



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาน้ำจืด
DEVELOPMENT OF FROZEN FERMENTED FISH NUGGET PRODUCT
FROM FRESH WATER FISHES

โดย

วุฒิพนธ์ ศุภวิริยากร

2553



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาน้ำจืด
DEVELOPMENT OF FROZEN FERMENTED FISH NUGGET PRODUCT
FROM FRESH WATER FISHES

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2552
จำนวน 110,00 บาท

หัวหน้าโครงการ วุฒิพจน์ ศุภวิริยากร

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30/สิงหาคม/2553

คำนิยม

รายงานผลงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักรวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รวมทั้งคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สภาวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ซึ่งได้รับการจัดสรรงบประมาณการวิจัยประจำปี 2552 ในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากร คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ และนักศึกษาคณะผู้ร่วมทำงานทุกท่าน ที่ร่วมมือร่วมใจ ช่วยเหลืออย่างเต็มที่ จนงานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

วุฒิพนธ์ ศุภวิริยากร



สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ง
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	21
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	29
สรุปผล	46
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	52



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล	29
2	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุก	30
3	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสวาย	30
4	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่มีระดับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 10 และ 15 ปริมาณเกลือร้อยละ 2, 2.5 และ 3	32
5	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุกที่มีระดับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 10 และ 15 ปริมาณเกลือร้อยละ 2.5, 3.5 และ 4.5	32
6	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสวายที่มีระดับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 และ 15 ปริมาณเกลือร้อยละ 2.5, 3.5 และ 4.5	33
7	ระดับความเหมาะสมด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ, รสเปรี้ยว, รสหวานและรสเค็มของนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล ปลาดุกและปลาสวาย	34
8	ผลของระดับน้ำตาลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรการผลิตน้ำแบ่งชุปทอดสำหรับนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล	35
9	ผลของระดับน้ำตาลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรการผลิตน้ำแบ่งชุปทอดสำหรับนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุก	35
10	ผลของระดับน้ำตาลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรการผลิตน้ำแบ่งชุปทอดสำหรับนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสวาย	36
11	องค์ประกอบทางเคมีของนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล ปลาดุกและปลาสวาย	37
12	คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	39

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของน้ำตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	40
14	คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของน้ำตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสุวายที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส	41
15	ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระดับคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล	43
16	ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระดับคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋น	44
17	ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระดับคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสุวาย	45
ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลแบบชิ้นและแบบบด ระยะเวลาหมักนาน 3, 4 และ 5 วัน	72
2	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋นแบบชิ้นและแบบบด ระยะเวลาหมักนาน 3, 4 และ 5 วัน	73
3	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสุวายแบบชิ้นและแบบบด ระยะเวลาหมักนาน 3 และ 5 วัน	74
4	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักตกปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเกลือ 2 , 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋กที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเกลือ 2.5, 3.5 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์	76
6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสุวายที่มีระดับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 และ 15 ปริมาณเกลือ 2.5, 3.5 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์	77
7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่มีระดับน้ำตาล 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์	78
8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋กที่มีระดับน้ำตาล 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์	79
9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสุวายที่มีระดับ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์	80
10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษานาน 4 เดือน	81
11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋กที่เก็บรักษานาน 4 เดือน	82
12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสุวายที่เก็บรักษานาน 4 เดือน	83

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการผลิตปลาส้ม	8
2	กระบวนการผลิตนักเกตปลาหมึก	26
3	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 120 วัน	43
4	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 120 วัน	44
5	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 120 วัน	45
ภาพผนวกที่		หน้า
1	นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลานิล (ก่อนทอด)	85
2	นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลานิล (หลังทอด)	85
3	นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลาดุก (ก่อนทอด)	85
4	นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลาดุก (หลังทอด)	85
5	นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลาสวาย (ก่อนทอด)	85
6	นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลาสวาย (หลังทอด)	84

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาน้ำจืด

DEVELOPMENT OF FROZEN FERMENTED FISH NUGGET

PRODUCT FROM FRESH WATER FISHES

วุฒิพนธ์ ศุภวิริยากร
WUTTIPIOT SUPAVIRIYAKORN

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources Maejo University

บทคัดย่อ

การผลิตนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล ปลาดุกและปลาสวาย มีกระบวนการผลิตที่เหมาะสม คือ การใช้เนื้อปลาบดจะทำให้การยอมรับจากผู้ทดสอบมากกว่าการใช้เนื้อปลาแบบเป็นชิ้น และมีระยะเวลาในการหมักที่เหมาะสมคือ หมักที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมคือ การใช้ปริมาณเกลืออยู่ในช่วง 2.5 – 3.5 % ปริมาณแป้งมันสำปะหลังอยู่ในช่วง 5 – 15 % กระเทียม 10 % และพริกไทย 0.5 % เมื่อทำการทดสอบระดับความเหมาะสมด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ รสเปรี้ยว รสหวาน และรสเค็ม พบว่าผู้ทดสอบ 70 % ให้ค่าระดับความเหมาะสมด้านรสหวานอยู่ในช่วงน้อยถึงน้อยเกินไป และผลจากการศึกษาการเพิ่มระดับน้ำตาลในน้ำแป้งชุบทอดของการผลิตนักเกตปลาหมัก พบว่า ควรใช้ปริมาณน้ำตาลอยู่ในช่วง 10 – 20 % เมื่อนำนักเกตปลาหมักจากปลาทั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 4.64-10.98% ไขมัน 4.78-15.45% ความชื้น 60.91-73.01% เถ้า 1.81-3.36 % คาร์โบไฮเดรต 8.39-15.76 % และเยื่อใย 1.63-7.67% ค่า pH อยู่ในช่วง 4.77-4.98 ค่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงสุด 2.55×10^7 CFU/กรัม แบคทีเรียแล็กติกสูงสุด 8.82×10^6 CFU/กรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กรัม นักเกตปลาหมักที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 120 วัน ที่บรรจุในถุงพลาสติกPA/LDPE แบบบรรจุอากาศปกติที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาน้ำจืดยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับจากผู้ทดสอบ

คำสำคัญ: นักเกตปลา ปลาต้ม ปลาน้ำจืด

ABSTRACT

Production of frozen fermented fish nugget from three types of fish : Nile tilapia, Walking catfish, Stripped catfish. Optimal production of three types fish was used minced flesh. It had more acceptance from testes than pieced flesh. Optimal fermented time was three days at room temperature. Optimal ingredients were used salt, cassava flour, garlic and pepper : 2.5 - 3.5%, 5 – 15%, 10% and 0.5% respectively. Sensory testing was tested in four categories : spices, sourness, sweetness and saltiness. The results found that 70% of testers decided sweetness score was little to very little. Optimal sugar added level in fry dipped flour of fermented fish nugget was used in ranged of 10 – 20%. Chemical properties of fermented fish nuggets were tested in protein, lipid, moisture, ash, carbohydrate and fiber contents. They had 4.64 – 10.98%, 4.78 -15.45%, 60.91 - 73.01%, 1.81 – 3.36%, 8.39 – 15.76% and 1.63 – 7.67% respectively . Range of pH level was 4.77 – 4.98. Highest total bacterial cell count was 2.55×10^7 CFU/g. Highest lactic acid bacteria was 8.82×10^6 CFU/g. Yeast and mold were less than 10 CFU/g. Frozen fermented fish nuggets in PA/LDPE plastic bag at normal pressure , -18 °C for 120 day were accepted from testers.

Keywords : fish nugget, fermented fish, freshwater fish

คำนำ

อาหารหมักพื้นเมืองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาแต่ดั้งเดิมโดยอาศัยภูมิปัญญาในแต่ละท้องถิ่น ตัวอย่างเช่น ส้มผักและปลาส้ม ซึ่งเป็นอาหารหมักพื้นเมืองที่ผลิตจากปลาน้ำจืดโดยส้มผักนิยมทำจากปลาเค้า ปลากลาย ปลาสวาย ปลาเทโพ ปลาเนื้ออ่อน ปลาตะเพียน ปลาชะโด และปลาสร้อย เป็นต้น ส่วนปลาส้มนิยมทำจากปลาตะเพียน ปลาเนื้ออ่อน ปลากด ปลาสร้อย ปลาโคก และปลานวลจันทร์ เป็นต้น วิธีการผลิตของส้มผักและปลาส้มใกล้เคียงกันโดยจะใช้เนื้อปลาหมักกับเกลือ แหล่งคาร์โบไฮเดรต (เช่น ข้าวเจ้าสุก, ข้าวเหนียวสุก, ข้าวคั่ว, แป้งมันสำปะหลังและ แป้งมันสำปะหลังต้มสุก) กระเทียมและพริกไทย เป็นต้น (มัทนา, 2545: นงนุช, 2538: อังคณา, 2549: Saisithi, 1986) แต่จะแตกต่างกันที่เนื้อปลาที่ใช้ผลิตปลาส้มจะไม่มีการถูกบดให้ละเอียดแต่จะใช้ปลาสดและปลาสดชิ้น ส่วนส้มผักนั้นเนื้อปลาจะถูกนำมาสับให้ละเอียดก่อนการผสมและการหมัก ผลิตภัณฑ์ส้มผักและปลาส้มพบได้ทั่วไปโดยเฉพาะภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย และส่วนใหญ่มักยังคงเป็นการผลิตกันในรูปแบบของปลาทั้งตัว เนื้อปลาแล่ และแบบเนื้อมัด ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ เช่น ห่อด้วยใบตอง ใส่ในถุงพลาสติก กล่องพลาสติก และบรรจุในถุงปิดผนึกแบบบรรยากาศปกติและสุญญากาศส่วนใหญ่เก็บรักษาหรือจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 35 องศาเซลเซียส), อุณหภูมิห้องปรับอากาศ (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (ประมาณ 0-4 องศาเซลเซียส) ดังนั้นถ้ามีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมัก: ส้มผัก และปลาส้ม โดยใช้ทั้งเนื้อปลามัดและปลานั่นเป็นชิ้นมาชุบแป้งทอด หรือผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ที่ช่วยเพิ่มรสชาติให้แก่ผู้บริโภคแล้วนำมาเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์โดยการแช่เยือกแข็ง ก็น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ได้เพราะเนื้อปลาเมื่อถูกบดจะสามารถขึ้นรูปเนื้อปลาผ่านแม่พิมพ์ที่มีขนาดและรูปร่างต่างๆ ได้ เช่น นักเก็ตปลา (fish nugget) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยนำเนื้อปลามาตัดเป็นชิ้นคลุกกับส่วนผสมต่างๆ หรือบดผสมกับส่วนผสมจากนั้นนำไปชุบกับน้ำแป้งชุบทอดและขนมปังป่น แล้วเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็ง (อังคณา, 2546) นักเก็ตที่มีจำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะผลิตจากเนื้อไก่ ส่วนเนื้อปลายังมีน้อย ดังนั้นการนำเนื้อปลาน้ำจืดมาแปรรูปโดยอาศัยหลักการอาหารหมักจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ผสมผสานกับการแปรรูปที่เน้นเพิ่มการยอมรับจากผู้บริโภคโดยเพิ่มกลิ่นรสจากส่วนผสมต่างๆ และกลิ่นรสเฉพาะที่เกิดในอาหารหมัก ทำให้สามารถเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์และเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค อีกทั้งยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสัตว์น้ำจืด ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกร หรือโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำที่เกี่ยวข้องมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายปลาหรือแปรรูปปลาเป็นผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็ง

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็ง จากปลาน้ำจืดโดยศึกษาถึงกระบวนการผลิต การพัฒนาสูตรนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งให้เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภคและศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตและระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักนักเกิดปลาแต่ละชนิด
2. ศึกษาสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการหมักนักเกิดปลาแต่ละชนิด
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน



ตรวจเอกสาร

1. การหมัก (Fermentation)

การหมัก หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน โดยฤทธิ์เอนไซม์และเป็นกระบวนการสันดาปที่ให้พลังงาน ผลจากการสันดาปได้เป็นสารชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาการหมัก (วิทย์, 2525)

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหมักจากจุลินทรีย์หรือกระบวนการเกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์หมักดอง (fermented products)

ผลิตภัณฑ์ที่หมักจากปลาแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (Rao, 1967)

1. Fermented fish ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้จากการนำปลาทั้งตัวหรือเพียงบางส่วนมาหมัก การหมักอาจจะใช้เวลา 2-3 วัน หรือมากกว่า 1 ปี อาจมีหรือไม่มีการเติมเครื่องปรุงแต่งบางอย่าง เช่น ข้าวคั่วบด ยีสต์ สับปะรด และมะละกอก็ได้ อาหารชนิดนี้ได้แก่ ปลาจ๋า ปลาเจ้า ปลาส้ม ปลาแป้งแดง เป็นต้น

2. Fermented fish paste ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้อาจใช้ปลา กุ้งหรือหอย ใส่เกลือ ตาก และบดให้ละเอียด แล้วนำไปหมักไว้ระยะหนึ่ง อาจกินเวลาหลายเดือนจนได้กลิ่นรสที่ต้องการ อาจมีการเติมเครื่องปรุงหรือไม่เติมก็ได้ เช่น กะปิ ปะเดก (padek) ของลาว และมัมกะเซต (mam-ca-sat) ของกัมพูชา เป็นต้น

3. Fermented fish sauce ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้จากการนำปลามาหมักเกลือแล้วปล่อยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลาหลายเดือน เนื้อปลาย่อยสลายเป็นของเหลวที่มีโปรตีนสูง แยกเอาเฉพาะส่วนที่ใส อาจปรุงหรือไม่ปรุงแต่งรสก็ได้ เช่น น้ำปลา ญู และ ปะติส (patis) ของฟิลิปปินส์ เป็นต้น

2. ปลาส้ม

ปลาส้มซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักปลาด้วยเกลือและคาร์โบไฮเดรต เกิดกลิ่น รสเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ปลาส้มนิยมทำกันในเขตที่มีอากาศร้อน เนื่องจากวิธีการถนอมปลาด้วยความเย็นเป็นข้อยุ่งยากและราคาแพง ส่วนการทำแห้งด้วยแสงแดดมักพบปัญหาจากภูมิอากาศแปรปรวน การหมักปลาจึงเป็นวิธีเก็บรักษาที่นิยมมาเป็นเวลาช้านาน เช่น ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น น้ำปลา ปลาจ๋า ญู ส้มผัก ปลาจ่อม และปลาส้ม (ทองคำ, 2538)

สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่เรียกว่า ปลาส้ม เป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักดั้งเดิมของประเทศไทยนิยมบริโภคกันแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง มีลักษณะการผลิตเป็นแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน (Saisithi, et.al., 1986) เนื้อปลาที่ใช้ผลิตปลาส้มจะไม่มีการถูกบดให้ละเอียดแต่จะใช้เนื้อปลาทั้งตัวหรือปลาชิ้นนำมาผสมเกลือ ข้าวสุก กระเทียม แล้วเก็บในภาชนะเก็บมิดชิด ปล่อยไวให้เกิดการหมักด้วยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3-4 วัน จะเกิดรสเปรี้ยวและกลิ่นปลาหมัก มีคุณค่าทางอาหารเพิ่มจากปลาสดคือ มีโปรตีนอยู่ในสภาพที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น มีปริมาณวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 เพิ่มขึ้น (ปาริชาติ และ นัยนา, 2532)

การผลิตปลาส้มจะมี 2 แบบ คือ

ปลาส้มตัว คือ จะใช้ปลาทั้งตัวในการหมัก ปลาที่นำมาหมักจะเป็นปลาขนาดเล็ก

ปลาส้มชิ้น คือ ปลาที่นำมาหมักมีขนาดใหญ่จะต้องนำมาแล่เป็นชิ้นๆ ไม่สามารถนำมาหมักทั้งตัวได้

ในการผลิตปลาส้ม ปลาส้มส่วนใหญ่มีรสเปรี้ยวนำตามด้วยรสเค็มและรสหวาน มีกลิ่นหอมของกระเทียมและมีกลิ่นกระเทียม ซึ่งการเติมกระเทียมผสมลงไปนอกจากจะช่วยในด้านปรุงรสแล้ว ยังมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด แต่ไม่มีผลต่อการทำลายแบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กติก

กระบวนการผลิตปลาส้มและวัตถุดิบสำคัญ ประกอบด้วย

1. ปลาสด ปลาน้ำจืดที่นิยมทำปลาส้มตัวมากที่สุดคือ ปลาตะเพียน รองลงมาคือปลาขาว แต่ปัจจุบัน ปลาตะเพียนแถบภาคอีสานมีจำนวนน้อย สามารถใช้ปลาจีน ปลาสวาย ปลานวลจันทร์ ก็นำมาทำได้แต่จะทำในลักษณะเป็นปลาส้มชิ้น หลังหมักปลาจนเป็นปลาส้มสามารถรับประทานได้ ลักษณะปลาส้มที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค คือ มีสีชมพู เนื้อแข็ง รสชาติอร่อย

2. เกลือแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือเกลือบริสุทธิ์ (purified salt) เกลือสมุทรหรือเกลือทะเล (solar salt) และเกลือเหมืองหรือเกลือสินเธาว์ (rock salt) เกลือที่ใช้บริโภคและใช้ในอุตสาหกรรมคือ เกลือสมุทรเพราะหาง่ายและสะดวกในการขนส่ง แบ่งออกเป็น เกลือขาวเป็นเกลือที่ขาวสะอาดและเกลือหม่นมีตะกอนดินและทรายปนจึงมีสีหม่น (มัทนา, 2538) ซึ่งเกลือทำหน้าที่ควบคุมและรักษาสภาวะการหมักให้จุลินทรีย์ที่ต้องการ จำพวกแล็กติกแอซิดแบคทีเรีย

3. คาร์โบไฮเดรต แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่นิยมใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ได้แก่ ข้าวเจ้าคั่วบดละเอียด ข้าวเปลือกคั่วบดละเอียด ข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวหนึ่ง ข้าวหมาก ข้าวแดง น้ำตาล สับปะรด เป็นต้น

ข้าวที่ใช้มี 2 ชนิด คือ ข้าวเหนียว และข้าวเจ้า อาจใช้ข้าวสุกตากแห้ง ซึ่งเตรียมได้โดยแช่ข้าวในน้ำให้พอใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง แล้วทรงขึ้นทิ้งให้สะเด็ดน้ำ จึงนำมาคั่วจนมีสีเหลืองหรือเหลืองเข้ม บดให้ละเอียด ข้าวคั่วที่ไหม้เล็กน้อยจะมีกลิ่นหอม ส่วนรำใช้ได้ทั้งรำคั่วและรำดิบ แต่รำคั่วจะมีกลิ่นหอมดีกว่ารำดิบ (Rao, 1967)

ข้าวคั่วมีบทบาทในกระบวนการหมักทั่ว ๆ ไปดังนี้

- (1) ทำให้อัตราการสลาย (disintegration) ของโปรตีนช้าลง
- (2) ทำให้อาหารมีสีน้ำตาลและมีกลิ่นดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค
- (3) ทำปฏิกิริยากับเกลือโดยมีแสงอาทิตย์เป็นตัวเร่ง ทำให้มีสารต่าง ๆ เกิดขึ้น

เกิดรสชาติเฉพาะ

- (4) เกิดสารประกอบพวกคาราเมลไลซ์ (caramelize)

พลทรัพย์ และคณะ (2542) รายงานว่าข้าวคั่วมีบทบาทในการทำงานของจุลินทรีย์โดยทำให้มีการสร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดแล็กติก หรือสารอื่น ๆ ที่กลบกลิ่นเหม็นของสารที่เกิดจากการย่อยสลายของโปรตีน

4. กระเทียม เป็นตัวช่วยในการปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ปลาสด โดยแหล่งรับซื้อกระเทียมที่สำคัญจังหวัดศรีสะเกษ นอกจากนี้อาจเติมผงชูรสหรือน้ำตาลเพื่อช่วยในการปรุงแต่งรสชาติ ดินประสิวและสีผสมอาหารเพื่อเพิ่มสีส้มให้มีสีแดงขึ้น

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2547) กล่าวว่า กระบวนการผลิตปลาสดโดยทั่วไป จะเริ่มจากการนำปลาสด เช่น ปลาดู ปลาขาว มาชอดเกล็ด ควักไส้ ตัดแต่ง ในขั้นตอนการตัดแต่งปลานั้นจะบังปลาที่ข้างลำตัว เพื่อให้เกลือสามารถซึมผ่านไปตามเนื้อเยื่อของปลาได้ดีขึ้น จากนั้นล้างน้ำทำความสะอาด สะเด็ดน้ำให้แห้ง นำมาคลุกเคล้าหรือแช่ในน้ำเกลือ บีบขนาดและคลุกเคล้ากับกระเทียม ข้าวเหนียวหนึ่ง แล้วทำการหมัก ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะหมักในถุงพลาสติกแล้วใส่ในภาชนะจำพวกบีบโลหะ กระละมังเคลือบ หรือถังพลาสติก แล้ววางในพื้นที่ว่างในบริเวณแหล่งผลิตสำหรับระยะเวลาในการหมักปลาจนได้ปลาสดที่สามารถบริโภคได้ จะใช้เวลา 2-3 วันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศหรืออุณหภูมิในสถานที่ผลิต ซึ่งถ้าอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูร้อน เดือนมีนาคม - เมษายน จะใช้เวลาเพียง 2 วัน ในขณะที่ฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำในเดือนธันวาคม - มกราคม อาจใช้เวลา 7 วัน จึงจะสามารถบริโภคได้

ปลาสด



ทำความสะอาด เอาหัว เกล็ดและไส้ออก แล้วบั้งตามความยาว 1 ครั้ง ทั้ง 2 ด้าน



ล้างน้ำให้สะอาด และสะเด็ดน้ำ



ผสมกับส่วนผสม



หมักทิ้งไว้ในภาชนะปิดและกดทับด้วยน้ำหนัก

ประมาณ 1-3 วันจะได้



ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตปลาหมัก

ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2547)

3. จุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก

มัทนา (2545) กล่าวว่าจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในกระบวนการหมัก ได้แก่

3.1 โปรติโอไลติกแบคทีเรีย (Proteolytic bacteria) ในการหมักจำเป็นต้องอาศัย

จุลินทรีย์บางชนิดในการย่อยโปรตีน เช่น *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *Aeromonas anaerogenes* และ *Staphylococcus* sp.

3.2 แบคทีเรียที่หมักน้ำตาลแล้วได้กรดแล็กติก ได้แก่แบคทีเรียสกุล *Lactobacillus*

เช่น *L. brevis* แบคทีเรียสกุลนี้มีความสำคัญในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสัตว์น้ำหมักดอง เนื่องจาก

หมักน้ำตาลแล็กโตสให้กรดแล็กติก แบคทีเรียแล็กติกสกุล *Pediococcus* เช่น *P. halophilus* สามารถเจริญในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง 25 % ให้กรด 0.5 - 0.9 % ส่วน *Streptococcus* พบในความเข้มข้นของเกลือ 2 - 4 %

แบคทีเรียแล็กติกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ตามลักษณะการใช้อาหารและการสร้างสาร คือ

(1) โฮโมเฟอร์เมนเตทีฟแบคทีเรีย (homofermentative bacteria) เป็นแบคทีเรียแล็กติกที่ผลิตกรดแล็กติกจากกลูโคสได้ประมาณ 85 % หรือมากกว่า แต่จะไม่เกิดแก๊ส แต่อาจมีแก๊สจากกลูโคเนท มีการหมักน้ำตาลโบริสให้กรดแล็กติก และกรดอะซิติกไม่มีแก๊ส ไม่ต้องการไทอามีน (thiamine) ในการเติบโต สร้างเอนไซม์อัลโดเลส (aldolase enzyme) และเจริญที่ 45 และ 15 องศาเซลเซียส ได้แก่ *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus acidilactici*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Pediococcus dextrinicus* (Schleifer, 1986)

(2) เฮเทอโรเฟอร์เมนเตทีฟแบคทีเรีย (heterofermentative bacteria) เป็นแบคทีเรียแล็กติกที่ผลิตกรดแล็กติก แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์หรือผลิตแก๊สคาร์บอนได-ออกไซด์อย่างเดียว

แบคทีเรียแล็กติกสามารถจัดจำแนกเป็นสกุลได้ 12 สกุล ดังนี้

(1) *Streptococcus* สกุลนี้เซลล์มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8-1.2 ไมครอน จัดเรียงตัวเป็นสายโซ่หรือคู่ ผลิตกรดแล็กติกชนิด L (+) เป็นผลิตภัณฑ์หลักเท่านั้น จากการหมักกลูโคส ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญ มีหลายชนิดเป็นปรสิตในคนหรือสัตว์ และบางชนิดสามารถทำให้เกิดโรคได้ เจริญที่อุณหภูมิ 20-41 องศาเซลเซียส ปัจจุบันประกอบด้วย 39 สปีชีส์ มีโมเลกุลเปอร์เซ็นต์ guanine (G)+ cytosine (C) ระหว่าง 34-46 % (Hardie และ Whiley, 1995)

(2) *Vagococcus* เป็นแบคทีเรียแล็กติกซึ่งเคลื่อนที่ได้ (ไม่ทุกสายพันธุ์) ประกอบด้วย 2 สปีชีส์ คือ *Vagococcus fluvialis* ซึ่งเดิมอยู่ใน *streptococci* กลุ่ม N และ *V. salmoninarum* ซึ่งแยกได้จากปลาแซลมอนที่เป็นโรค (Stiles และ Holzappel, 1997)

(3) *Lactococcus* เซลล์มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1 ไมครอน จัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่หรือต่อกันเป็นสายโซ่ ผลิตกรดแล็กติกชนิด L (+) จากการหมักกลูโคส สามารถเจริญได้ที่ 10 องศาเซลเซียส แต่ไม่เจริญที่ 45 องศาเซลเซียส ปัจจุบันประกอบด้วย 5 สปีชีส์ ได้แก่ *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L.*

lactis subsp. *hordiniae*, *L. garvieae*, *L. plantarum*, *L. raffinolactis* และ *L. piscium* มีโมเลกุลเปอร์เซ็นต์ G+C ระหว่าง 34-43 % (Teuber, 1995)

(4) *Enterococcus* เชลล์มีรูปไข่ จัดเรียงตัวเป็นเชลล์เดี่ยว หรือสายโซ่สั้นๆ ผลิตรกรดแล็กติก ชนิด L (+) เป็นผลิตภัณฑ์หลักจากการหมักกลูโคส ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญ สามารถเจริญที่ 10 และ 45 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์ผลิตเอนไซม์อะไมเลสได้ และบางชนิดทำให้เกิดโรค ปัจจุบันประกอบด้วย 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. avium*, *E. galinarum* และ *E. cecorum* มีโมเลกุลเปอร์เซ็นต์ G+C ระหว่าง 37-40 % (Devriese และ Pot, 1995)

(5) *Pediococcus* เชลล์มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.36-1.43 ไมครอน แบ่งตัวลักษณะ 2 ทิศทางบนระนาบเดียวกัน โดยแบ่งตัวครั้งที่ 2 ในทิศด้านขวามือของครั้งแรก ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะเป็นเชลล์ 4 เชลล์ติดกัน (tetrad formation) ในสภาวะไร้อากาศ ผลิตรกรดแล็กติกชนิด DL และ L (+) จากการหมักกลูโคส บางชนิดทำให้เปียร์และไวน์เสีย ปัจจุบันประกอบด้วย 6 สปีชีส์ ได้แก่ *Pediococcus acidilactici*, *P. damonosus*, *P. dextrinicus*, *P. inopinatus*, *P. parvulus*, *P. pentosaceus* มีโมเลกุลเปอร์เซ็นต์ G+C ระหว่าง 34-44 % (Simpson และ Taguchi, 1995)

(6) *Tetragenococcus* มีลักษณะการแบ่งตัวเหมือนสกุล *Pediococcus* เนื่องจากเดิมคือ *P. halophilus* ซึ่งจัดจำแนกใหม่จากการเจริญในอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงถึง 18 % และมีลำดับเบสบน 16S rRNA ใกล้เคียงกับเชื้อสกุล *Enterococcus* และ *Carnobacterium* มากกว่าสกุลเดิม (Simpson และ Taguchi, 1995)

(7) *Aerococcus* มีลักษณะการแบ่งตัวเหมือน *Pediococcus* ประกอบด้วย 2 สปีชีส์ คือ *Aerococcus viridans* และ *A. urinae* ซึ่งเปลี่ยนแปลงจาก *P. homari* และ *P. urinaeequi* ตามลำดับ โดย *A. viridans* ทำให้กุ้งล็อบสเตอร์ (lobster) เกิดโรคและเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อในมนุษย์ (Stiles และ Holzapfel, 1997)

(8) *Leuconostoc* เชลล์มีพื้นฐานวิวัฒนาการกับอาหารเลี้ยงเชื้อ ในอาหารมีกลูโคส เชลล์มีลักษณะยืดอกคล้ายกลุ่ม *Lactobacilli* แต่ในน้ำนมเชลล์จะมีรูปร่างกลม การจัดเรียงตัวเป็นเชลล์เดี่ยว อยู่เป็นคู่หรือสายโซ่สั้นถึงปานกลาง ผลิตรกรดแล็กติกชนิด D(-) เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ และสารหอมระเหยจากการหมักกลูโคส จึงช่วยสร้างกลิ่นรสในอาหารหมักดอง การเจริญต้องการสารอาหารสูง ปัจจุบันประกอบด้วย 8 สปีชีส์ ได้แก่ *Leuconostoc mesenteroides*, *L. lactis*, *L. gelidum*, *L. carnosum*, *L. pseudomesenteroides*, *L. citreum*, *L. argentinum* และ *L. fallax* มีโมเลกุลเปอร์เซ็นต์ G+C ระหว่าง 37-40% (Delliaglio et al.,

1995)

(9) *Oenococcus* สกุลนี้มีเพียงชนิดเดียวคือ *Oenococcus oeni* ซึ่งเปลี่ยนมาจาก *Leuconostoc oenos* ด้วยคุณสมบัติการทนต่อกรดและเอทานอลปริมาณสูง รวมทั้งข้อมูลทางพันธุกรรมจากดีเอ็นเอ: ดีเอ็นเอไฮบริไดเซชัน (DNA: DNA hybridisation) และลำดับเบสของ 16S rRNA ต่างจากสปีชีส์อื่นในสกุล *Leuconostoc* อย่างชัดเจน (Delliaglio et al., 1995)

(10) *Weissella* รูปร่างเป็นแท่งและกลม ซึ่งมีลักษณะคล้าย *Leuconostoc* เป็นชนิดซึ่งเดิมอยู่ในสกุล *Leuconostoc* และ *Lactobacillus* ประกอบด้วย 7 สปีชีส์ คือ *Leuconostoc paramesenteroides* (*Weissella paramesenteroides*), *Lactobacillus confusus* (*W. confusus*), *L. halotolerans* (*W. halotolerans*), *L. kandleri* (*W. kandleri*), *L. minor* (*W. minor*), *L. viridescens* (*W. viridescens*) และชนิดใหม่ซึ่งแยกได้จากไส้กรอกหมักคือ *W. hellenica* (Stiles และ Holzapfel, 1997)

(11) *Lactobacillus* เป็นแบคทีเรียแล็กติกกลุ่มใหญ่ที่สุด มีความหลากหลายของลักษณะทางฟิโนไทป์ สมบัติทางชีวเคมีและสรีระ เนื่องจากความแตกต่างของโมเลกุลเปอร์เซ็นต์ G+C ภายในโมเลกุลสูงคือระหว่าง 32–35 % (Axelsson, 1998) พบในแหล่งต่าง ๆ เช่น เยื่อเมือกของมนุษย์ พบในสัตว์ พืช และน้ำทิ้ง เป็นต้น บางชนิดเป็นสาเหตุของโรคในมนุษย์ (Adams, 1999) เชลล์มีรูปร่างเป็นท่อนกลม (cocci) ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญ

(12) *Carnobacterium* เชลล์มีรูปร่างท่อนตรง ขนาดสั้นถึงปานกลาง หรือท่อนเรียว (slender rod) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5–0.7 ไมครอน และยาว 1.1–3.0 ไมครอน จัดเรียงตัวเป็นเชลล์เดี่ยวหรือคู่ มักไม่พบการเรียงตัวเป็นสายโซ่ ผลิตกรดแล็กติกชนิด L(+) คาร์บอนไดออกไซด์ แอซีเตต และ เอทานอลจากการหมักน้ำตาลเฮกโซส มีทั้งสิ้น 6 สปีชีส์ คือ *Carnobacterium divergens*, *C. piscicola*, *C. gallinarum*, *C. mobile*, *C. funditum* และ *C. alterfunditum* มีโมเลกุลเปอร์เซ็นต์ G+C ระหว่าง 31.6–37.2 % (Schillinger และ Holzapfel, 1995)

4. ขั้นตอนการผลิตนักเก็ตปลา

อังคณา(2546) กล่าวว่านักเก็ต (Nugget) เป็นผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและเกล็ดขนมปังป่น (battered and breaded products) ซึ่งมีลักษณะปรากฏเป็นที่น่าสนใจและมีกลิ่นรสเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค โดยมีการผลิตจากการนำเนื้อสัตว์มาตัดเป็นชิ้นคลุกกับส่วนผสมต่างๆ หรือบดผสมกับส่วนผสมต่างๆ เช่นเกล็ด เครื่องเทศ แล้วนำไปชุบน้ำแป้งชุบทอดซึ่งมีส่วนผสมหลักคือ แป้งและส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ เกล็ด น้ำตาล ผงฟู ไข่ผง และเครื่องเทศ จากนั้นจึงนำไปคลุกกับขนมปังป่น เก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็ง ก่อนรับประทานนำมาทอดในน้ำมัน จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองกรอบรับประทาน

4.1 ผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลา มีขั้นตอนการผลิตโดยละเอียดดังนี้

4.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ ประกอบด้วย การล้างทำความสะอาด เอาอวัยวะภายใน และเอาหนังออก ต้องปฏิบัติด้วยความรวดเร็ว และเก็บไว้ในน้ำแข็งจนกว่าจะนำมาใช้

4.1.2 การล้างเนื้อปลา นิยมใช้น้ำเย็นประมาณ 10 – 15 องศาเซลเซียส หรือน้ำเกลือที่เย็นเข้มข้น 0.2 – 0.3 % โดยน้ำหนัก และใช้อัตราส่วนเนื้อปลา : น้ำประมาณ 1 : 4 การล้างเนื้อปลา มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดสารโคพลาสติกโปรตีนที่ขัดขวางการเกิดเจล กำจัดไขมันซึ่งเป็นสาเหตุของการหืนในระหว่างการเก็บแช่เยือกแข็งออกจากเนื้อปลา รงควัตถุพวกรีม (heme) ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ และช่วยกำจัดกลิ่นคาวปลา ข้อเสียของการล้างเนื้อปลา คือ ทำให้สูญเสียน้ำหนักเนื้อปลา นอกจากนี้การล้างอาจชะเอาสารประกอบตามธรรมชาติที่ให้รสชาติเนื้อปลาออกไป ทำให้สูญเสียรสชาติของเนื้อปลา

4.1.3 การบดผสม (grinding) เป็นขั้นตอนที่บดผสมเนื้อปลากับเครื่องบดผสม มีการเติมเกล็ดลงไปเพื่อสกัดโปรตีนส่วนที่ละลายในน้ำเกลือได้แก่ ไมโอไฟบิลลาโปรตีนแล้วเติมเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศต่างๆ บดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ในขั้นตอนนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิในการผลิตประมาณ 10 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า

4.1.4 การขึ้นรูป (forming) เนื้อปลาบดที่ได้จากขั้นตอนการบดผสมจะถูกนำขึ้นรูปผ่านแม่พิมพ์ที่มีขนาดและรูปร่างต่างๆ ในทางอุตสาหกรรมนิยมใช้เครื่องจักรในการขึ้นรูป เนื่องจากประหยัดเวลา ขนาดและรูปร่างมีความสม่ำเสมอ และช่วยลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ ตัวอย่างที่ผ่านการขึ้นรูปได้แก่ แพตตี้ (patties) นักเก็ต (nuggets) ปลาแท่ง (sticks) และไส้กรอก (sausages) อย่างไรก็ตามขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค

4.1.5 การแช่เยือกแข็ง (freezing) ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการขึ้นรูปจะนำมาแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาขนาดและรูปร่างผลิตภัณฑ์เดิมไว้ก่อนนำไปชุบ

น้ำแข็งชุบทอดนอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเสื่อมเสีย การแช่เยือกแข็งสามารถทำได้ภายใต้ระบบ ฟันลมเย็น (air blast system) หรือระบบ tunnel freezer เป็นต้น

4.1.6 การคลุกกับแป้งสำหรับคลุก การคลุกผลิตภัณฑ์กับแป้งสำหรับคลุกอาหารมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผิวของวัตถุดิบสามารถยึดเกาะกับน้ำแป้งได้ดีขึ้น อาจมีการเติมเกลือและเครื่องเทศต่างๆในแป้งสำหรับคลุกด้วยก็ได้เพื่อปรุงแต่งกลิ่นรส

4.1.7 การชุบน้ำแป้งชุบทอด (battering) เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ยึดเกาะกับขนมปังป่นได้ดีขึ้น น้ำแป้งชุบทอดที่ใช้ควรมีอุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า และควรคนอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการเกิดการแขวนลอยของน้ำแป้ง

4.1.8 การชุบขนมปังป่น (breading) การชุบน้ำแป้งชุบทอดและขนมปังป่นจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยขนมปังป่นช่วยห่อหุ้ม (coat) ผลิตภัณฑ์ขั้นตอนนี้ควรทำอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

4.1.9 การนำกลับไปแช่เยือกแข็ง (re-freezing) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงรูปมากขึ้น ง่ายต่อการบรรจุ และป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์สุดท้ายก่อนบรรจุ

4.1.10 การบรรจุ (packaging) เป็นการป้องกันผลิตภัณฑ์ถูกทำลายและสูญเสียความชื้นระหว่างการเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็ง ภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง เช่น คงตัวในสภาพอุณหภูมิต่ำได้ดี ป้องกันการสูญเสียความชื้น ป้องกันการเปลี่ยนสีและปฏิกิริยาทางเคมีในอาหารได้ เป็นต้น

4.1.11 การเก็บรักษา (storage) เก็บรักษาลิขสิทธิ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลิขสิทธิ์ และลดกิจกรรมของจุลินทรีย์

4.2 ส่วนประกอบของนักเก็ตปลา

4.2.1 เนื้อปลา

โดยทั่วไปปลาแต่ละชนิดมีองค์ประกอบที่สำคัญเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่ปริมาณไขมันและความชื้น โดยเฉลี่ยแล้วจะมีปริมาณโปรตีน 19 % ความชื้น 74.8 % ไขมัน 5 % เถ้า 1.2 % และแร่ธาตุต่าง ๆ (Stansby, 1962)

4.2.2 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือเกลือแกงเป็นเกลือชนิดที่ใช้กับอาหารได้ (food grade) เกลือเป็นตัวทำให้เกิดรสเค็มในอาหาร นอกจากนี้เกลียวยังช่วยสกัดโปรตีนในกล้ามเนื้อปลาเพื่อให้โปรตีนทำหน้าที่ประสานให้ไขมันและ

น้ำมันไม่แยกจากกัน และทำให้ค่า water activity ลดลงซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ป้องกันการเน่าเสีย ทำให้การเก็บผลิตภัณฑ์ยาวนานขึ้น (กล้าณรงค์, 2521; เยาวลักษณ์, 2536)

4.2.3 น้ำตาล

น้ำตาลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อได้แก่ น้ำตาลซูโครส โดยน้ำตาลจะไปลดระดับความชื้นที่มีผลมาจากเจลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสอ่อนนุ่มขึ้น และป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่จะถูกดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป เนื้อมีรสชาติดีและไม่แห้ง น้ำตาลจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน เมื่อผ่านความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อและมองเห็นว่ารับประทานยิ่งขึ้น การใช้น้ำตาลในอาหารไม่มีการกำหนดปริมาณการใช้ (เยาวลักษณ์, 2536)

4.2.4 เครื่องเทศ

เครื่องเทศ คือ พืชหอมระเหยที่เติมในอาหารเพียงเล็กน้อย เพื่อเพิ่มกลิ่นและรสชาติของอาหาร เครื่องเทศไม่มีคุณค่าทางอาหารแต่ช่วยทำให้อาหารมีกลิ่นและรสชาติดีขึ้นหรือแปลกออกไป การใช้เครื่องเทศควรใช้ในปริมาณที่พอดีที่จะเสริมรสชาติตามธรรมชาติของอาหารเท่านั้น การใช้ปริมาณมากเกินไปจะไปกลบรสชาติตามธรรมชาติของอาหาร (ศิริลักษณ์, 2534)

4.2.5 น้ำมันพืช

น้ำมันพืชจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ดีหลังการทอด หากมีการเติมน้ำมันพืชร่วมกับนม หรือนมผงจะช่วยให้เกิดการเกาะติดระหว่างผลิตภัณฑ์และน้ำแป้งดีขึ้น แป้งที่ได้จะมีความนุ่ม ไขมันที่ดีควรกระจายตัวได้ดีในน้ำแป้ง อาจมีการเติมอิมัลซิไฟเออร์ เช่น เคซีน โปรตีนถั่วเหลือง โซเดียม สารอิมัลซิไฟเออร์สังเคราะห์ร่วมด้วย

4.2.6 น้ำแข็ง

น้ำแข็งใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิในการสับนวดไม่ให้สูงเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้โปรตีนเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดเนื้อและส่วนผสมอื่นๆ ละลายและกระจายตัวได้ดี

4.2.7 แป้งสำหรับคลุก

แป้งสำหรับคลุก คือ แป้งที่ใช้สำหรับคลุกอาหารก่อนชุบน้ำแป้ง ส่วนใหญ่ได้จากการผสมแป้งสตาร์ช และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น โปรตีน กัม และสารเติมแต่งชนิดต่างๆ หน้าที่ของแป้งสำหรับคลุกอาหารคือ เชื่อมระหว่างอาหารกับน้ำแป้งชุบทอดป้องกันการสูญเสียความชื้น ทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารและผิวนอกของชิ้นเคลือบมีเนื้อสัมผัสดีขึ้น ทั้งยังสามารถเติมหรือปรุงแต่ง

กลี้นรสลงในแป้งสำหรับคลุกอาหาร และป้องกันการสูญเสียสารให้กลี้นรสที่ระเหยได้ง่ายระหว่างการแปรรูปหรือการให้ความร้อน (สุทธวัฒน์, 2537)

4.2.8 น้ำแป้งสำหรับชุบทอด

น้ำแป้งชุบทอด คือ น้ำแป้งที่ได้จากการผสมแป้ง หรือ สตาร์ช สารช่วยให้ฟูและสารปรุงแต่งกลี้นรสกับน้ำ กลายเป็นของเหลวข้น การใช้น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำมีผลให้การยึดเกาะของน้ำแป้ง สูงกว่าน้ำที่อุณหภูมิห้อง โดยปกติมักนิยมใช้น้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮต์ (10 องศาเซลเซียส) หรือต่ำกว่า น้ำแป้งมีหน้าที่ช่วยให้การยึดเกาะกับขนมปังป่นดีขึ้น ช่วยเพิ่มน้ำหนักให้กับผลิตภัณฑ์ และให้ลักษณะปรากฏเฉพาะตัวเช่น เหนียวเหนียว นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเติมสารปรุงแต่งกลี้นรสของผลิตภัณฑ์ น้ำแป้งชุบทอดสามารถจำแนกตามสูตรและหน้าที่ได้ดังนี้

- แบบแอดฮีชัน (adhesion batters) ประกอบด้วยสตาร์ชดัดแปรในปริมาณสูง ทำให้เกิดการแข็งตัวหรือแห้งอย่างรวดเร็ว และมีคุณสมบัติเพื่อแรงยึดเกาะกับอาหารที่เคาะติดได้ยากก่อนนำไปคลุกขนมปังป่น

- แบบเอนกประสงค์ (all-purpose batters) เป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยปกติมักใช้แป้งสาลี มีคุณสมบัติแห้งได้ช้ากว่าน้ำแป้งชุบทอดชนิดแรก

- แบบเทมปุระ (tempura batters) บางครั้งเรียกว่า puff-batters มีส่วนประกอบหลักคือแป้งสาลี และผสมสารช่วยให้ฟูในปริมาณสูง เพื่อให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ต้องการ

- แบบใช้เตาอบ (oven-ready batters) ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องให้ความร้อนในเตาอบ น้ำแป้งชุบทอดชนิดนี้มีปริมาณสารช่วยให้ฟูปานกลาง มีการเติมเนยขาวและสารช่วยให้เกิดความคงตัวของอิมัลชันเล็กน้อยเพื่อเพิ่มความกรอบของผลิตภัณฑ์

น้ำแป้งที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งทอดอาจเป็นลักษณะสำเร็จรูป หรือนำมาผสมเอง ความหนืดของน้ำแป้งเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีความสม่ำเสมอ ดังนั้นการวัดความหนืด จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ซึ่งสามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดความหนืดเช่น Zahn หรือ Brookfield โดยปกติมักจะทำการวัดทั้งสองวิธีสำหรับการปรับความหนืดของน้ำแป้งควรกระทำก่อนนำไปชุบวัตถุดิบ

4.2.9 เกล็ดขนมปังหรือขนมปังป่น

ขนมปังป่นเป็นองค์ประกอบที่ได้จากธัญพืช ซึ่งผ่านการอบหรือให้ความร้อน โดยส่วนใหญ่ใช้กับอาหารที่มีความชื้นสูง บางครั้งขนมปังป่นอาจรวมไปถึงขนมปังที่ผสมกับแป้งหรือองค์ประกอบอื่น ขนมปังป่นอาจมีผลต่อการปรับปรุงเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ ขนมปังป่นสามารถจำแนกตามกรรมวิธีการผลิตได้ดังนี้

- แบบดั้งเดิม (traditional bread crumbs) ผลิตจากก้อนขนมปังที่มีส่วนเกรียม เนื้อสัมผัสที่ได้จะมีลักษณะกรอบแข็ง (crunchy)
- แบบเอ็กซ์ทรูด (extruded crumbs) ผลิตโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูด ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความดัน ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้จะแน่นแข็ง หรือกรอบแข็ง
- แบบขนมปังกรอบ (cracker crumbs) ผลิตโดยรีดให้เป็นแผ่น และนำไปอบ มีลักษณะเป็นเศษชิ้นเล็ก ลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายขนมปังกรอบ
- แบบญี่ปุ่น (Japanese style bread crumbs) ผลิตจากโดที่เติมยีสต์ในปริมาณมาก และนำไปผ่านการอบแบบการต้านกระแสไฟฟ้า เกิดขนมปังที่ได้จะมีความหนาแน่นต่ำ มีรูปร่างเป็นรูปเข็มหรือหอก และไม่เป็นผงเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ทอด อบ หรือการใช้กับไมโครเวฟ เนื้อสัมผัสเบาและกรอบ และสามารถคงคุณภาพหลังทอดได้นาน

5. แป้งชุบทอดหรือแป้งสำหรับประกอบอาหารทอด

แป้งชุบทอดหรือแป้งสำหรับประกอบอาหารทอดหมายถึง แป้งที่ผสมกับส่วนประกอบอื่น ใช้ชุบอาหารก่อนนำไปทอด เพื่อให้กรอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535) สูตรและส่วนผสมของแป้งชุบทอดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณและหน้าที่ ดังนี้

5.1 ส่วนผสมหลักได้แก่ แป้ง แป้งที่นิยมใช้ผลิตน้ำแป้งชุบทอดได้แก่ แป้งสาลีเอนกประสงค์ (โปรตีน 10 – 11 %) ซึ่งอาจใช้แป้งสาลีทั้งหมดหรือผสมกับแป้งชนิดอื่นได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว เป็นต้น โดยใช้แป้งเหล่านี้ในปริมาณน้อย ปริมาณแป้งที่ใช้ประมาณ 80-90 % ของส่วนผสมทั้งหมด คุณสมบัติของแป้งที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตน้ำแป้งสำหรับชุบทอดได้แก่

5.1.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีได้จากการไม่แยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปอร์มออกมา แป้งสาลีมีหลายชนิดได้แก่ แป้งขนมปัง ซึ่งมีโปรตีนประมาณ 12-14 % ได้จากข้าวสาลีชนิดแข็งเหมาะที่จะใช้ทำขนมปัง เมื่อนำมาผลิตน้ำแป้งชุบทอดโดยใช้อัตราส่วนแป้ง : น้ำ เป็น 1 : 1 น้ำแป้งที่ได้จะชุบอาหารไม่ติด แต่ถ้าใช้ในอัตราส่วนแป้ง : น้ำ เป็น 1 : 1.25 น้ำแป้งจะมีความข้นหนืดพอเหมาะเกาะติดกับอาหารได้ดี แป้งสาลีเอนกประสงค์เป็นแป้งผสมระหว่างแป้งสาลีชนิดแข็งและชนิดอ่อน ให้มีอัตราส่วนพอเหมาะเพื่อทำผลิตภัณฑ์ขนมอบได้หลายชนิด เมื่อนำมาชุบอาหารทอด แป้งจะเกาะติดอาหารดี แป้งมีสีเหลือง และมีลักษณะพองฟู แป้งกลูเตนเป็นแป้งที่ได้จากการสกัดเอาส่วนของกลูเตนออกมาจากแป้งสาลีมีโปรตีนสูงถึง 75-85 % เหมาะสำหรับผสมกับแป้งที่มีโปรตีนต่ำ แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้

เมื่อผ่านการแปรรูป และช่วยทำให้น้ำแป้งมีความข้น แต่จะให้ความเหนียวน้อยกว่าแป้งข้าวโพด และให้กลิ่นรสที่ดีกว่าแป้งชนิดอื่น (อรอนงค์ และคณะ, 2526)

5.1.2 แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าส่วนใหญ่ผลิตจากการบดข้าวหักให้เป็นแป้ง มีโปรตีนประมาณ 6.4 % (กองโภชนาการ, 2530) แป้งข้าวเจ้าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในผลิตภัณฑ์อาหารทั่วไป เช่น ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ขาว อาหารว่าง เมื่อนำแป้งข้าวเจ้าชุปอาหาร แป้งจะไม่ติดกับอาหารและให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่กรอบแข็ง แต่ถ้าผสมแป้งข้าวเจ้ากับแป้งสาลีในอัตราส่วน 1 : 3 น้ำแป้งที่ได้จะมีความข้นหนืดดี เกาะติดกับอาหารพองฟู และมีสีเหลืองอมน้ำตาล นอกจากนี้แป้งข้าวเจ้ายังช่วยเพิ่มการเกาะติดและเพิ่มความสามารถในการจับน้ำให้แก่แป้งชุบทอด

5.1.3 แป้งดัดแปร (modified starch)

แป้งดัดแปรหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งสาลี มาเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี และ/หรือทางกายภาพจากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535)

ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของแป้ง มีความสัมพันธ์กับการนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม แป้งดิบ (native starch) จะมีข้อจำกัดในการใช้ในการผลิตอาหารต่างๆ รวมทั้งในการแปรรูปอาหาร แป้งดิบมีคุณสมบัติในการพองตัวได้อย่างรวดเร็ว ให้ความหนืดสูงแต่จะมีการคงตัวต่ำ และส่วนผสมต่างๆ ในอาหารอาจมีผลต่อสมบัติของแป้ง เช่น น้ำตาลจะยับยั้งการพองตัวของแป้ง และลดความแข็งแรงของเจล หรือที่สภาวะความเป็นกรดมากก็มีผลให้ความข้นหนืดของแป้งลดลงเนื่องจากการย่อยสลายแป้งด้วยกรด นอกจากนี้ความคงตัวของแป้งสุกภายใต้สภาวะการแช่เยือกแข็งและการคั้นตัว ก็เป็นข้อจำกัดในการใช้งานของแป้งดิบ การดัดแปรแป้งจึงเป็นวิธีการที่จะปรับปรุงสมบัติของแป้งเพื่อเพิ่มขอบเขตในการใช้งาน โดยวิธีการดัดแปรมีหลายวิธีซึ่งให้ผลต่างกันไป การเลือกใช้ชนิดของแป้งและวิธีการดัดแปรขึ้นกับสมบัติเฉพาะที่ต้องการและต้นทุนของกรรมวิธีการดัดแปรรวมทั้งราคาต้นทุนของแป้งที่จะนำมาดัดแปร โดยแป้งที่นิยมนำมาทำเป็นแป้งดัดแปรเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายและราคาถูก สำหรับน้ำเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในปริมาณใกล้เคียงกับแป้ง ในสูตรของแป้งชุบทอดจะมีอัตราส่วนของของแข็ง 1.5-2.0 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน เพื่อช่วยปรับความข้นหนืดถ้าใช้น้ำในอัตราส่วนต่ำๆ การเกาะติดของแป้งที่ผิวอาหารจะดีขึ้น แต่อาจทำให้เม็ดแป้งสุกไม่สมบูรณ์

5.2 ส่วนผสมรอง ได้แก่ นม เวย์ แป้งถั่วเหลือง ไข่ ผงฟู เกลือ น้ำตาล กัม เครื่องเทศ นมผง และเวย์ เป็นแหล่งโปรตีน แล็คโตส และน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่ง มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความหนืด ปรับปรุง

ลักษณะเนื้อสัมผัส และช่วยให้เกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลิตภัณฑ์ แบ่งถึงเหลืองช่วยทำให้อิมัลชันคงตัว นอกจากนั้นการใช้แบ่งถั่วเหลืองเข้มข้นผสมในแบ่ง predust จะช่วยเพิ่มการเกาะติดผิวอาหารของน้ำแบ่งดีขึ้น ไข่ทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ และช่วยเพิ่มความข้นหนืด สารช่วยให้ฟู ส่วนใหญ่จะใช้เติมในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมปัง ช่วยให้เกิดการพองฟูในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการทำปฏิกิริยาให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก็มีคุณสมบัติคล้ายกับแบ่งดัดแปร ช่วยเพิ่มความข้นหนืด ทำให้ส่วนผสมอื่นรวมตัวกันได้ดี โดยทั่วไปจะใช้ปริมาณ 0.5-2.0 %

6. คุณสมบัติที่ต้องการของแป้งชูบทอด

6.1 ความสามารถในการเกาะติดผิวอาหาร

6.1.1 องค์ประกอบของแป้งที่เป็นส่วนผสม

สตาร์ชแต่ละชนิดมีความสามารถในการเกาะติดผิวอาหารแตกต่างกัน สตาร์ชที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ และอะมิโลเพกตินสูงจะทำให้แป้งที่ชุบทอดอาหารมีโครงสร้างที่มรน้ำหนักเบาและเปราะหลุดออกจากชิ้นอาหารได้ง่าย ในขณะที่สตาร์ชที่มีอะมิโลสสูงจะให้ฟิล์มที่แข็งแรงและยืดหยุ่น

6.1.2 ปริมาณน้ำที่ใช้ผสม

ถ้าใช้น้ำในอัตราส่วนต่ำๆ จะทำให้แป้งชุบทอดมีความหนืดสูงขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการเกาะติดผิวอาหารสูงขึ้นเช่นกัน แต่อาจทำให้เกิดเจลลิตินในเม็ดแป้ง ส่วนการเติมน้ำปริมาณมากทำให้ความข้นหนืดลดลง การเกาะติดชิ้นอาหารอาจจะลดลงจึงนิยมเติมแบ่งดัดแปรเพื่อปรับปรุงความหนืดให้เหมาะสม

6.2 ความกรอบ

6.2.1 องค์ประกอบของแป้งที่เป็นส่วนผสม

แป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบสูงขึ้นเนื่องจากแป้งที่มีอะมิโลสสูงจะมีอุณหภูมิเจลลิตินในเซชันสูง ซึ่งช่วยให้แป้งที่ผสมในแบ่งหรือบนชิ้นอาหารมีโอกาสได้รับความร้อนและระเหยออกได้มากกว่าก่อนที่แป้งจะเกิดเป็นเจลเคลือบชิ้นอาหาร ทำให้แป้งที่เคลือบอยู่หลังทอดสุกแล้วดูดซับน้ำจากชิ้นอาหารได้น้อยลง จึงยังมีความกรอบมากกว่าแป้งที่มีอุณหภูมิเจลลิตินในเซชันต่ำ แต่อย่างไรก็ตามอัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่สูงเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากถ้าอะมิโลสสูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งกระด้างจนผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Davis, 1983)

6.2.2 วิธีการให้ความร้อน

วิธีการให้ความร้อนที่นิยมคือ การทอดแบบน้ำมันท่วมชิ้นอาหารซึ่งต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้ทอดให้อยู่ระหว่าง 150-220 องศาเซลเซียส เพราะถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 150 องศาเซลเซียส ผลิตรภัณฑ์ที่ได้จะมีความกรอบน้อยลง เนื่องจากความร้อนที่ไม่เหมาะสมในการดันไอน้ำให้ผ่านโครงสร้างของแป้งชุบทอด แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 220 องศาเซลเซียส จะเกิดปฏิกิริยาการเมลไลเซชันเร็วขึ้น ทำให้ผิวด้านนอกของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว โดยที่น้ำในชิ้นอาหารระเหยออกไปได้น้อยเนื้อข้างในยังไม่สุก ความกรอบของผลิตภัณฑ์จะลดลง

6.3 สี

6.3.1 ชนิดของแป้งที่เป็นส่วนผสม

แป้งแต่ละชนิดจะให้สีของผลิตภัณฑ์หลังทอดแตกต่างกัน เช่นแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเหนียวกับสตาร์ชข้าวโพด จะให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลมีความมันวาว (glossy brown) แป้งสาลีจะให้ผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลแกมเทา (grayish brown) แป้งผสมระหว่างแป้งข้าวโพดเหนียวกับสตาร์ชข้าวโพดจะให้สีที่จางกว่า สำหรับแป้งมันฝรั่งจะให้สีน้ำตาลทอง และแป้งข้าวโพดเหนียวให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองอมเขียว (greenish yellow)

6.3.2 วิธีการให้ความร้อน

การทอดที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลานานจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการเมลไลเซชันมาก ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลเข้มซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ

6.4. การดูดซับน้ำมัน

6.4.1 องค์ประกอบของแป้งที่เป็นส่วนผสม

สตาร์ชที่มีปริมาณของอะมิโลสูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ฟองตัวต่ำ มีผลให้กานดูดซับน้ำมันน้อยลง แต่สตาร์ชที่มีอะมิโลเพกตินสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการฟองตัวดี จึงดูดซับน้ำมันได้มากในระหว่างการทอด นอกจากนี้สตาร์ชที่ดัดแปรด้วยวิธีพันธะข้ามจะช่วยให้การดูดซับน้ำมันลดน้อยลง เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเพิ่มขึ้น และเกิดพันธะเชื่อมระหว่างโมเลกุลของอะมิโลเพกตินหนานานคล้ายอะมิโลสมากขึ้นมีผลให้การฟองตัวต่ำลง

6.4.2 วิธีการให้ความร้อน

อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ทอดมีผลต่อการดูดซับน้ำมันและการฟองตัว การใช้อุณหภูมิในการทอดสูง เวลาสั้นทำให้การดูดซับน้ำมันต่ำ เพราะขณะที่น้ำมันร้อนความหนาแน่นของน้ำมันจะต่ำลงทำให้น้ำมันส่วนน้อยถูกดูดซับในเวลาจำกัด นอกจากนี้เมื่อใช้น้ำมันที่มีจุดเกิดควันต่ำ อาหารจะดูดซับน้ำมันมากขึ้นเพราะไม่สามารถใช้อุณหภูมิในการทอดสูงๆได้ เนื่องจากเกิดการสลายตัวของน้ำมันมากขึ้น อาหารที่มีขนาดใหญ่จะมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมันได้มากกว่าอาหารที่มี

ขนาดเล็กจึงทำให้ดูดซับน้ำมันได้มากกว่า และอาหารที่มีผิวหน้าขรุขระหรือมีรูพรุนจะดูดซับน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวเรียบเนื่องจากมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมันมากกว่า (ศศิเกษม และ พรรณี, 2530)



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุดิบ

1.1. วัสดุดิบและการเตรียม

ปลาน้ำจืด ได้แก่ ปลาดุก ปลาสวาย ปลานิล จัดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสก่อนนำมาทดลอง การเตรียมวัสดุดิบทำโดยล้างปลาด้วยน้ำเย็นสะอาด ขอดเกล็ด/ขูดเมือก ตัดหัว ควักไส้ และแล่แยกหนังเอาแต่เนื้อ จากนั้นล้างด้วยน้ำเย็นสะอาด 2 ครั้งแล้วนำมาสะเด็ดน้ำ

1.2 น้ำแป้งชุบทอด (batter)

<u>แป้ง</u>	<u>ปริมาณ(%)</u>
แป้งสาลี	55
แป้งข้าวเจ้า	30
แป้งมันสำปะหลังตัดแปร	15
<u>เครื่องปรุงรส</u>	<u>ปริมาณ(%ของน้ำหนักแป้ง)</u>
ผงกระเทียม	0.70
พริกไทย	1.32
ลูกผักชีป่น	0.44
ไข่ขาวผง	1.77
น้ำตาล	1.77
ผงฟู	2.65
เกลือ	3.09

*อัตราส่วนแบ่งต่อน้ำเท่ากับ 10 : 1.1 โดยน้ำหนัก

ที่มา:อังคณา(2546)

1.3 แบ่งสำหรับคูลูก(predust)

<u>แบ่ง</u>	<u>ปริมาณ(%)</u>
แบ่งสาละ	55-70
แบ่งข้าวเจ้า	15-30
แบ่งมันสำปะหลังดัดแปร	5-15
ที่มา:อังคณา(2546)	

1.4 เนื้อปลาและส่วนผสมพื้นฐานในการผลิตปลาหมัก

<u>เนื้อปลา</u>	<u>ปริมาณ(กรัม)</u>
เนื้อปลาจากปลาน้ำจืด	100

<u>ส่วนผสมพื้นฐานในการหมัก</u>	<u>ปริมาณ(%)</u>
--------------------------------	------------------

เกลือ	3-7
แหล่งคาร์โบไฮเดรต	15-21
กระเทียม	5-16
พริกไทย	0.5-1

ที่มา: (ทองคำ,2538 : นาถสุตา,2522 : Paludan,2002 and Saisithi,1986)

2. อุปกรณ์ในการแปรรูป

- 2.1 กระบะพลาสติก
- 2.2 มีด เขียง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น
- 2.3 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุและเก็บรักษา

ถุงพลาสติกที่ใช้เป็นฟิล์มรีดรวมของโพลีเอไมด์และโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (PA/LDPE)

4. เครื่องมือ

- 4.1 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น
- 4.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
- 4.3 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย
- 4.4 เครื่องย่อยโปรตีน
- 4.5 เครื่องกลั่นโปรตีน
- 4.6 เตาเผาอุณหภูมิสูง
- 4.7 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง
- 4.8 เครื่องตีปั่นอาหาร
- 4.9 เครื่อง pH meter
- 4.10 ตู้อบเพาะเชื้อ
- 4.11 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ
- 4.12 ตู้อบลมร้อน
- 4.13 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
- 4.14 ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส
- 4.15 เครื่องนับโคโลนี
- 4.16 กล้องจุลทรรศน์

5. อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดสอบเชื้อจุลินทรีย์

- 5.1 Total plate count ได้แก่ Plate count agar
- 5.2 แบคทีเรียแล็กติก ได้แก่ MRS agar
- 5.3 ยีสต์และรา ได้แก่ Potato dextrose agar
- 5.4 *Clostridium perfringens* ได้แก่ Tryptose sulfite cycloserine (TSC) agar, Shahidi ferguson perfringens(SFP) agar, Thioglycollate broth, Motility nitrate medium
- 5.5 *Salmonella* sp. ได้แก่ Tryptic soy broth, selenite cystine (SE) broth, Xylose lysine desoxycholate (XLD) agar, Salmonella Shigella (SS) agar, Triple sugar iron agar (TSI), Lysine indole motility (LIM)
- 5.6 *Staphylococcus aureus* ได้แก่ Tryptic soy broth (TSB), Mannitol salt egg yolk (MSEY) agar, Baird – Parker medium 26
- 5.7 *Escherichia coli* ได้แก่ Lauryl sulfate tryptose broth (LST broth), Brilliant green lactose bile broth (BGLB), EC broth และ Eosin methylene blue agar (EMB)
- 5.8 *Bacillus cereus* ได้แก่ Mannitol egg yolk polymixin (MEYP) agar, *Bacillus cereus* agar, blood agar

6. สารเคมี

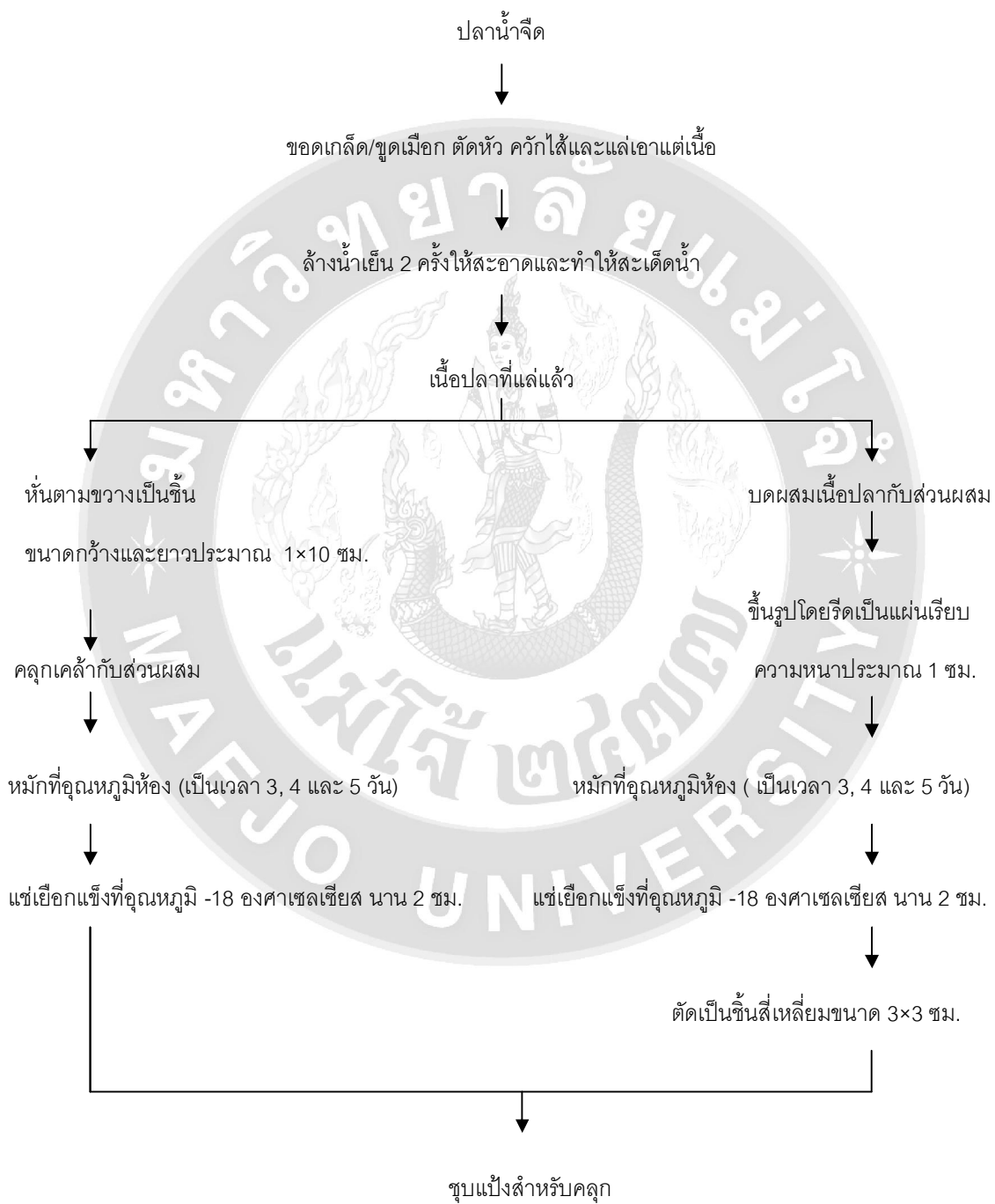
สารเคมีสำหรับการตรวจวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย

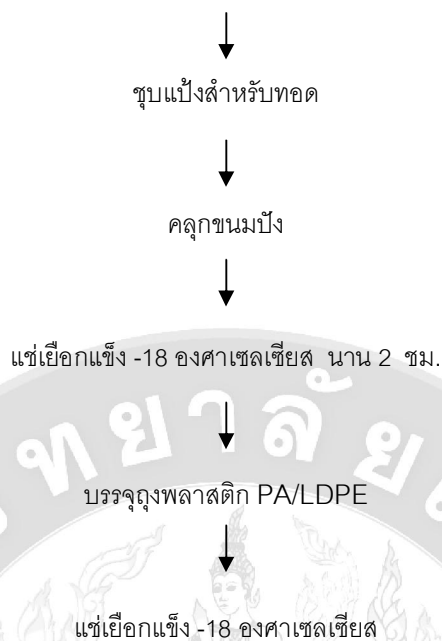
7. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ด้านเคมีและจุลชีววิทยา

เครื่องแก้วที่จำเป็นในการวิเคราะห์

วิธีการ

1. การศึกษากระบวนการผลิตนักเกิดปลาหมึกหมักแช่เยือกแข็งแต่ละชนิด





ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตนักเกตปลาหมึก

ที่มา:ดัดแปลงจาก (ทองคำ,2538 : อังคณา,2546 : อังคณา,2549 : Abella *et.al.*,1995 and Paludan,2002)

การศึกษาระบวนการผลิตทำโดยเตรียมเนื้อปลา จากนั้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ลักษณะของเนื้อปลาแบบบดและแบบชิ้น ต่อจากนั้นนำแต่ละกลุ่มไปทำการหมักที่ 3, 4 และ 5 วัน แสดงดังภาพที่ 2 หลังจากได้ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งแล้ว นำไปทดสอบคุณภาพทางด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผู้ทดสอบ (ให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน) แล้วนำผลวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปว่าปลาแต่ละชนิดนั้นควรใช้กรรมวิธีการผลิตแบบไหนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม

2. ศึกษาปริมาณเกลือและแหล่งคาร์โบไฮเดรตและระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักน้กเกิดปลาแซ่เยือกแข็งแต่ละชนิด

นำปลาน้ำจืดแต่ละชนิดผลิตตามกระบวนการผลิตน้กเกิดปลาหมักแซ่เยือกแข็งที่เหมาะสมตามข้อ 1 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4-6 การทดลอง นำน้กเกิดปลาหมักมาทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสหลังทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที (อังคณา, 2546) โดยทดสอบคุณลักษณะ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 30 คน ให้คะแนนแบบ Hedonic scale วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.5

3. การศึกษาการปรับปรุงสูตรพื้นฐานการผลิตน้ำแบ่งชุบทอด

นำปลาน้ำจืดแต่ละชนิดมาผ่านขั้นตอนการผลิตน้กเกิดปลาหมักแซ่เยือกแข็งที่เหมาะสมตามข้อ 1-2 และนำไปทดสอบด้านความชอบโดยการให้คะแนนแบบ Hedonic scale ใช้ร่วมกับการทดสอบระดับความเหมาะสม/พอดีของผลิตภัณฑ์น้กเกิดปลาหมัก (Just right scale) ด้านรสเปรี้ยว หวาน เค็ม และกลิ่นรสเครื่องเทศโดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.5

4. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง

นำปลาน้ำจืดแต่ละชนิดมาผ่านขั้นตอนการผลิตนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งที่เหมาะสมตามข้อ 1-3 เมื่อได้นักเกตปลาหมักแต่ละชนิดแล้ว นำส่วนเนื้อมาวิเคราะห์ทางด้านเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและเยื่อใย

5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาน้ำจืดแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 120 วัน

นำผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งของปลาแต่ละชนิดมาบรรจุในถุงพลาสติก PA/LDPE แบบบรรจุอากาศปกติ แล้วศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วัน สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทุกๆ 30 วัน มาทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลชีววิทยา และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ดังนี้

5.1 เคมี ได้แก่ pH TBA

5.2 จุลชีววิทยา ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์/รา แบคทีเรียกรดแล็กติก *Clostridium perfringens* *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus* *E. coli* และ *Bacillus cereus*

5.3 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

สถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษากระบวนการผลิตนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็ง

การศึกษาระบวนการผลิตนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล ปลาดุก และปลาสรวย โดยแต่ละชนิดแบ่งออกเป็นแบบบดและขึ้น พบว่า นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลแบบใช้น้ำปลาบด หมักนาน 3 วัน ได้คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด($p \leq 0.05$) คือ 7.12 ± 0.17 , 7.27 ± 0.17 , 6.97 ± 0.19 และ 7.45 ± 0.13 คะแนน ตามลำดับแสดงดังตารางที่ 1 และตารางผนวกที่ ค1

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุกแบบใช้น้ำปลาบดหมักนาน 3 วัน ได้คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด($p \leq 0.05$) คือ 7.13 ± 0.17 , 7.27 ± 0.17 , 6.90 ± 0.18 และ 7.25 ± 0.12 คะแนนตามลำดับแสดงดังตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ ค2

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสรวยแบบใช้น้ำปลาบดหมักนาน 3 วัน ได้คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด($p \leq 0.05$) คือ 7.30 ± 0.17 , 7.30 ± 0.21 , 7.60 ± 0.18 และ 7.67 ± 0.20 คะแนนตามลำดับแสดงดังตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ ค3

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล

กระบวนการผลิตนักเกิด		ลักษณะที่ทดสอบ					
ลักษณะของนักเกิด	เวลาหมัก (วัน)	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
แบบบด	3	7.47 ± 0.22	7.18 ± 0.21	7.12 ± 0.17^a	7.27 ± 0.17^a	6.97 ± 0.19^a	7.45 ± 0.13^a
	4	7.11 ± 0.21	6.97 ± 0.22	6.32 ± 0.15^b	5.93 ± 0.29^b	6.50 ± 0.22^{ab}	6.83 ± 0.17^{bc}
	5	7.25 ± 0.21	7.08 ± 0.23	6.27 ± 0.17^b	5.12 ± 0.25^c	6.03 ± 0.22^b	6.45 ± 0.20^{cd}
แบบขึ้น	3	7.17 ± 0.17	7.03 ± 0.14	6.88 ± 0.19^a	6.88 ± 0.17^a	6.74 ± 0.24^a	7.22 ± 0.14^{ab}
	4	7.25 ± 0.22	6.70 ± 0.22	6.32 ± 0.23^b	5.90 ± 0.27^b	6.06 ± 0.24^b	6.55 ± 0.25^{cd}
	5	7.15 ± 0.18	7.13 ± 0.22	5.70 ± 0.27^c	4.98 ± 0.26^c	5.97 ± 0.28^b	6.23 ± 0.25^d

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^{a, b, c} และ ^d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือก
แข็งจากปลาดุก

กระบวนการผลิต นักเกิด		ลักษณะที่ทดสอบ					
ลักษณะ ของ นักเกิด	เวลา หมัก (วัน)	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ รวม
แบบบด	3	7.23±0.20	7.12±0.20	7.13±0.17 ^a	7.20±0.17 ^a	6.90±0.18 ^a	7.25±0.12 ^a
	4	7.11±0.21	7.33±0.15	6.32±0.15 ^b	7.29±0.18 ^a	6.50±0.22 ^{ab}	7.50±0.12 ^a
	5	7.01±0.28	6.95±0.25	6.20±0.19 ^b	5.08±0.25 ^c	5.93±0.23 ^b	6.35±0.22 ^b
แบบชิ้น	3	6.90±0.22	6.90±0.17	6.62±0.22 ^b	6.82±0.20 ^a	6.74±0.24 ^a	7.15±0.17 ^a
	4	6.95±0.25	6.67±0.22	6.32±0.22 ^b	5.80±0.26 ^b	6.06±0.24 ^b	6.46±0.24 ^b
	5	7.02±0.20	7.00±0.24	5.67±0.25 ^c	4.95±0.25 ^c	5.90±0.27 ^b	6.26±0.24 ^b

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a, ^b, และ ^c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลาสวาย

สูตรนักเกิด		ลักษณะที่ทดสอบ					
ลักษณะ ของนัก เกิด	เวลา หมัก (วัน)	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ รวม
แบบบด	3	7.37±0.19	7.33±0.16	7.30±0.17 ^a	7.30±0.21 ^a	7.60±0.18 ^a	7.67±0.20 ^a
	5	7.07±0.23	7.20±0.21	7.27±0.27 ^a	7.20±0.28 ^a	7.47±0.21 ^a	7.60±0.23 ^a
แบบชิ้น	3	6.93±0.27	7.03±0.25	6.77±0.27 ^{ab}	6.42±0.24 ^b	6.58±0.20 ^b	6.95±0.20 ^b
	5	7.00±0.26	6.93±0.23	6.43±0.31 ^b	6.37±0.21 ^b	6.57±0.21 ^b	7.12±0.19 ^b

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a, ^b, และ ^c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณเกลือและแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมในการหมักนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งแต่ละชนิด

ผลการศึกษาปริมาณเกลือและแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมในการหมักนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งแต่ละชนิด พบว่านักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านคุณลักษณะกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เป็นลักษณะบด หมักไว้เป็นเวลา 3 วัน ใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตคือแป้งมันสำปะหลัง 15% และเกลือ 2.5% ของน้ำหนักปลามีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมสูงสุดคือ 7.13 ± 0.26 7.37 ± 0.21 และ 7.52 ± 0.20 คะแนนตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ ค4

พบว่านักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านคุณลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกที่เป็นลักษณะบดหมักไว้เป็นเวลา 3 วัน ใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตคือแป้งมันสำปะหลัง 15% และเกลือ 2.5% ของน้ำหนักปลามีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุดคือ 7.47 ± 0.12 , 7.68 ± 0.15 , 7.28 ± 0.19 7.53 ± 0.18 และ 7.63 ± 0.16 คะแนนตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 5 และตารางผนวกที่ ค5

พบว่านักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสวายให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านคุณลักษณะกลิ่น มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสวายที่เป็นลักษณะบด หมักไว้เป็นเวลา 3 วัน ใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตคือแป้งมันสำปะหลัง 5% และเกลือ 3.5% ของน้ำหนักปลามีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นสูงสุด คือ 7.33 ± 0.22 คะแนน แสดงดังตารางที่ 6 และตารางผนวกที่ ค6

ตารางที่4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลานิลที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 10 และ15% ปริมาณเกลือ 2, 2.5 และ 3 %

สูตรนักเกต		ลักษณะที่ทดสอบ					
แป้งมัน สำปะหลัง (%)	เกลือ (%)	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ รวม
10	2	7.13±0.20	7.10±0.20	6.37±0.34 ^b	6.17±0.34 ^c	6.50±0.30 ^{bc}	6.60±0.30 ^b
	2.5	6.95±0.24	6.95±0.21	6.77±0.33 ^{ab}	6.60±0.34 ^{bc}	6.55±0.31 ^{bc}	7.08±0.27 ^{ab}
	3	6.95±0.26	7.12±0.23	6.13±0.25 ^a	7.13±0.35 ^{ab}	7.27±0.27 ^a	7.53±0.31 ^a
15	2	6.97±0.20	7.17±0.24	6.58±0.31 ^{ab}	6.45±0.31 ^c	6.10±0.40 ^c	6.67±0.28 ^b
	2.5	6.93±0.25	7.38±0.22	7.13±0.26 ^a	7.37±0.21 ^a	7.10±0.32 ^{ab}	7.52±0.20 ^a
	3	6.85±0.22	7.32±0.23	6.90±0.34 ^{ab}	7.23±0.28 ^{ab}	7.30±0.33 ^a	7.33±0.27 ^a

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a, ^b, และ ^c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่5 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลาดุกที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 10 และ15% ปริมาณเกลือ 2.5, 3.5 และ4.5 %

สูตร นักเกต		ลักษณะที่ทดสอบ					
แป้งมัน สำปะหลัง (%)	เกลือ (%)	ลักษณะ ปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ รวม
10	2.5	7.03±0.25 ^{ab}	7.10±0.20	6.17±0.36 ^b	6.17±0.34 ^c	6.50±0.30 ^b	6.43±0.34 ^b
	3.5	6.75±0.30 ^b	6.65±0.28	6.46±0.37 ^b	6.37±0.35 ^{bc}	6.45±0.32 ^b	6.91±0.30 ^{ab}
	4.5	6.55±0.30 ^b	6.98±0.25	6.87±0.28 ^b	6.87±0.38 ^{abc}	7.00±0.31 ^{ab}	7.07±0.36 ^{ab}
15	2.5	7.47±0.12 ^a	7.60±0.15	7.68±0.15 ^a	7.28±0.19 ^a	7.53±0.18 ^a	7.63±0.16 ^a
	3.5	6.73±0.27 ^b	7.12±0.25	6.87±0.28 ^b	7.10±0.24 ^{ab}	6.83±0.33 ^{ab}	7.25±0.23 ^a
	4.5	6.48±0.24 ^b	6.98±0.27	6.57±0.35 ^b	6.40±0.24 ^{bc}	7.00±0.32 ^{ab}	6.90±0.30 ^{ab}

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a, ^b, และ ^c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 5 และ 15 % ปริมาณเกลือ 2.5, 3.5 และ 4.5 %

สูตรนักเกต		ลักษณะที่ทดสอบ					
แป้งมัน สำปะหลัง (%)	เกลือ (%)	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ รวม ^{ns}
5	2.5	7.33±0.27	7.50±0.20	7.03±0.27 ^{ab}	6.97±0.24	7.17±0.16	7.43±0.25
	3.5	7.10±0.32	7.30±0.30	7.33±0.22 ^a	6.77±0.39	7.03±0.26	7.43±0.20
	4.5	7.10±0.25	7.17±0.29	6.83±0.24 ^{ab}	6.80±0.25	6.93±0.27	7.00±0.30
15	2.5	7.13±0.22	7.17±0.22	7.03±0.27 ^{ab}	7.33±0.22	7.10±0.26	7.27±0.24
	3.5	7.17±0.24	7.27±0.23	7.23±0.18 ^a	7.07±0.27	6.67±0.20	7.33±0.19
	4.5	7.00±0.29	7.47±0.19	6.63±0.28 ^b	6.80±0.29	6.73±0.24	6.77±0.30

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a และ ^b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. ผลการศึกษาการปรับปรุงสูตรพื้นฐานการผลิตน้ำแป้งชุบทอด

3.1 ผลการศึกษาระดับความเหมาะสมด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็มของนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล ปลาดุกและปลาสด

จากผลการทดสอบระดับความเหมาะสมพบว่า ผู้ทดสอบ 50-55% ให้ค่าระดับความเหมาะสมของคุณลักษณะด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ อยู่ในช่วงพอดี สำหรับคุณลักษณะด้านรสหวานพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ 70-80% ให้ค่าระดับความเหมาะสมอยู่ในช่วงน้อยถึงน้อยเกินไปแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ระดับความเหมาะสมด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ รสเปรี้ยว รสหวานและรสเค็มของนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล ปลาดุกและปลาสวาย

คุณลักษณะ	นักเกตปลาหมัก	ระดับความเหมาะสมของคุณลักษณะ (เปอร์เซ็นต์ผู้ทดสอบ)				
		น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
กลิ่นรสเครื่องเทศ	ปลานิล	20	22	55	3	0
	ปลาดุก	16	29	50	5	0
	ปลาสวาย	5	23	52	20	0
รสเปรี้ยว	ปลานิล	0	30	45	25	0
	ปลาดุก	0	10	23	62	5
	ปลาสวาย	3	18	30	41	8
รสหวาน	ปลานิล	25	52	20	3	0
	ปลาดุก	20	55	22	3	0
	ปลาสวาย	16	53	25	6	0
รสเค็ม	ปลานิล	0	14	42	34	0
	ปลาดุก	0	30	30	30	10
	ปลาสวาย	10	13	50	17	10

3.2 ผลการศึกษาระดับน้ำตาลในการผลิตสูตรน้ำแช่ชุบทอดที่เหมาะสมในการทำนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง

การเปรียบเทียบการใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 5, 10, 15 และ 20% ในการผลิตสูตรน้ำแช่ชุบทอดที่เหมาะสมของการผลิตนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง พบว่า นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 20% ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมสูงสุด คือ 7.67 ± 0.16 คะแนน ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ ค7 นักเกตปลาหมักจากปลาดุกใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 10% ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด คือ 7.06 ± 0.82 , 7.23 ± 0.11 , 7.23 ± 0.12 , 7.53 ± 0.12 , 6.87 ± 0.16 และ 7.50 ± 0.12 คะแนน ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 9 และตารางผนวกที่ ค8 นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสวายใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 10% ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด คือ 7.37 ± 0.15 , 7.07 ± 0.21 และ

7.63±0.16 คะแนน ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 10 และตารางผนวกที่ ค9 สูตรน้ำแป้งชุบทอดที่ดีและเหมาะสมจะเป็นตัวช่วยเพิ่มรสชาติ ดังการทดลองของเจนจิตต์(2549) ศึกษาพัฒนาสูตรแป้งชุบของการผลิตปุนิมชุบแป้งและขนมปังป่นแช่เยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง พบว่า ระดับน้ำตาลที่เหมาะสม คือ 2 %

ตารางที่ 8 ผลของระดับน้ำตาลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรการผลิตน้ำแป้งชุบทอดสำหรับนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล

ระดับน้ำตาล (%)	ลักษณะที่ทดสอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบรวม ^{ns}
5	7.23±0.17	7.37±0.20	6.26±0.23	6.63±0.23	6.65±0.19	6.63±0.29 ^b
10	6.85±0.25	7.28±0.17	6.13±0.27	6.65±0.20	6.82±0.18	6.82±0.22 ^b
15	7.23±0.19	7.30±0.17	6.23±0.28	6.82±0.22	6.62±0.24	6.83±0.25 ^b
20	7.30±0.19	7.53±0.16	6.42±0.19	7.20±0.18	6.52±0.22	7.67±0.16 ^a

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a และ ^b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวดังกล่าวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 ผลของระดับน้ำตาลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรการผลิตน้ำแป้งชุบทอดสำหรับนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุก

ระดับน้ำตาล (%)	ลักษณะที่ทดสอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
5	6.77±0.11 ^{ab}	6.77±0.15 ^b	6.67±0.15 ^b	6.20±0.16 ^b	6.63±0.17 ^b	6.47±0.16 ^b
10	7.06±0.82 ^a	7.23±0.11 ^a	7.23±0.12 ^a	7.53±0.12 ^a	6.87±0.16 ^a	7.50±0.12 ^a
15	6.63±0.15 ^b	6.50±0.18 ^b	6.43±0.18 ^b	6.60±0.20 ^b	6.63±0.14 ^b	6.80±0.15 ^b
20	6.80±0.11 ^{ab}	6.80±0.14 ^b	6.60±0.16 ^b	6.60±0.16 ^b	6.73±0.14 ^b	6.73±0.15 ^b

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a และ ^b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวดังกล่าวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 ผลของระดับน้ำตาลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรการผลิต น้ำแป้งชุบทอดสำหรับนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสด

ระดับ น้ำตาล (%)	ลักษณะที่ทดสอบ					
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ รวม
5	7.80±0.21	7.97±0.19 ^a	7.27±0.17	6.60±0.22 ^b	6.87±0.15 ^a	7.30±0.20 ^a
10	7.50±0.23	7.63±0.21 ^{ab}	7.30±0.15	7.37±0.15 ^a	7.07±0.21 ^a	7.63±0.16 ^a
15	7.67±0.23	7.93±0.17 ^a	7.33±0.15	7.37±0.15 ^b	6.93±0.17 ^a	7.32±0.17 ^a
20	7.50±0.19	7.47±0.17 ^b	7.13±0.18	5.70±0.29 ^c	6.33±0.24 ^b	6.12±0.28 ^b

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^aและ^b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวดังกล่าวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ($p \leq 0.05$)

4. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง

เมื่อนำนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณของไขมัน โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 67.50, 3.36, 9.75, 11.00, 7.67 และ 8.39 % ตามลำดับ นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุกมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณไขมัน โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 73.01, 1.81, 4.64, 4.78, 1.63 และ 15.76 % ตามลำดับนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 60.91, 3.12, 10.98, 15.45, 4.13 และ 9.59 %ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีของนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล ปลาดุก และปลาสวาย

องค์ประกอบทางเคมี	นักเกตปลา		
	ปลานิล	ปลาดุก	ปลาสวาย
ความชื้น (%)	67.50	73.01	60.91
เถ้า (%)	3.36	1.81	3.12
โปรตีน (%)	9.75	4.64	10.98
ไขมัน (%)	11.00	4.78	15.45
เยื่อใย (%)	7.67	1.63	4.13
คาร์โบไฮเดรต (%)	8.39	15.76	9.59

5. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาน้ำจืดแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 120 วัน

ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลนำมาบรรจุในถุงพลาสติกPA/LDPE แบบบรรจุอากาศปกติเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 120 วัน โดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 30 วัน พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 4.98 เป็น 4.87 ส่วนปริมาณกรดแล็กติกมีค่าระหว่างอยู่ระหว่าง 1.85% -1.89% ปริมาณกรดแล็กติกที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากแบคทีเรียแล็กติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นและเกิดการสร้างกรดแล็กติก(สุขสันต์, 2550) ค่า TBA เป็นค่าที่สามารถบ่งบอกความหืนของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เนื่องจากจะส่งผลให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ ซึ่งในนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลมีค่าระหว่าง 0.03 – 0.04 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกรัมตัวอย่าง ซึ่งค่าในช่วงนี้ผู้ทดสอบยังไม่รู้สึกถึงกลิ่นแปลกปลอมเนื่องมาจากค่า TBA ที่มากกว่า 7 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกรัมตัวอย่างจะส่งผลให้ไขมันมีการเสื่อมคุณภาพมากขึ้นและมีกลิ่นหืนมากขึ้น(Tanikawa, 1985) และค่าTBA ที่ยอมรับได้ในอาหารทั่วไปจะอยู่ในช่วงไม่เกิน 20 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกรัมตัวอย่าง(Juana *et al.*,1997และ Shamberger *et al.*, 1971)

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาสดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(2548) กำหนด *Salmonella* sp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม *Clostridium perfringens* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม *E. coli* ต้องน้อยกว่า 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่ปรากฏราให้เห็น นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ 2.28×10^7 และ 1.96×10^7 CFU/กรัม ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียแล็กติกก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ 7.91×10^6 และ 7.61×10^6 CFU/กรัม ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ < 10 CFU/กรัม และไม่พบจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดโรคได้ คือ *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* และ *E. coli* แสดงดังตารางที่ 12

ผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บ้าง อาจมาจากส่วนของเครื่องปรุง ส่วนผสม และวัตถุดิบเช่น แป้ง ขนมะนาว เครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารที่ถูกแช่เยือกแข็งนั้นเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ จะหยุดการเจริญ เนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและการทำงานของเอนไซม์ช้าลง จำนวนจุลินทรีย์จึงมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่สภาวะแช่เยือกแข็งนานขึ้น(Keizer,1995)

ตารางที่ 12 คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของนัตเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	4
ความเป็นกรด-ด่าง	4.98	4.94	4.86	4.88	4.87
กรดแล็กติก (%)	1.85	1.85	1.88	1.89	1.89
TBA (มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกรัม)	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/กรัม)	2.28×10^7	2.22×10^7	1.95×10^7	2.20×10^7	1.96×10^7
แบคทีเรียแล็กติก (CFU/กรัม)	7.91×10^6	7.96×10^6	7.88×10^6	7.77×10^6	7.61×10^6
ยีสต์และรา (CFU/กรัม)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Bacillus cereus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Clostridium perfringens</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> sp.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วัน โดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 30 วัน พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.72 - 4.77 ปริมาณกรดแล็กติกมีค่าระหว่าง 1.94 - 2.01 % และค่า TBA มีค่าระหว่าง 0.03 – 0.06 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกรัม การที่ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น อาจเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมัน

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส มีปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ 2.55×10^7 และ 2.19×10^7 CFU/กรัม ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียแล็กติกก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ 8.82×10^6 และ 8.78×10^6 CFU/กรัม ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ < 10 CFU/กรัม ตามลำดับ และไม่พบจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดโรคได้ คือ *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* และ *E. coli* แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของน้ตกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	4
ความเป็นกรด-ด่าง	4.77	4.81	4.78	4.75	4.72
กรดแล็กติก (%)	1.94	1.95	1.97	1.98	2.01
TBA (มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกรัม)	0.03	0.04	0.04	0.05	0.6
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/กรัม)	2.55×10^7	2.27×10^7	2.43×10^7	2.47×10^7	2.19×10^7
แบคทีเรียแล็กติก (CFU/กรัม)	8.82×10^6	8.76×10^6	8.84×10^6	8.74×10^6	8.78×10^6
ยีสต์และรา (CFU/กรัม)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Bacillus cereus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Clostridium perfringens</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> sp.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

ผลการวิเคราะห์น้ตกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกทางด้านเคมีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างทุก 30 วัน พบว่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นจาก 4.87 เป็น 4.83 ปริมาณกรดแล็กติกมีค่าระหว่าง 1.90 – 1.97 % และค่า TBA มีค่าระหว่าง 0.04 – 0.08 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกรัม

น้ตกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ 2.55×10^7 และ 2.19×10^7 CFU/กรัม ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียแล็กติกก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ 8.82×10^6 และ 8.78×10^6 CFU/กรัม ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และร่าก่อนและหลังการเก็บรักษา คือ < 10 CFU/กรัม และไม่พบจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดโรคได้ คือ *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* และ *E. coli* (ตารางที่) และจากการวิเคราะห์ทางด้านเคมีของน้ตกตปลาหมักจากปลาอุกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 เดือน โดย

สุ่มตัวอย่างทุกๆ 30 วัน พบว่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นจาก 4.87 เป็น 4.83 แสดงดังตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียแล็กติกในปลาสดเป็นแบคทีเรียที่ไม่ชอบอุณหภูมิต่ำ เพราะมีบางส่วนตายทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงด้วย

ตารางที่ 14 คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของนัตเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดวายเป็นระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	4
ความเป็นกรด-ด่าง	4.87	4.90	4.88	4.85	4.83
กรดแล็กติก (%)	1.90	1.93	1.94	1.95	1.97
TBA (มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อ กิโลกรัม)	0.04	0.05	0.05	0.07	0.08
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/กรัม)	2.18×10^7	2.12×10^7	2.09×10^7	2.11×10^7	2.09×10^7
แบคทีเรียแล็กติก (CFU/กรัม)	8.32×10^6	8.27×10^6	8.24×10^6	8.29×10^6	8.22×10^6
ยีสต์และรา (CFU/กรัม)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Bacillus cereus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Clostridium perfringens</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> sp.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

ผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นัตเกิดปลาหมักจากปลาน้ำจืดที่เก็บเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน ในทุกๆ คุณลักษณะผู้ทดสอบยังให้การยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่า 7 คะแนน นัตเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 เดือนในทุกคุณลักษณะที่ทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 15 และตารางผนวกที่ ค 10 และจากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของค่าคะแนนเฉลี่ยที่ลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่นานขึ้น

นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋นที่เก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นมีค่าคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยนักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋นที่เก็บนาน 120 วันมีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นต่ำสุด คือ 7.05 ± 0.15 คะแนน แสดงดังตารางที่ 16 ภาพที่ 4 และตารางผนวกที่ ค11

นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสวายที่เก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 17 ภาพที่ 5 และตารางผนวกที่ ค12

Iwaoka and Akamine (1993) พบว่า ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ผ่านการให้ความร้อนบรรจุในสภาพสุญญากาศมีอายุการเก็บรักษานานกว่า 9 เดือนที่อุณหภูมิ -24 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสเพียงเล็กน้อย

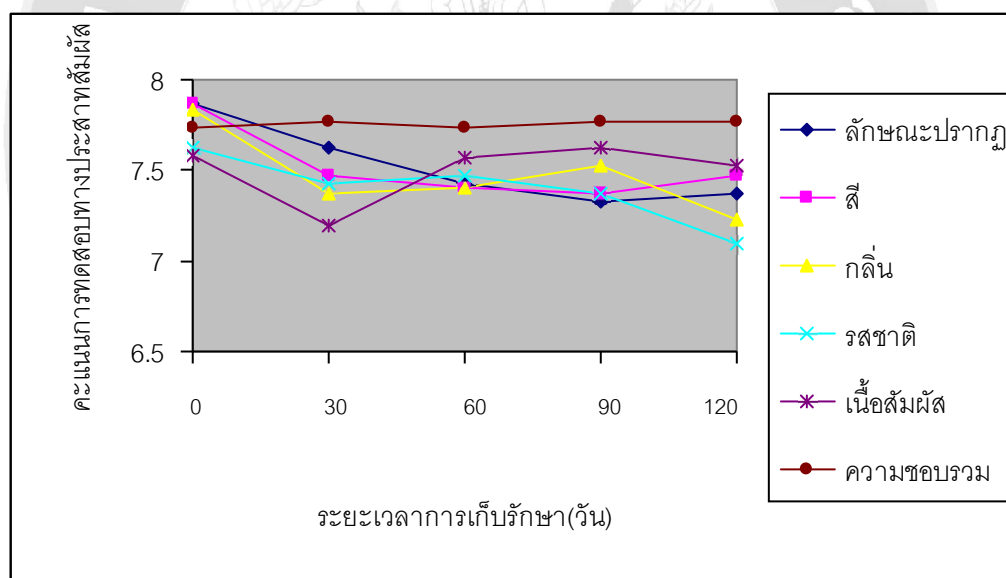
อังคณา (2546) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาโอลายโดยเก็บในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส พบว่าคุณลักษณะด้านต่างๆ มีแนวโน้มลดลง ได้แก่ ลักษณะปรากฏก่อนทอดและหลังทอด กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสแบ่งชุบทอด เนื้อสัมผัสเนื้อปลา และความชอบรวม

อังคณา (2549) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและการเก็บรักษาปลาหมัก : ปลาต้ม ได้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาต้มจากปลานวลจันทร์ทะเลที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 56 วัน พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุณลักษณะที่ทดสอบด้านต่างๆ มีแนวโน้มลดลง ได้แก่ ลักษณะปรากฏก่อนทอดและหลังทอด กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แต่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับเป็นอย่างดีเช่นกัน

ตารางที่ 15 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระดับคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ลักษณะที่ทดสอบ					
	ลักษณะ ^{ns} ปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ ^{ns} รวม
เริ่มต้น	7.80±0.13	7.73±0.15	7.73±0.14	7.43±0.18	7.27±0.13	7.53±0.16
1	7.57±0.16	7.55±0.12	7.33±0.19	7.27±0.14	7.22±0.11	7.47±0.17
2	7.58±0.16	7.50±0.14	7.63±0.11	7.57±0.15	7.32±0.11	7.60±0.13
3	7.47±0.18	7.37±0.19	7.75±0.16	7.70±0.19	7.20±0.12	7.73±0.11
4	7.32±0.19	7.48±0.16	7.30±0.19	7.20±0.21	7.08±0.12	7.83±0.10

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)



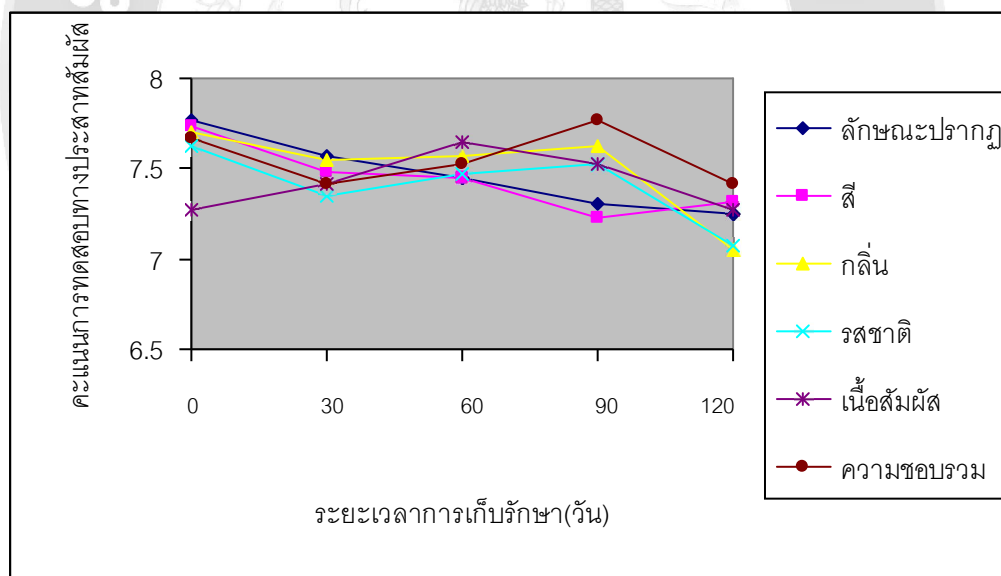
ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 120 วัน

ตารางที่ 16 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระดับคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของนักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาดุก

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ลักษณะที่ทดสอบ					
	ลักษณะ ^{ns} ปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบรวม ^{ns}
เริ่มต้น	7.77±0.13	7.73±0.11	7.70±0.13 ^a	7.63±0.11	7.27±0.11	7.67±0.14
1	7.57±0.17	7.48±0.13	7.55±0.14 ^a	7.35±0.14	7.42±0.11	7.42±0.12
2	7.45±0.20	7.45±0.15	7.57±0.12 ^a	7.47±0.16	7.65±0.17	7.53±0.13
3	7.30±0.20	7.23±0.22	7.62±0.18 ^a	7.53±0.20	7.53±0.19	7.77±0.16
4	7.25±0.16	7.32±0.14	7.05±0.15 ^b	7.07±0.16	7.27±0.15	7.42±0.13

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^a และ ^b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

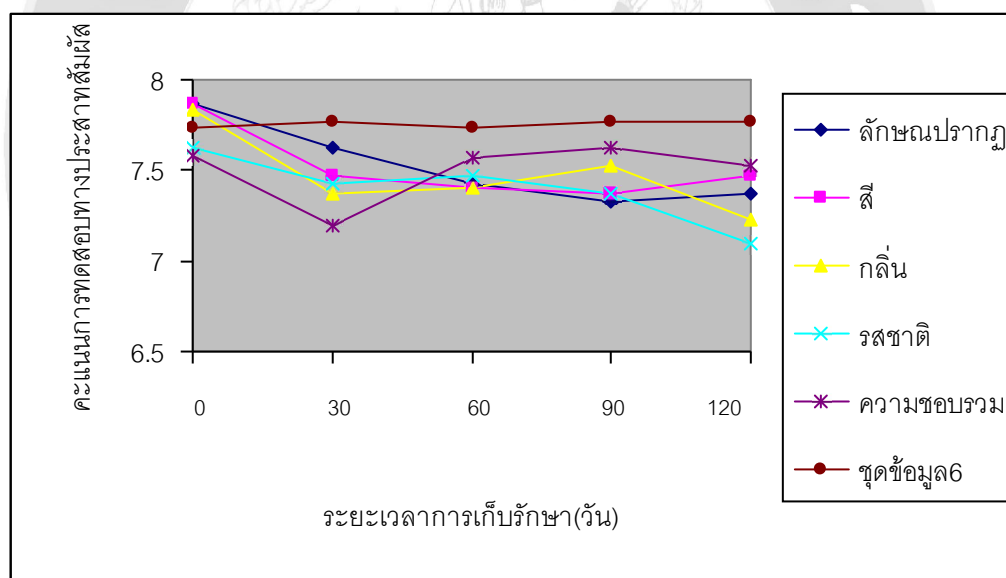


ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 120 วัน

ตารางที่ 17 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระดับคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสร้อย

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ลักษณะที่ทดสอบ					
	ลักษณะ ^{ns} ปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ ^{ns} รวม ^{ns}
เริ่มต้น	7.87±0.12	7.87±0.11	7.83±0.14	7.63±0.16	7.58±0.10	7.73±0.14
1	7.62±0.17	7.47±0.15	7.37±0.24	7.43±0.17	7.20±0.12	7.77±0.12
2	7.43±0.20	7.40±0.17	7.40±0.16	7.47±0.16	7.57±0.18	7.73±0.17
3	7.33±0.21	7.37±0.19	7.53±0.24	7.37±0.27	7.63±0.19	7.77±0.20
4	7.37±0.21	7.47±0.16	7.23±0.24	7.10±0.25	7.53±0.20	7.77±0.16

หมายเหตุ : ^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 120 วัน

สรุปผล

1. ผลิตกัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิล

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เป็นลักษณะบด หมักไว้เป็นเวลา 3 วัน มีส่วนผสมที่เหมาะสมคือ แป้งมันสำปะหลัง 15% เกลือ 2.5% กระเทียม 10% พริกไทย 0.5% ของน้ำหนักปลา ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมสูงสุดคือ 7.13 ± 0.26 , 7.37 ± 0.21 และ 7.52 ± 0.20 คะแนนตามลำดับ การเปรียบเทียบการใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 5, 10, 15 และ 20 % ในการผลิตสูตรน้ำแช่ชุบทอดที่เหมาะสมของการผลิตนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็ง พบว่า นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 20% ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมสูงสุด คือ 7.67 ± 0.16 คะแนน

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 67.50, 3.36, 9.75, 11.00, 7.67 และ 8.39 % ตามลำดับ เมื่อนำผลิตกัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลมาบรรจุในถุงพลาสติก PA/LDPE แบบบรรจุอากาศปกติเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.87 ปริมาณกรดแล็กติกเท่ากับ 1.89% ค่า TBA เท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง พบจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.96×10^7 CFU/กรัม แบคทีเรียแล็กติก 7.61×10^6 CFU/กรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับในตัวผลิตกัณฑ์โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่า 7 คะแนน

2. ผลิตกัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุก

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกที่เป็นลักษณะบด หมักไว้เป็นเวลา 3 วัน มีส่วนผสมที่เหมาะสมคือ แป้งมันสำปะหลัง 15% เกลือ 2.5% กระเทียม 10% พริกไทย 0.5% ของน้ำหนักปลา ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุดคือ 7.47 ± 0.12 , 7.68 ± 0.15 , 7.28 ± 0.19 , 7.53 ± 0.18 และ 7.63 ± 0.16 คะแนนตามลำดับ การเปรียบเทียบการใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 5, 10, 15 และ 20 % ในการผลิตสูตรน้ำแช่ชุบทอดที่เหมาะสมของการผลิตนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็ง พบว่า นักเกิดปลาหมักจากปลาอุกใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 10 % ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงสุด คือ 7.06 ± 0.82 , 7.23 ± 0.11 , 7.23 ± 0.12 , 7.53 ± 0.12 , 6.87 ± 0.16 และ 7.50 ± 0.12 คะแนน ตามลำดับ

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋นมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 73.01, 1.81, 4.64, 4.78, 1.63 และ 15.76 % ตามลำดับ เมื่อนำผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาตุ๋นมาบรรจุในถุงพลาสติก PA/LDPE แบบบรรจุอากาศปกติเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.72 ปริมาณกรดแล็กติกเท่ากับ 2.01% ค่า TBA เท่ากับ 0.6 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง พบจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.19×10^7 CFU/กรัม แบคทีเรียแล็กติก 8.78×10^6 CFU/กรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่า 7 คะแนน

3. ผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสด

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เป็นลักษณะบด หมักไว้เป็นเวลา 3 วัน มีส่วนผสมที่เหมาะสมคือ แป้งมันสำปะหลัง 5% เกลือ 3.5% กระเทียม 10% พริกไทย 0.5% ของน้ำนักปลา ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นสูงสุด คือ 7.33 ± 0.22 คะแนน การเปรียบเทียบการใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 5, 10, 15 และ 20 % ในการผลิตสูตรน้ำแบ่งชุดทดสอบที่เหมาะสมของการผลิตนักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็ง พบว่า นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดใช้ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 10 % ให้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด คือ 7.37 ± 0.15 , 7.07 ± 0.21 และ 7.63 ± 0.16 คะแนน

นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 60.91, 3.12, 10.98, 15.45, 4.13 และ 9.59 % ตามลำดับ เมื่อนำผลิตภัณฑ์นักเกิดปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดมาบรรจุในถุงพลาสติก PA/LDPE แบบบรรจุอากาศปกติเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.83 ปริมาณกรดแล็กติกเท่ากับ 1.97% ค่า TBA เท่ากับ 0.08 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง พบจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.09×10^7 CFU/กรัม แบคทีเรียแล็กติก 8.22×10^6 CFU/กรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่า 7 คะแนน

เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2521. เกลือ: คุณสมบัติและการใช้ในอุตสาหกรรม. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เจนจิตต์ มุขลาย. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปฏินิมีชุปแป้งและขนมปังปนแซ่เย็นเยือกแข็งเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทองคำ คิมะมานนท์. 2538. การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระหว่างการผลิตปลาหมัก (ส้มผัก). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พูลทรัพย์ วิรุฬห์กุล, จีราวรรณ แยมประยูร และอมรรัตน์ สุขโข. 2542. ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตปลาร้า. วารสารการประมง. 52(6): 580–585.
- นางสุดา วิศวงค์. 2522. การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นเมือง ปลาเจ้า ปลาส้ม และส้มผัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นนุช รักสกุลไทย. 2538. กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 135น.
- มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2538. จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. โรงพิมพ์สมิตรรอพบเซท, นนทบุรี. 238 น.
- มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2545. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 323 น.
- เยาวลักษณ์ สุรพันธุ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2525. พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ไทยมิตรการพิมพ์.
- ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริลักษณ์ สีนธวาลย์. 2534. ทฤษฎีอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุขสันต์ เมียมขุนทด. 2550. การเปรียบเทียบชนิดคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบของແນມ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุทธวัฒน์ เบญจกุล.2537. อาหารทะเลชุบแป้งและขนมปัง. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร.5(2):45-52
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2547. ปลาสัมผัสภูมิปัญญาท้องถิ่นอีสานเสริมความแข็งแรงให้กับชุมชนพึ่งพาตนเองได้. Public Relation,s NSTDA แหล่งที่มา:
<http://www2.nstda.or.th/pr/press/fish/>, 1 กุมภาพันธ์ 2547
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาสดแช่เยือกแข็ง. มอก. 616-2529.
- _____. 2535. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรม. อาหาร. มอก. 1073-2535.
- _____. 2548. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: ปลาส้ม. มพช. 26/2548.
- อังคณา ฝ่องภักดี. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อังคณา รัตนพันธ์. 2549. การปรับปรุงคุณภาพและการเก็บรักษาปลาหมัก:ปลาส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อำนาจ ไซติญาณวงศ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1298 p.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1043 p.
- Abella,F.F.,C.C. Baltazar and A.A.Mogbago. 1995. Production of Surimi-Shrimp Value-Added Product. ASEAN-Canadn Fisheries Post-Harvest Technology Project-Phase II. Marine Fisheries Research Departmant, Southeast Asian Fisheries Development Centre, Singapore.
- A.P.H.A. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food 3 rd ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 1219

- Axelsson, L. 1998. Lactic acid bacteria: classification and physiology. pp. 1-72. In S. Salminen and A. V. Wright , eds. Lactic Acid Bacteria: Microbiololgy and Functional Aspects. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Davis, A. 1983. Batter and breading ingredients, pp. 15-23. In D.R.Suderman and F.E. Cunningham, eds. Batter and breading. AVI Publ. Co. Inc., Connecticut
- Delliaglio, F.L., M.T. Dicks and S. Torriani. 1995. The genus *Leuconostoc*, pp. 235-278. In B. J.B. Wood and W.H. Holzapfel, eds. The Genera of Lactic Acid Bacteria. Chapman and Hall, Glasgow.
- Frazier, W.C. 1967. Food Microbiology. 2 nd ed. McGraw – Hill Book Company.
- FAO. 1981. The prevention of losses in cured fish. FAO Fisheries Technical Paper. 219 p.
- Hardie, J. M. and R. A. Whiley. 1995. The genus of *Streptococcus*, pp. 75-124. In B. J. B.Wood and W.H. Holzapfel, eds. The Genera of Lactic Acid Bacteria. Chapman and Hall, Glasgow.
- Iwaoka, W.T. and J.S. Akamime. 1993. Frozen storage studies of formulated skipjack tuna patties. J. Aqua. Food. Prod. Tech. 2(2) : 5-29
- Juana, F., J.A. Perez Alvarez and J.A. Femandez-Lopez. 1997. Thiobarbitunc Acid Test for Monitoring Lipid Oxidation in Meat. J. Food Chemisty. 59: 345-353.
- Keizer,C. 1995. Freezing and chilling of fish, pp. 287-313. In A. Ruiter, ed. Fish and Fishery Products. CAB International, Wallingford,UK.
- Paludan muller , C., *et al.*, 2002 .Fermentation and microflora of plaa – som , a Thai fermented fish product prepared with different salt concentration .J. Food Microbiology .73, 61-70.
- Rao, S. 1967. Fish processing in the Indo-Pacific area. Indo-pacific Fisheries Council Regional Studies, No. 4 FAO Regional Office Asia and the Far East Bangkok: Thailand.

- Saisithi, P., Chimanage, P., Maleehuam, S., Wongkhalaung, C., Boonyaratankornkit, M. and Yongmanitchai, P., 1986. Improvement of A Thai Traditional Fermented Fish Product : Som-Fug. Institute of Food Research and Product Development, Kasetsast University.
- Shamberger, R.J., B.A. Shamberger and C.E. Will. 1971. Malonadehyde Content of Food. J. Nutr. 107: 1404-1409
- Schillinger, U. and W.H. Hozapfel. 1995. The genus *Carnobacterium*, pp. 307-326. In B.J.B.Wood and W.H. Hozapfel, eds. Genera of Lactic Acid Bacteria. Chapman and Hall, Glasgow.
- Simpson, W.J. and H.Taguchi. 1995. The genus *Pediococcus*, with notes on the genera *Tetragenococcus* and *Aerococcus*, pp. 125-172. In B.J.B. Wood and W.H. Holzapfel, eds. The Genera of Lactic Acid Bacteria. Blackie Academic & Professional, London.
- Stansby, M.E. 1962. Proximate composition of fish, pp 55-60. E. Heen and R. Kreuzer , eds. Fish in Nutrition. Fishing News (Books) Ltd., London.
- Stiles, M.E. and W.H. Holzapfel. 1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. Int. Food Microbiol. 36: 1-29.
- Tanikawa, E. 1985. Marine Products in Japan. 2 nd. Kaseisha-Kasukaku Co., Tokyo. 507 p.
- Teuber, M. 1995. The genus *Lactococcus*, pp. 173-174. In B. J. B.Wood and W. H. Holzapfel, eds. The Genera of Lactic Acid Bacteria. Blackie Academic & Professional, London



ภาคผนวก ก1
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง :

ชื่อผู้ทดสอบ : วันที่ :

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละกลุ่มลักษณะตามลำดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้ข้างล่าง และกรณาวินิจฉัยระหว่างชิมแต่ละตัวอย่าง

ระดับคะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

5 = เฉยๆ

รหัส ตัวอย่าง	คุณลักษณะที่ทดสอบ					ความชอบ รวม
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

..

ภาคผนวก ก2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

(การศึกษาเปรียบเทียบสูตรน้ำแบ่งที่เหมาะสมในการผลิตน้ำแบ่งชูปทอด)

ตัวอย่าง :

ชื่อผู้ทดสอบ : วันที่ :

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละกลุ่มลักษณะตามลำดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้ข้างล่าง และกรณাবวนปาทะหว่างตัวอย่าง

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

รหัสตัวอย่าง						
ลักษณะปรากฏ						
สี						
กลิ่น						
ความกรอบของแป้ง						
ความชุ่มน้ำมัน						
รสชาติ						
ความชอบรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

ภาคผนวก ก3

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

(การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตน้ำแบ่งชูปอด)

ตัวอย่าง :

ชื่อผู้ทดสอบ : วันที่ :

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละ

กลุ่มลักษณะตามลำดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้ข้างล่าง และกรณบบ้วนปาก

ระหว่างตัวอย่าง

1 = น้อยเกินไป

2 = น้อย

3 = พอดี

4 = มาก

5 = มากเกินไป

รหัสตัวอย่าง						
ลักษณะปรากฏ						
สี						
กลิ่น						
รสชาติ						
เนื้อสัมผัส						
ความชอบรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ก4

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (ด้านความพอดี)

ชื่อตัวอย่างผลิตภัณฑ์ :

ชื่อผู้ทดสอบ : วันที่ :

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบดังสเกลที่กำหนด และกรณাবัวนปากระหว่างชิมแต่ละตัวอย่าง

สเกลความชอบ

1 = น้อยเกินไป 2 = น้อย 3 = พอดี 4 = มากเล็กน้อย 5 = มากเกินไป

ระดับความเหมาะสมของคุณลักษณะ (เปอร์เซ็นต์ผู้ทดสอบ)						
คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง	น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
กลิ่นรสเครื่องเทศ						
รสเปรี้ยว						
รสหวาน						
รสเค็ม						

ข้อเสนอแนะ.....



การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. วิธีการวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (hot air oven)
2. ขวดชั่งหาความชื้น (weighing bottle)
3. โถดูดความชื้น (dessicator)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. ให้น้ำหนักที่คงที่ของขวดชั่ง โดยนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบใหม่ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในขวดชั่งที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
3. เกลี่ยตัวอย่างแผ่ออกอย่างสม่ำเสมอให้มีเนื้อที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
4. นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบใหม่ ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่
5. นำผลที่ได้ไปคำนวณปริมาณความชื้นดังนี้

การคำนวณ

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

2. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (hot air oven)
2. เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace)
3. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
4. โถดูดความชื้น (dessicator)
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. เผลว้วยกระเบื่องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์เตาเผา แล้วรอประมาณ 30-40 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก
2. เผลว้วยอีกครั้งประมาณ 30 นาที โดยทำเหมือนวิธีข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื่องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันทันหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส และทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}}$$

3. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาล (Kjeldahl flask) (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร
2. ชุดกลั่นโปรตีน (semi-microdistillation apparatus)
3. ขวดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร
5. ปิเปตต์ (pipette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
6. บิวเรตต์ (burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. ลูกแก้ว
8. กระดาษกรอง (filter paper)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) 1 ส่วนต่อโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

9 ส่วน

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 % ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

4. สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2 % ละลายกรดบอริก 20 กรัมด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

5. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

6. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution ซึ่งเมทิลีนบลู 0.2 กรัม ละลายในเอทานอล 200 มิลลิลิตร และซิงเกิลเรด 0.05 กรัม ละลายในเอทานอล 50 มิลลิลิตร โดยนำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : เอทานอล 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน

2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 1 กรัม และกรดซัลฟริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตรนำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควั่นจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยให้เย็น

3. นำไปกลั่น โดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4. กรองสิ่งที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

5. เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

6. กลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดบอริก

7. กลั่นจนได้สารละลายในขวดจับแก๊สประมาณ 250 มิลลิลิตร

8. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

9. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

10. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2-10

การคำนวณ

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

W

โดยที่ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม = 6.25

(น้ำหนักกรัมสมมูลของไนโตรเจนเท่ากับ 14.007)

4. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วยปีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลายซีออกเล็ต (soxhlet) เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน

2. หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)

3. สำลี

4. ตู้อบไฟฟ้า

5. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

6. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. อบปีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 150 มิลลิลิตร ในตู้อบไฟฟ้าทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิดแล้ว ใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซีออกเล็ต (soxhlet)

4. เติมน้ำมันที่กลั่นในขวดหาไขมันปริมาณ 50 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตาให้ความร้อน

5. ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 45 นาที โดยปรับความร้อนให้หยดของสารที่ละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

7. ระเหยจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวที่ละลาย

8. นำขวดไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

9. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

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

5. วิธีคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต (อำนวยการ, 2524)

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (\%)} = 100 - [\text{ปริมาณความชื้น(\%)} + \text{ปริมาณโปรตีน(\%)} + \text{ปริมาณไขมัน(\%)} + \text{ปริมาณเถ้า(\%)}]$$

6. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแล็กติก (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร
2. บิวเรตต์ ขนาด 25 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่าง โดยตัดตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วชั่งมาประมาณ 9 กรัมใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือด เพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

2. เติมฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์

3. นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล จนได้จุดยุติ (end point) มีสีชมพูอ่อนๆ

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \text{ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (ml.)} \times \text{ความเข้มข้นของ NaOH (N)}$$

7. วิธีการวิเคราะห์เยื่อใย

อุปกรณ์

1. เครื่องให้ความร้อนและเครื่องควบแน่น(condenser)
2. ถ้วยแก้วกรอง
3. ตู้อบ
4. เตาเผา
5. โถอบแห้ง
6. คีม

7. เครื่องต้มน้ำพร้อมอุปกรณ์
8. กระบอกฉีดน้ำ
9. เครื่องชั่งไฟฟ้า
10. ตัวอย่างอาหาร (ที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว)

สารเคมี

1. กรด H_2SO_4 (เข้มข้น 1.25%)
2. ด่าง NaOH (เข้มข้น 1.25%)
3. acetone หรือ แอลกอฮอล์
4. antifoam

วิธีการ

1. นำถ้วยแก้วกรองไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้น้ำหนักของถ้วยแก้วกรองที่แน่นอน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำมาวางให้เย็นในโถอบแห้ง

2. ทำการชั่งน้ำหนักถ้วยแก้วกรองโดยจุดบันทึกไว้ (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) นำตัวอย่างอาหารที่วิเคราะห์ใส่ลงในถ้วยแก้วกรองชั่งน้ำหนักจุดบันทึกไว้ (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

3. นำถ้วยแก้วกรองไปต่อเข้ากับเครื่องให้ความร้อนและเครื่องควบแน่น(condenser) แล้วจึงทำการเติมกรด H_2SO_4 (เข้มข้น 1.25%) จำนวน 150 มิลลิลิตร ลงในท่อ condenser เปิดน้ำให้ไหลผ่านเครื่องควบแน่น แล้วทำการเปิดเครื่อง ทำการต้มตัวอย่างด้วยกรด H_2SO_4 (เข้มข้น 1.25%) เป็นเวลา 30 นาที (โดยทำการจับเวลาขณะที่สารละลายเดือด) เติม antifoam 3-5 หยด (เพื่อป้องกันการเกิดฟอง)

4. กรองสารละลายโดยกดที่ปั๊ม vacuum ด้านข้างพร้อมปรับปั๊มไปที่ vacuum ตรงด้านล่างถ้วยแก้วกรองจนสารละลายแห้งสนิท จากนั้นใช้น้ำร้อนที่เตรียมไว้ล้างลงไปประมาณ 3 ครั้ง (จนหมดกรด) แล้วจึงทำการปิดปั๊ม vacuum ด้านข้างพร้อมปรับปั๊ม vacuum ไปที่ closes

5. เติมด่าง NaOH (เข้มข้น 1.25%) จำนวน 150 มิลลิลิตร ลงในท่อ condenser ทำการต้มตัวอย่างด้วยด่าง NaOH (เข้มข้น 1.25%) เป็นเวลา 30 นาที (โดยทำการจับเวลาขณะที่สารละลายเดือด) เติม antifoam 3-5 หยด (เพื่อป้องกันการเกิดฟอง)

6. กรองสารละลายโดยกดที่ปั๊ม vacuum ด้านข้างพร้อมปรับปั๊มไปที่ vacuum ตรงด้านล่างถ้วยแก้วกรองจนสารละลายแห้งสนิท จากนั้นใช้น้ำร้อนที่เตรียมไว้ล้างลงไปประมาณ 3 ครั้ง (จนหมดด่าง) และล้างด้วยน้ำเย็น 1 ครั้ง แล้วใช้แอลกอฮอล์หรืออะซิโตนล้างอีก 1 ครั้ง เพื่อได้น้ำออกไป จากนั้นปิดปั๊ม vacuum ด้านข้างพร้อมปรับปั๊ม vacuum ไปที่ closes

7. นำถ้วยแก้วกรองออกจากเครื่องกรองโดยปรับคั่นโยก (ระวังอย่าให้ถ้วยแก้วกรองหล่น โดยการใช้แผ่นเหล็กบังก่อน) จากนั้นใช้คีมจับออกมานำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำออกมาวางทิ้งไว้ให้เย็นในโถอบแห้งซึ่งน้ำหนักและจัดบันทึกไว้

8. จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในกระเบื้องเคลือบก่อนแล้วเก็บไว้ในโถอบแห้งจนเย็น ซึ่งน้ำหนัก(เทคนิค 4 ตำแหน่ง) และจัดบันทึกไว้

9. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เยื่อใย} = \frac{(ก - ข) \times 100}{ค}$$

เมื่อ ก = น้ำหนักถ้วยแก้วกรอง+กากหลังอบ

ข = น้ำหนักถ้วยแก้วกรอง+กากหลังอบและหลังเผา

ค = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

8. การวิเคราะห์หาค่า Thiobarbituric acid number (TBA) (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1. ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 และ 100 มิลลิลิตร
2. ปิเปต 5 มิลลิลิตร
3. หลอดทดลองพร้อมจุกแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 –15 มิลลิเมตร
4. Glass cell ขนาด 10 มิลลิเมตร
5. อ่างควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 95 องศาเซลเซียส
6. Spectrometer อ่านค่าความยาวคลื่นที่ 530 นาโนเมตร

สารเคมี

1. 1- butanol บริสุทธิ์มีน้ำไม่เกิน 0.5 %
2. Thiobarbituric acid

3. สารละลาย TBN เตรียมโดยละลาย 200 มิลลิกรัม ของ 2- Thiobarbituric acid ใน 100 มิลลิลิตร ของ 1- butanol ทิ้งไว้ค้างคืน หรือใช้เครื่องอัลตราโซนิก ช่วยในการละลาย จากนั้นกรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยงขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรโดยใช้ 1- butanol สารนี้ต้องเก็บในตู้เย็นและใช้ได้ภายใน 1 สัปดาห์

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 50 – 200 มิลลิกรัม ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิตร เติม 1-butanol ลงเล็กน้อย เพื่อละลายตัวอย่าง จากนั้นปรับปริมาตรที่เหลือโดยเติม 1-butanol ลงไป
 2. ปิเปตตัวอย่าง 5 มิลลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีจุกแก้วที่แห้ง จากนั้นปิเปตสารละลาย TBA 5 มิลลิตร ใส่ลงไป ปิดจุกแก้ว แล้วผสมให้เข้ากันดี จากนั้นใส่ลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
 3. เมื่อครบเวลา นำหลอดตัวอย่างขึ้นมาทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง โดยการให้น้ำไหลผ่าน เพื่อลดความร้อน
 4. นำสารละลายที่ได้ใส่ใน Glass cell ขนาด 10 มิลลิเมตร วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น reference cell
 5. เตรียม blank พร้อมกับตัวอย่างด้วย โดยค่าของ blank ไม่ควรเกิน 0.1
- การคำนวณ

$$\text{TBN value} = \frac{50 \times (A-B)}{M}$$

M

A = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

B = ค่าการดูดกลืนแสงของ blank

m = มวลเป็นมิลลิกรัมของตัวอย่าง

50 = ค่าตัวแปรที่ใช้เมื่อเตรียมตัวอย่าง โดยใช้ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิตร และใช้ Glass cell ขนาด 10 มิลลิเมตร

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

1. วิธีการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (AOAC, 1995)

1.1 การเตรียมตัวอย่าง ทำโดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติมสารละลาย normal saline (เกลือ 0.85 %) ที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไป 225 มิลลิลิตร บั่นตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องบั่นตัวอย่าง (stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10

1.2 ใช้ Pour plate technique โดยการปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ค่อย ๆ รินอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ลงไปให้มีปริมาตรประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เขย่าให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อ ผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ข้ำ กลับจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

1.3 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี

1.4 หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจางคูณด้วยค่า dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/กรัม)

2. วิธีการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียแล็กติก (AOAC, 1995)

2.1 การเตรียมตัวอย่างทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

2.2 ใช้วิธี Pour plate technique โดยการปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อแล้วค่อย ๆ รินอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar เติม CaCO_3 0.5 % และ bromocresol purple 0.004 % ลงไป ทำการเจือจางระดับความเข้มข้นของแบคทีเรีย ครั้งละ 10 เท่า กลับจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24-28 ชั่วโมง

2.3 นับจำนวนโคโลนีเฉพาะที่สามารถสร้างบริเวณใส (clear zone) และอาหารเลี้ยงเชื้อ รอบโคโลนีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

2.4 หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจางคูณด้วยค่า dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียแล็กติกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/กรัม)

3. วิธีการตรวจหาหัยีสต์และรา (AOAC,1995)

3.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

3.2 ปิเปตต์ตัวอย่างที่เจือจางแล้วปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ความเจือจาง 10^{-1} - 10^{-5}) ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำซ้ำความเจือจางละ 2 จาน จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ที่ปรับ ความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 3.5 โดยใช้ tartaric acid 10 % ที่หลอมละลายและมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว ไม่ต้องกลับจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2-3 วัน

3.3 นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ บันทึกผลแล้วคูณด้วย dilution factor ของความเจือจางที่นับจำนวนได้และหาค่าเฉลี่ยจากนั้นคำนวณเป็นโคโลนีต่อกรัมของน้ำหนักตัวอย่าง (CFU/กรัม)

4. วิธีการตรวจหา *Clostridium perfringens* (A.P.H.A., 1992)

4.1 เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

4.2 ปิเปตต์ตัวอย่างที่ทำกรเจือจางแล้วปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptose sulfite cycloserine egg yolk (TSC-EY) agar หรือ Shahidi ferguson perfringens (SFP) agar แล้วเกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร

4.3 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 34-35 องศาเซลเซียส นาน 20-24 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน (ใน anaerobic jar หรือ anaerobic incubator)

4.4 นับโคโลนีสีดำ มีบริเวณทึบแสงสีขาว (opaque white zone) นำมาทดสอบยืนยัน

4.5 ถ่ายเชื้อลง Thioglycolate broth บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

4.5.1 Stab ลง Motility nitrate medium บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *C. perfringens* ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการเจริญจะเกิดเฉพาะตามรอยแทงของรูบเท่านั้น ทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์ไนเตรตให้เป็นไนไตรต์ด้วยน้ำยาทดสอบ N-(1-naphthyl) ethylenediamine ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลาย Sulfanilic acid ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงในหยอด ซึ่งจะให้เห็นสีแดงภายในเวลา 5 นาที ในกรณีที่การทดสอบครั้งแรกได้ผลลบ ให้บ่มหลอดเชื้ออีกหนึ่งหลอดต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบซ้ำ

4.5.2 Stab ลง Lactose gelatin medium บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *C. perfringens* สามารถเฟอร์เมนแล็กโทส เกิดฟอง และมีกรดเกิดขึ้น ทำให้อาหาร

เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลืองและมีเอนไซม์ย่อยเจลาตินได้ ทดสอบได้โดยการแช่หลอดในน้ำแข็ง นานประมาณ 30 นาที เจลาตินที่ถูกย่อยสลายแล้วจะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง

5. วิธีการตรวจหา *Salmonella* sp. (AOAC, 1995)

5.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธี aseptic technique เติมหอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase soy broth ลงไป 225 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

5.2 ปิเปตต์ตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite cystine broth (SC) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

5.3 Streak ลงบน Xylose lysine desoxycholate agar (XLD) และ *Salmonella* Shigella (SS) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

5.4 ดูลักษณะโคโลนีของ *Salmonella* sp. บน Xylose lysine desoxycholate agar (XLD) จะใสขอบเรียบ อาจมีหรือไม่มีจุดสีดำของเหล็กซัลไฟด์ตรงกลางโคโลนีอาหารเลี้ยงเชื้อรอบโคโลนีจะไม่เปลี่ยนสี ส่วนบน SS agar โคโลนีจะไม่มีสี ใสหรือทึบ ไม่มีจุดสีดำของเหล็กซัลไฟด์ตรงกลางโคโลนี เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

5.5 การทดสอบทางชีวเคมี โดยการถ่ายเชื้อจากโคโลนีด้วยเข็มเย็บเชื้อ ถ่ายลงใน Triple sugar iron agar (TSI) และ Lysine indole motility (LIM) บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง *Salmonella* sp. บน TSI จะให้ผล slant เป็นต่าง (สีแดง) และ butt เป็นกรด (สีเหลือง) [K/A] อาจพบหรือไม่พบการสร้างแก๊สสีดำจาก H₂S ส่วนบน LIM พบว่า Lysine decarboxylase agar ส่วนใหญ่ให้ผลบวก (อาหารเลี้ยงเชื้อสีม่วงเหมือนเดิม) ยกเว้น *S. paratyphi* และการทดสอบ อินโดล (indole) ให้ผลลบ (ไม่เกิดสีชมพูในชั้นของ Kovac's reagent) motility ให้ผลบวก (มีการเจริญนอกแนวที่ถ่ายเชื้อ)

5.6 นำเชื้อที่สงสัยว่าจะเป็น *Salmonella* sp. จากการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีมาทดสอบทางซีรั่มวิทยา (serology) โดยดูการตกตะกอน (agglutination) กับ antiserum ชนิด polyvalent ของ *Salmonella* sp.

5.7 รายงานผลว่าพบหรือไม่พบ *Salmonella* sp. ในตัวอย่าง 25 กรัม

6. วิธีการตรวจหา *Staphylococcus aureus* (AOAC, 1995)

6.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

6.2 ปิเปตต์ตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร ลงในอาหาร Tryptic soy broth (TSB) เติมเกลือ บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

6.3 ปิเปตต์ตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Mannitol salt egg yolk agar (MS-EY) หรือ Baird – Parker medium (BP agar) เกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

6.4 สังเกตโคโลนีของ *Staphylococcus* sp. ซึ่งอยู่บน MS-EY agar โคโลนีสีขาวหรือเหลือง ขนาดเล็กมีบริเวณทึบแสง (opaque zone) และบน BP agar โคโลนีมีสีดำเป็นมัน มีขอบตกตะกอนรอบ ๆ

6.5 ทดสอบเอนไซม์ coagulase โดยตรวจการแข็งตัว (clot) ของ coagulase plasma EDTA ทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยต้องเกิดการแข็งตัวภายใน 4-6 ชั่วโมง จึงถือว่าให้ผลบวก เชื้อที่ให้ผลทดสอบเอนไซม์ coagulase เป็นผลบวก จัดเป็น *Staphylococcus aureus*

7. วิธีการตรวจหา *Bacillus cereus* (A.P.H.A., 1992)

7.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

7.2 ปิเปตต์ตัวอย่างอาหาร 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Mannitol egg yolk polymixin (MEYP) agar หรือ *Bacillus cereus* agar เกลี่ยให้ทั่ว บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

7.3 นับจำนวนโคโลนีที่เป็นลักษณะของ *B. cereus* บน MEYP agar จะมีสีชมพูแดง มีโซนทึบแสงรอบ ๆ โคโลนี และอาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนสี ส่วนโคโลนี *Bacillus cereus* agar จะมีสีฟ้า ขนาดประมาณ 5 มิลลิลิตร และมีโซนทึบแสงรอบ ๆ โคโลนีเช่นเดียวกัน

7.4 เลือกโคโลนีที่ทำการทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี และย้อมสีแบบแกรม

7.4.1 *B. cereus* ไม่เฟอร์เมนต์น้ำตาล xylose และไม่เฟอร์เมนต์น้ำตาล Arabinose เมื่อเลี้ยงบน Blood agar จะ hemolyze เลือดเกิดบริเวณใสรอบโคโลนีและให้ผลบวกกับการทดสอบ Voges-Prokauer (VP)

7.4.2 *B. cereus* มีลักษณะเซลล์ใหญ่ติดสีแดง มีเม็ดไขมันติดสีดำของ Sudan black สปอร์ติดสีเขียวอยู่กลางเซลล์ ขนาดของสปอร์เล็กกว่าขนาดของเซลล์

8. วิธีการตรวจหา *Escherichia coli* (AOAC, 1995)

8.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

8.2 ปิเปตต์ตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 1:10, 1:100 และ 1:1000 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในอาหาร Lauryl sulfate tryptose broth (LST broth) ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

8.3 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

8.4 ตรวจดูหลอดที่ให้ผลบวก โดยจะเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส (presumptive test)

8.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีแก๊สลงในอาหาร Brilliant green lactose bile broth (BGLB) และ EC broth

8.5.1 BGLB นำไปบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สทั้งหมดในขั้นนี้ (confirm test) นำไปหาค่า MPN ของโคลิฟอร์มจากตาราง MPN

8.5.2 EC broth นำไปบ่มในหม้ออังไอน้ำ (water bath) ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สทั้งหมดในขั้นนี้ (confirm test) นำไปหาค่า MPN ของฟีคัลโคลิฟอร์มจากตาราง MPN

8.6 การตรวจหา *E. coli*

8.6.1 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในข้อ 8.5.2 มา streak ลงบนอาหาร Eosin methylene blue (EMB) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 8.6.2 เลือกโคโลนีที่มีสีเข้มคล้ำ อาจมีเงาโลหะหรือไม่ก็ได้ ถ่ายเชื้อลงในอาหาร NA-slant บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง

8.6.3 ทดสอบปฏิกิริยา IMViC ได้แก่ Indole production ทำโดยถ่ายเชื้อลงใน Tryptose broth บ่มที่ 35- 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบการสร้างอินโดล โดยเติม Kovac, s reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร ถ้าเกิดสีชมพูหรือสีแดงที่ผิวหน้าแสดงว่าให้ผลบวก Methyl red reactive compounds ทำโดยถ่ายเชื้อลงใน MR-VP medium บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เติมน้ำละลายเมธิลเรดลงไป 5 หยด ถ้าเกิดสีแดงแสดงว่าให้ผลบวก Voges-Proskauer reactive compounds ทำโดยถ่ายเชื้อลงใน MRVP medium บ่มที่ อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เติมน้ำละลาย α - naphthol 0.6 มิลลิลิตร และ KOH 40 % ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นแสดงว่าให้ผลบวก Citrate utilization ถ่ายเชื้อลงในอาหาร Koser, s citrate broth บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ถ้าอาหารขุ่นแสดงว่าให้ผลบวก

8.6.4 ย้อมสีแบบแกรม

8.6.5 คำนวณค่า MPN ของ *E. coli* ต่อกรัมของอาหารจากหลอดที่ทดสอบแล้วว่ามีแบคทีเรียรูปท่อน แกรมลบ และได้ผลการทดสอบ IMViC เป็น +++ หรือ +---



ตารางภาคผนวก ค1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลแบบชิ้นและแบบบด ระยะเวลาหมักนาน 3, 4 และ 5 วัน

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	93.264	3.216	3.943 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	2.45	0.490	0.600 ^{ns}
	Error	145	118.175	0.815	
สี	ผู้ทดสอบ	29	134.531	4.639	7.198 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	4.465	0.893	1.386 ^{ns}
	Error	145	93.380	0.644	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	88.200	3.041	3.524 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	37.867	7.573	8.776 ^{**}
	Error	145	125.133	0.863	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	123.313	4.252	3.428 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	126.423	25.283	20.384 ^{**}
	Error	145	179.847	1.240	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	110.219	3.801	3.197 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	26.475	5.295	4.454 ^{**}
	Error	145	172.373	1.189	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	84.633	2.918	3.611 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	33.578	6.716	8.310 ^{**}
	Error	145	117.179	0.808	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกแบบชิ้นและแบบบด ระยะเวลาหมักนาน 3 4 และ 5 วัน

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	93.466	3.223	2.585 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	2.131	0.426	0.342 ^{ns}
	Error	145	180.786	1.247	
สี	ผู้ทดสอบ	29	93.328	3.218	3.583 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	7.444	1.489	1.658 ^{ns}
	Error	145	130.222	0.898	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	71.396	2.462	2.473 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	35.179	7.036	7.067 ^{**}
	Error	145	144.363	0.996	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	88.842	3.064	2.615 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	166.415	33.283	28.414 ^{**}
	Error	145	169.845	1.171	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	104.712	3.611	2.971 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	28.142	5.628	4.632 ^{**}
	Error	145	176.207	1.215	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	68.744	2.370	2.739 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	5	42.256	8.451	9.764 ^{**}
	Error	145	125.501	0.866	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดแบบชิ้นและแบบบด ระยะเวลาหมักนาน 3 และ 5 วัน

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	148.742	5.129	8.932 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	3	3.292	0.426	0.342 ^{ns}
	Error	87	49.958	0.574	
สี	ผู้ทดสอบ	29	89.875	3.099	3.829 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	3	2.825	0.942	1.163 ^{ns}
	Error	87	70.425	0.809	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	124.342	4.288	3.314 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	3	15.692	5.231	4.043 ^{**}
	Error	87	112.558	1.294	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	64.210	2.214	1.483 ^{ns}
	รูปแบบการผลิต	3	22.290	7.430	4.976 ^{**}
	Error	87	129.898	1.493	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	54.210	1.869	1.939 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	3	27.823	9.274	9.621 ^{**}
	Error	87	83.865	0.964	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	76.667	2.644	3.185 ^{**}
	รูปแบบการผลิต	3	11.283	3.761	4.531 ^{**}
	Error	87	72.217	0.830	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 5 และ 10 % ปริมาณเกลือ 2 2.5 และ 3 %

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	168.140	5.798	7.851 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	1.290	0.258	0.349 ^{ns}
	Error	145	107.085	0.739	
สี	ผู้ทดสอบ	29	162.494	5.603	8.422 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	3.694	0.739	1.111 ^{ns}
	Error	145	96.380	0.665	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	336.474	11.603	10.817 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	14.007	2.801	2.612 [*]
	Error	145	155.535	1.073	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	282.396	7.079	4.764 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	35.396	7.079	4.764 ^{**}
	Error	145	215.479	1.486	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	338.874	11.685	8.171 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	36.007	7.201	5.035 ^{**}
	Error	145	207.368	1.430	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	239.644	8.264	7.902 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	25.528	5.106	4.882 ^{**}
	Error	145	151.639	1.046	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{*} ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{**} ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลาอุกที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 10 และ 15 % ปริมาณเกลือ 2.5 3.5 และ 4.5%

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	106.040	3.657	2.315 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	19.824	3.965	2.510 [*]
	Error	145	229.051	1.580	
สี	ผู้ทดสอบ	29	97.561	3.364	2.499 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	14.261	2.852	2.118 ^{ns}
	Error	145	195.239	1.346	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	211.474	7.292	3.662 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	40.507	8.101	4.069 ^{**}
	Error	145	288.701	1.991	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	171.040	5.898	2.926 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	30.407	6.081	3.017 [*]
	Error	145	292.301	2.016	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	191.374	6.599	3.558 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	23.607	4.721	2.546 [*]
	Error	145	268.935	1.855	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	169.800	5.855	3.222 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	23.983	4.797	2.639 [*]
	Error	145	263.517	1.817	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{*} ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{**} ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดที่มีระดับแป้งมันสำปะหลัง 5 และ 15 % ปริมาณเกลือ 2.5 3.5 และ 4.5 %

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	204.361	7.047	6.180 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	1.828	0.366	0.321 ^{ns}
	Error	145	165.339	1.140	
สี	ผู้ทดสอบ	29	127.911	4.411	3.562 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	3.111	0.622	0.502 ^{ns}
	Error	145	179.556	1.238	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	193.117	6.659	8.184 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	9.850	1.970	2.421 [*]
	Error	145	117.983	0.814	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	178.978	6.172	3.833 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	7.178	1.436	0.892 ^{ns}
	Error	145	233.489	1.610	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	127.828	4.408	3.985 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	6.094	1.219	1.102 ^{ns}
	Error	145	160.406	1.106	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	136.894	4.720	3.570 ^{**}
	สูตรการผลิต	5	10.761	2.152	1.628 ^{ns}
	Error	145	191.739	1.322	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่มีระดับน้ำตาล 5 10 15 และ 20 %

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	90.960	3.137	5.283 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	3.790	1.263	2.128 ^{ns}
	Error	87	51.648	0.594	
สี	ผู้ทดสอบ	29	80.310	2.769	8.837 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	1.173	0.391	1.248 ^{ns}
	Error	87	27.265	0.313	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	122.794	4.234	4.050 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	1.240	0.413	0.395 ^{ns}
	Error	87	90.948	1.045	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	71.450	2.464	2.692 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	6.242	2.081	2.273 ^{ns}
	Error	87	79.633	0.915	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	82.800	2.855	3.544 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	1.400	0.467	0.578 ^{ns}
	Error	87	70.100	0.806	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	85.544	2.950	2.456 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	19.190	6.397	5.325 ^{**}
	Error	87	104.498	1.201	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกที่มีระดับน้ำตาล 5 10 15 และ 20%

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	15.467	0.533	1.471 ^{ns}
	ระดับน้ำตาล	3	2.967	0.989	2.728 [*]
	Error	87	31.533	0.362	
สี	ผู้ทดสอบ	29	29.075	1.003	1.819 [*]
	ระดับน้ำตาล	3	8.292	2.764	5.014 ^{**}
	Error	87	47.958	0.551	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	21.467	0.740	1.053 ^{ns}
	ระดับน้ำตาล	3	10.867	3.622	5.155 ^{**}
	Error	87	61.133	0.703	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	27.467	0.947	1.264 ^{ns}
	ระดับน้ำตาล	3	28.800	9.600	12.810 ^{**}
	Error	87	65.200	0.749	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	30.867	1.064	1.837 [*]
	ระดับน้ำตาล	3	1.100	0.367	0.633 ^{ns}
	Error	87	50.400	0.579	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	19.875	0.685	1.069 ^{ns}
	ระดับน้ำตาล	3	17.492	5.831	9.097 ^{**}
	Error	87	55.758	0.641	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{*} ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{**} ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาสดที่มีระดับน้ำตาล 5 10 15 และ 20%

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	122.867	4.237	9.803 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	1.900	0.633	1.465 ^{ns}
	Error	87	37.600	0.432	
สี	ผู้ทดสอบ	29	88.000	3.034	7.936 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	5.233	1.744	4.562 ^{**}
	Error	87	33.267	0.382	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	58.742	2.026	5.251 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	0.692	0.231	0.598 ^{ns}
	Error	87	33.558	0.386	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	55.667	1.920	1.526 ^{ns}
	ระดับน้ำตาล	3	42.033	14.011	11.136 ^{**}
	Error	87	109.467	1.258	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	78.200	2.697	4.371 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	9.333	3.111	5.043 ^{**}
	Error	87	53.667	0.617	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	73.742	2.543	2.851 ^{**}
	ระดับน้ำตาล	3	40.142	13.381	15.000 ^{**}
	Error	87	77.608	0.892	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ
ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลานิลที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	59.473	2.051	3.750 ^{**}
	ระยะเวลา	4	3.757	0.939	1.717 ^{ns}
	Error	116	63.443	0.547	
สี	ผู้ทดสอบ	29	44.893	1.548	2.903 ^{**}
	ระยะเวลา	4	2.143	0.536	1.005 ^{ns}
	Error	116	61.857	0.533	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	45.375	1.565	2.546 ^{**}
	ระยะเวลา	4	5.700	1.425	2.318 ^{ns}
	Error	116	71.300	0.615	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	43.133	1.487	1.916 ^{**}
	ระยะเวลา	4	5.133	1.283	1.653 ^{ns}
	Error	116	90.067	0.776	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	17.508	0.604	1.656 [*]
	ระยะเวลา	4	0.917	0.229	0.629 ^{ns}
	Error	116	42.283	0.365	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	28.268	0.975	2.017 ^{**}
	ระยะเวลา	4	2.127	0.532	1.10 ^{ns}
	Error	116	56.073	0.483	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ
ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็งจากปลาอุกที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	56.833	1.960	3.125 ^{**}
	ระยะเวลา	4	5.250	1.312	2.093 ^{ns}
	Error	116	72.750	0.627	
สี	ผู้ทดสอบ	29	39.368	1.358	2.332 ^{**}
	ระยะเวลา	4	4.377	1.094	1.880 ^{ns}
	Error	116	67.523	0.582	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	32.048	1.105	2.198 ^{**}
	ระยะเวลา	4	7.890	1.972	3.924 ^{**}
	Error	116	58.310	0.503	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	24.935	0.860	1.189 ^{ns}
	ระยะเวลา	4	5.693	1.423	1.968 ^{ns}
	Error	116	83.907	0.723	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	34.293	1.183	2.078 ^{**}
	ระยะเวลา	4	3.377	0.844	1.483 ^{ns}
	Error	116	66.023	0.569	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	18.360	0.633	1.152 ^{ns}
	ระยะเวลา	4	2.877	0.719	1.309 ^{ns}
	Error	116	63.723	0.549	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

ตารางภาคผนวก ค12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ
ผลิตภัณฑ์นักเกตปลาหมึกแช่เยือกแข็งจากปลาสดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

ลักษณะที่ทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	29	61.368	29	2.116 ^{**}
	ระยะเวลา	4	5.860	1.465	2.025 ^{ns}
	Error	116	83.940	0.724	
สี	ผู้ทดสอบ	29	46.273	1.596	2.792 ^{**}
	ระยะเวลา	4	4.907	1.227	2.146 ^{ns}
	Error	116	66.293	0.571	
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	29	52.993	1.827	1.580 [*]
	ระยะเวลา	4	6.227	1.557	1.346 ^{ns}
	Error	116	134.173	1.157	
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	29	51.600	1.779	1.455 ^{ns}
	ระยะเวลา	4	4.533	1.133	0.927 ^{ns}
	Error	116	141.867	1.223	
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	29	42.748	1.474	2.362 ^{**}
	ระยะเวลา	4	3.607	0.902	1.445 ^{ns}
	Error	116	72.393	0.624	
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	29	26.673	0.920	1.283 ^{ns}
	ระยะเวลา	4	0.040	0.010	0.014 ^{ns}
	Error	116	83.160	0.717	

หมายเหตุ : ^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.01$)





ภาพผนวกที่ 1ง นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลานิล (ก่อนทอด)



ภาพผนวกที่ 2ง นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลานิล (หลังทอด)



ภาพผนวกที่ 3ง นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลาดุก (ก่อนทอด)



ภาพผนวกที่ 4ง นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลาดุก (หลังทอด)



ภาพผนวกที่ 5ง นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลาสวาย (ก่อนทอด)



ภาพผนวกที่ 6ง นักเกตปลาหมักแช่เยือกแข็ง
จากปลาสวาย (หลังทอด)