxT	6	0.12	0.02	<1
การยอมรับรวม	Period(P)	6	0.21	0.04	<1
	Treatment(T)	1	0.06	0.06	<1
	PxT	6	0.23	0.04	<1

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

ง. ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอส  
ถั่วเหลืองปรุงรส

ตารางผนวก ง1 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางใน  
ซอสถั่วเหลืองปรุงรส ในระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) <sup>1</sup>	
	ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์	ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์
เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง		
0	45.47±0.03 <sup>a2</sup>	45.30±0.22 <sup>d2</sup>
15	45.56±0.07 <sup>e</sup>	45.24±0.06 <sup>d</sup>
31	46.52±0.02 <sup>c</sup>	45.33±0.04 <sup>d</sup>
45	46.02±0.16 <sup>d</sup>	46.61±0.06 <sup>b</sup>
60	46.52±0.06 <sup>c</sup>	46.35±0.09 <sup>c</sup>
75	46.77±0.03 <sup>b</sup>	46.76±0.06 <sup>b</sup>
90	47.24±0.08 <sup>a</sup>	47.32±0.09 <sup>a</sup>
เนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ		
0	39.92±0.03 <sup>a2</sup>	39.73±0.08 <sup>a2</sup>
15	40.26±0.00 <sup>f</sup>	39.93±0.11 <sup>f</sup>
30	40.70±0.07 <sup>e</sup>	40.35±0.05 <sup>e</sup>
45	40.86±0.10 <sup>d</sup>	40.75±0.05 <sup>d</sup>
60	41.15±0.10 <sup>c</sup>	41.05±0.10 <sup>c</sup>
75	41.46±0.08 <sup>b</sup>	41.26±0.12 <sup>b</sup>
90	42.13±0.11 <sup>a</sup>	41.86±0.10 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตาราง ง2 การเปลี่ยนแปลงค่าที่บีบอัดของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางในซอส  
ถั่วเหลืองปรุงรส ในระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ค่าที่บีบอัด (มก.มาไลนอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง) <sup>1</sup>	
	ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์	ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์
เนื้อปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็ง		
0	1.13±0.10 <sup>a2</sup>	3.23±0.12 <sup>a2</sup>
15	1.25±0.04 <sup>bc</sup>	3.24±0.05 <sup>b</sup>
31	1.44±0.13 <sup>ab</sup>	3.25±0.11 <sup>a</sup>
45	1.36±0.12 <sup>ab</sup>	3.26±0.10 <sup>a</sup>
60	1.50±0.11 <sup>a</sup>	2.31±0.03 <sup>a</sup>
75	1.54±0.15 <sup>b</sup>	2.91±0.20 <sup>b</sup>
90	1.33±0.11 <sup>abc</sup>	2.86±0.20 <sup>b</sup>
เนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ		
0	1.76±0.13 <sup>b2</sup>	1.93±0.05 <sup>b2</sup>
15	1.81±0.13 <sup>b</sup>	1.88±0.03 <sup>b</sup>
30	1.76±0.07 <sup>b</sup>	1.91±0.09 <sup>b</sup>
45	2.13±0.07 <sup>a</sup>	2.20±0.11 <sup>a</sup>
60	1.89±0.12 <sup>b</sup>	2.14±0.02 <sup>a</sup>
75	2.14±0.16 <sup>a</sup>	2.15±0.09 <sup>a</sup>
90	2.15±0.12 <sup>a</sup>	2.16±0.01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตาราง ง3 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ปลาทูนำความชื้นปานกลางในซอส  
ถั่วเหลืองปรุงรส ในระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ค่าพีเอช <sup>1</sup>	
	ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์	ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์
เนื้อปลาทูนำสดแช่เยือกแข็ง		
0	5.28±0.01 <sup>a,2</sup>	5.31±0.01 <sup>a,2</sup>
15	5.28±0.00 <sup>a</sup>	5.31±0.00 <sup>a</sup>
31	5.28±0.00 <sup>a</sup>	5.28±0.01 <sup>a</sup>
45	5.26±0.02 <sup>a</sup>	5.27±0.00 <sup>a</sup>
60	5.26±0.02 <sup>a</sup>	5.30±0.01 <sup>a</sup>
75	5.26±0.01 <sup>a</sup>	5.05±0.00 <sup>b</sup>
90	5.24±0.00 <sup>a</sup>	4.60±0.00 <sup>a</sup>
เนื้อปลาทูนำที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ		
0	5.19±0.01 <sup>a,2</sup>	5.14±0.01 <sup>a,2</sup>
15	5.19±0.00 <sup>a</sup>	5.14±0.00 <sup>a</sup>
30	5.16±0.00 <sup>a</sup>	5.12±0.01 <sup>a</sup>
45	5.19±0.02 <sup>a</sup>	5.12±0.00 <sup>a</sup>
60	5.18±0.02 <sup>a</sup>	5.12±0.01 <sup>a</sup>
75	5.17±0.01 <sup>a</sup>	5.11±0.00 <sup>a</sup>
90	5.16±0.00 <sup>a</sup>	5.11±0.00 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตาราง ง4 การเปลี่ยนแปลงค่า L a และ b ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางใน  
ซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าสดแช่เยือกแข็งในระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน  
ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ค่าสี <sup>1</sup>		
	L	a	b
แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์			
0	19.14±0.17 <sup>a2</sup>	1.49±0.13 <sup>a2</sup>	1.43±0.13 <sup>a2</sup>
15	18.68±0.43 <sup>b</sup>	1.37±0.22 <sup>ab</sup>	1.28±0.22 <sup>b</sup>
30	17.93±0.51 <sup>c</sup>	1.32±0.11 <sup>b</sup>	1.21±0.11 <sup>bc</sup>
45	17.88±0.41 <sup>c</sup>	0.90±0.10 <sup>c</sup>	1.09±0.10 <sup>c</sup>
60	17.60±0.60 <sup>cd</sup>	0.90±0.14 <sup>c</sup>	0.92±0.14 <sup>d</sup>
75	17.49±0.26 <sup>cd</sup>	0.89±0.07 <sup>c</sup>	0.86±0.07 <sup>d</sup>
90	17.34±0.48 <sup>d</sup>	0.75±0.04 <sup>d</sup>	0.60±0.04 <sup>e</sup>
แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์			
0	18.71±0.056 <sup>a2</sup>	1.50±0.08 <sup>a2</sup>	1.49±0.08 <sup>a2</sup>
15	18.50±0.17 <sup>a</sup>	1.48±0.08 <sup>a</sup>	1.22±0.08 <sup>b</sup>
30	18.25±0.14 <sup>a</sup>	1.40±0.07 <sup>ab</sup>	1.20±0.07 <sup>b</sup>
45	17.55±0.49 <sup>b</sup>	1.30±0.08 <sup>b</sup>	0.99±0.08 <sup>c</sup>
60	17.43±0.28 <sup>b</sup>	1.10±0.12 <sup>c</sup>	0.90±0.12 <sup>c</sup>
75	17.39±0.29 <sup>b</sup>	0.81±0.21 <sup>d</sup>	0.74±0.21 <sup>d</sup>
90	17.15±0.21 <sup>b</sup>	0.76±0.07 <sup>d</sup>	0.49±0.07 <sup>e</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตาราง ง5 การเปลี่ยนแปลงค่า L a และ b ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางใน  
ซอสถั่วเหลืองปรุงรส จากปลาทูน่าที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำในระหว่างการเก็บ  
รักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ค่าสี <sup>1</sup>		
	L	a	b
แบบที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์			
0	18.25±0.76 <sup>a2</sup>	2.050.13 <sup>a2</sup>	2.04±0.57 <sup>a2</sup>
15	17.89±0.25 <sup>ab</sup>	1.69±0.12 <sup>b</sup>	1.59±0.42 <sup>b</sup>
30	17.74±0.36 <sup>bc</sup>	1.64±0.22 <sup>b</sup>	1.32±0.30 <sup>bc</sup>
45	17.66±0.31 <sup>bc</sup>	1.35±0.13 <sup>c</sup>	1.14±0.15 <sup>cd</sup>
60	17.50±0.35 <sup>bc</sup>	1.24±0.11 <sup>c</sup>	1.13±0.17 <sup>cd</sup>
75	17.42±0.20 <sup>bc</sup>	1.19±0.17 <sup>c</sup>	0.96±0.18 <sup>d</sup>
90	17.36±0.24 <sup>c</sup>	1.16±0.13 <sup>c</sup>	0.89±0.15 <sup>d</sup>
แบบที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์			
0	18.49±0.35 <sup>a2</sup>	2.08±0.09 <sup>a2</sup>	2.04±0.11 <sup>a2</sup>
15	18.23±0.13 <sup>ab</sup>	1.89±0.13 <sup>b</sup>	1.87±0.11 <sup>ab</sup>
30	17.89±0.48 <sup>bc</sup>	1.85±0.27 <sup>b</sup>	1.69±0.10 <sup>bc</sup>
45	17.89±0.25 <sup>bc</sup>	1.63±0.08 <sup>c</sup>	1.52±0.16 <sup>c</sup>
60	17.87±0.59 <sup>bc</sup>	1.49±0.24 <sup>c</sup>	1.51±0.14 <sup>c</sup>
75	17.50±0.29 <sup>cd</sup>	1.28±0.11 <sup>d</sup>	1.08±0.15 <sup>d</sup>
90	17.35±0.11 <sup>d</sup>	1.20±0.10 <sup>d</sup>	1.00±0.07 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ตาราง ง6 การเปลี่ยนแปลงค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าความชื้นปานกลางใน  
 ซอสถั่วเหลืองปรุงรส ในระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	Water activity <sup>1</sup>	
	ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์	ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์
เนื้อปลาทูน่าชนิดสดแช่เยือกแข็ง		
0	0.90±0.00 <sup>b2</sup>	0.90±0.00 <sup>c2</sup>
15	0.89±0.00 <sup>c</sup>	0.88±0.00 <sup>d</sup>
31	0.90±0.00 <sup>b</sup>	0.90±0.00 <sup>c</sup>
45	0.90±0.00 <sup>b</sup>	0.90±0.00 <sup>c</sup>
60	0.91±0.00 <sup>a</sup>	0.91±0.03 <sup>b</sup>
75	0.91±0.00 <sup>a</sup>	0.91±0.00 <sup>ab</sup>
90	0.91±0.00 <sup>a</sup>	0.92±0.02 <sup>a</sup>
เนื้อปลาทูน่าชนิดที่ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ		
0	0.81±0.00 <sup>d2</sup>	0.81±0.00 <sup>c2</sup>
15	0.82±0.00 <sup>c</sup>	0.83±0.00 <sup>b</sup>
30	0.82±0.00 <sup>c</sup>	0.82±0.00 <sup>b</sup>
45	0.82±0.00 <sup>b</sup>	0.82±0.00 <sup>b</sup>
60	0.82±0.00 <sup>b</sup>	0.82±0.01 <sup>b</sup>
75	0.82±0.00 <sup>b</sup>	0.83±0.00 <sup>a</sup>
90	0.83±0.00 <sup>a</sup>	0.83±0.00 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

<sup>2</sup> ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ )

### จ. คุณสมบัติของถุงพลาสติก

คุณสมบัติของถุงพลาสติกเกรด Hevel vacuum bag (จากบริษัท ยูโคโน จำกัด)

1. อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (ก./ตรม./วัน ที่ 38 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90) 9.85
2. อัตราการซึมผ่านของก๊าซ (มล./ตรม./วัน ที่ 38 °ซ)
  - ออกซิเจน 46.6
  - ไนโตรเจน 111.6
  - คาร์บอนไดออกไซด์ 234.4
3. ความแข็งแรงของรอยเชื่อม (กก. แรง.)
  - 1.7 วินาที 4.2
  - 2.1 วินาที 4.5
4. การซึมผ่านของน้ำมันหรือไขมัน (วัน) >5

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2533)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวเดือนใจ ศิริพานะกุล	
วันเดือนปีเกิด	26 มิถุนายน 2514	
วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วุฒิ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	2535
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)		