



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

Development of Ready to Eat Nham-pla Product by Using Pure Culture

นามผู้วิจัย นางสาวศิริโชค วงศ์ศรีไพศาล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วลัยรัตน์ จันทรปานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

Development of Ready to Eat Nham-pla Product by Using Pure Culture

โดย

นางสาวสิริโชค วงศ์ศรีไพศาล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2552

ศิริโชค วงศ์ศรีไพศาล 2552: การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโกลโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
วลัยรัตน์ จันทรปานนท์, Ph.D. 138 หน้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโกลที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต จากการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคทำให้ได้แนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโกลที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกรัดหัวท้าย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 เซนติเมตร สูงประมาณ 10 เซนติเมตร ประสานโดยการทอดและบรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมปลาโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต พบว่า เชื้อบริสุทธิ์ของ *Lactobacillus plantarum* TISTR 854 จะให้แฮมปลาที่มีค่า pH ที่ต่ำและปริมาณกรดที่สูง และมีคะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่นและความชอบรวมสูงกว่าแฮมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ ดังนั้น จึงคัดเลือกเชื้อบริสุทธิ์ของ *L. plantarum* TISTR 854 ไปใช้ในการผลิตแฮมปลา โดยเติมลงไปปริมาณเริ่มต้น 10^6 CFU/g ของปริมาณแฮมปลาที่ผลิต แล้วจึงนำไปหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการพัฒนาสูตร ได้สูตรที่ใช้ในการผลิตซึ่งประกอบด้วย เนื้อปลาสด ข้าวสุกบด กระเทียมบด เกลือ และน้ำตาล ร้อยละ 69, 13.8, 13.8, 2 และ 1.4 ตามลำดับ และสารละลายเชื้อบริสุทธิ์ของ *L. plantarum* TISTR 854 ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU/ml ปริมาณ 1 มิลลิลิตรต่อแฮมปลา 100 กรัม จากการศึกษาอุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอดแฮมปลา พบว่า แฮมปลาที่ทอดที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที มีคะแนนความชอบด้านสีน้ำตาลของเปลือกนอกมากที่สุด ดังนั้นจึงคัดเลือกสภาวะดังกล่าวไปใช้ในการผลิตแฮมปลาพร้อมบริโกล ผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโกลที่พัฒนาได้ มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง/สีเขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง/สีน้ำเงิน (b^*) เท่ากับ 54.39, 10.64 และ 22.97 ตามลำดับ มีค่าความแข็ง การเกาะรวมตัวกัน ความยืดหยุ่น และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว เท่ากับ 68.86 N, 0.28, 5.16 mm และ 99.70 Nmm ตามลำดับ มีค่า pH เท่ากับ 4.41 ปริมาณกรดแลคติก เกลือ โปรตีนไขมัน ความชื้นและเถ้าร้อยละ 1.26, 2.49, 17.62, 8.36, 65.78 และ 3.50 ตามลำดับ และมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภค จากการทดสอบผู้บริโภค พบว่า ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย (5.94) โดยร้อยละ 76 ของผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และร้อยละ 59 คิดสินใจจะซื้อผลิตภัณฑ์ จากการศึกษายาสูบการเก็บ พบว่า ผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโกลที่บรรจุลงลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE แบบสุญญากาศ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้ 15 วัน

Sirichok Wongsripaisan 2009: Development of Ready to Eat Nham-pla Product by Using Pure Culture. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Assistant Professor Walairat Chantarapanont, Ph.D. 138 pages.

The aim of this research was to develop ready to eat Nham-pla product by using pure culture. Results from behavior and demand of consumer study gave product idea for developing ready to eat Nham-pla product which were cylindrical form tied at head and tail, 3.5 cm in diameter and 10 cm in height, cooked by frying and vacuum packed in plastic bag. From study development of Nham-pla product by using pure culture, it was found that *Lactobacillus plantarum* TISTR 854 gave the lowest pH and the highest acidity. Springiness and overall liking score of Nham-pla with pure culture of *L. plantarum* TISTR 854 was higher than Nham-pla without pure culture. So *L. plantarum* TISTR 854 was selected to use in Nham-pla production with 10^6 CFU/g of Nham-pla mixture and was incubated at 30°C for 24 hours. Developed Nham-pla formula included 69% minced fish, 13.8% ground cooked rice, 13.8% minced garlic, 2% salt and 1.4% sugar, respectively, and 1 ml of *L. plantarum* TISTR 854 at 10^8 CFU/ml was inoculated in 100 g of Nham-pla mixture. Initial oil temperature and frying time were studied and the results showed that frying Nham-pla at 150°C of initial oil temperature for 6 minutes gave the most brown crust liking score. Therefore, this condition was used in ready to eat Nham-pla production. Developed ready to eat Nham-pla product had L*, a* and b* value of 54.39, 10.64 and 22.97, respectively, and hardness of 68.86 N, cohesiveness of 0.28, springiness of 5.16 mm and chewiness of 99.70 Nmm. It had pH of 4.41 and 1.26% lactic acid, 2.49% salt, 17.62% protein, 8.36% fat, 65.78% moisture and 3.50% ash. Microbiological quality of the product was in standard of chilled cook food. Consumer test showed that consumer liked the product a little (5.94) and 76% of them accepted the product and 59% of consumers decided to buy the product. Shelf life study showed that ready to eat Nham-pla product vacuum packed in Nylon/LLDPE laminated bag could be kept at refrigerator temperature (4°C) for 15 days.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ แก่ข้าพเจ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.วลัยรัตน์ จันทรปานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ.ดร.เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และ รศ.ดร.นงนุช รักสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในระหว่างดำเนินการวิจัยตลอดทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.หทัยรัตน์ ริมศิริ ประธานการสอบ และ รศ.ดร.วิชัย หลุทัยธนาสันต์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์แห่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวของข้าพเจ้าสำหรับความรัก ความห่วงใยและกำลังใจที่ดีเสมอมา ตลอดจนผู้มีพระคุณท่านอื่นๆ และเพื่อนๆ ที่มีได้เอยถึงในที่นี้ที่มีส่วนทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิจัยได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และสุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอมอบส่วนที่ดีของวิทยานิพนธ์ให้แก่ครูบาอาจารย์ และท่านผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยและขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

สิริโชค วงศ์ศรีไพศาล

ตุลาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	31
อุปกรณ์	31
วิธีการ	33
ผลและวิจารณ์	45
สรุปและข้อเสนอแนะ	94
สรุป	94
ข้อเสนอแนะ	96
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	97
ภาคผนวก	102
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม	103
ภาคผนวก ข การอภิปรายแบบกลุ่ม	123
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา	126
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	138

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สูตรพื้นฐานของแหนมปลา (ร้อยละ)	36
2	ผลิตภัณฑ์แหนมปลาดิบที่วางจำหน่ายในท้องตลาด	46
3	ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านประเภทเนื้อสัตว์แปรรูปพร้อมอุณหภูมิจากที่วางจำหน่ายในตู้แช่เย็นร่วมกับผลิตภัณฑ์แหนมปลา	52
4	ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจซื้อ	56
5	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความสนใจซื้อ	57
6	ความต้องการของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค	59
7	คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แหนมปลาจากท้องตลาดจำนวน 4 ตัวอย่าง (แหนมดิบ)	63
8	คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แหนมปลาจากท้องตลาดจำนวน 4 ตัวอย่าง (แหนมทอด)	64
9	คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของแหนมปลาสูตรพื้นฐาน 3 สูตร	65
10	ระดับความพอดีในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของแหนมปลาสูตรที่ 3 (ร้อยละ)	66
11	การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในแหนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียแลคติกกลุ่ม homofermentative เปรียบเทียบกับแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	67
12	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติก (%) ในแหนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียแลคติกกลุ่ม homofermentative เปรียบเทียบกับแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	68
13	คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของแหนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ (แหนมดิบ)	70
14	คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของแหนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ (แหนมทอด)	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ระดับความพอดีในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของเหนมปลาสูตรที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สายพันธุ์เดี่ยวของ <i>L. plantarum</i> (ร้อยละ)	73
16	ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	73
17	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เหนมปลาจากท้องตลาด	76
18	คะแนนความชอบในด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เหนมปลาจากท้องตลาด (เหนมทอด)	77
19	คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของเหนมปลาที่ทอดที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้นและระยะเวลาการทอดต่างๆ	79
20	คะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของเหนมปลาที่อุ่นในสถานะต่าง ๆ	80
21	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	81
22	คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภค	82
23	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม	84
24	ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์	86
25	คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	87
26	การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน	91
27	คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน	92

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรรมวิธีการผลิตแหนมปลาสูตรที่ 1 และ 3	37
2	กรรมวิธีการผลิตแหนมปลาสูตรที่ 2	38
3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ก) และปริมาณแบคทีเรียแลคติก (ข) ของแหนมปลาที่หมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ของ <i>P. pentosaceus</i> TISTR 423 (◆), <i>L. pentosus</i> TISTR 853 (▲), <i>L. plantarum</i> TISTR 854 (■) และแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ (✕) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	69
4	ลักษณะปรากฏภายนอกของแหนมปลา (จากซ้ายไปขวา) ที่ทอดที่อุณหภูมิ 140°C 6 นาที, 140°C 7 นาที, 150°C 6 นาที, 150°C 7 นาที, 160°C 6 นาที และ 160°C 7 นาที	78
5	ผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	83
6	ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อวิธีการบริโภคผลิตภัณฑ์	85
7	ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์	86
8	การยอมรับผลิตภัณฑ์	88
9	ความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์	88
10	การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน	89
11	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน	90
12	การยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 วัน	92
13	การพบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 วัน	93

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

Development of Ready to Eat Nham-pla Product by Using Pure Culture

คำนำ

ในปัจจุบันอาหารพร้อมบริโภคเริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของผู้บริโภคมากขึ้น อัตราการขยายตัวของตลาดทั้งในและต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของครอบครัวเดี่ยวขนาดเล็กและผู้หญิงที่ทำงานนอกบ้าน รวมทั้งแนวโน้มการจับจ่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตที่เพิ่มสูงขึ้น ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ต้องการอาหารที่เตรียมง่าย ประหยัดเวลา ราคาเหมาะสม มีให้เลือกหลายชนิด และมีคุณค่าทางโภชนาการ (ปาริชาติและคณะ, 2544)

แหนมปลา หรือส้มปลาก เป็นอาหารหมักพื้นบ้านของไทยที่ทำจากเนื้อปลาดิบ มีรสเปรี้ยวและเค็ม เนื้อสัมผัสแน่นและยืดหยุ่น จัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและเป็นแหล่งของโปรตีน สามารถรับประทานได้ทั้งแบบดิบหรือแบบสุก (Valyasevi and Rolle, 2002) อย่างไรก็ตามการหมักแหนมปลายังคงอาศัยวิธีการหมักตามธรรมชาติ ดังนั้นการควบคุมคุณภาพจึงเป็นไปได้ยากและมีโอกาสเสี่ยงจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ มีรายงานการตรวจพบ *Salmonella* sp., *Clostridium perfringens* และเชื้อรา ในตัวอย่างแหนมปลาที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร จึงบ่งชี้ได้ว่าแหนมปลาเป็นอาหารที่มีความเสี่ยงสูงในการบริโภค อาจก่อให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษได้ (เขาวเรศและคณะ, 2545) การนำเอาเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นมาใช้ในการหมักแหนมปลาจะช่วยให้แหนมปลามีความปลอดภัยในการบริโภคมากขึ้น เนื่องจากการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโทษได้ (ไพโรจน์, 2534)

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์เริ่มต้นในการหมัก จากนั้นนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปรุงสุกพร้อมบริโภค และเก็บรักษาโดยการแช่เย็น ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้การบริโภคแหนมปลามีความปลอดภัยและสะดวกมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์แหนมปลาและผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็นและสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต
3. เพื่อศึกษากรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคและสภาวะในการอุ่นผลิตภัณฑ์
4. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว
5. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค
6. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

การตรวจเอกสาร

1. แหนมปลา

แหนมปลา (Nham-pla) หรือ ส้มฟัก (Som-fug) เป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่ทำมาจากเนื้อปลาบดผสมกับข้าวสุก เกลือ และกระเทียม แล้วนำไปอัดให้แน่นในภาชนะบรรจุ หมักจนมีรสเปรี้ยว คนไทยในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีความคุ้นเคยกับอาหารประเภทนี้มากกว่าภาคอื่นๆ โดยเฉพาะในจังหวัดลพบุรี และสระบุรี (นฤคมและเพ็ญขวัญ, 2529) อาจมีการเรียกชื่ออื่นที่แตกต่างไปจากนี้ตามรายงานของ National Research Council of Thailand [NRCT] (1981-1982) เช่น ส้มดอก (Som-doc, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ปลาฟัก (Pla-fug, ภาคเหนือ) ปลาหมัก (Pla-mug, ภาคตะวันออก) ฟักส้ม (Fug-som, บางหมู่บ้านในภาคอีสานตอนบน)

แหนมปลาจะมีตั้งแต่สีขาวจนถึงสีน้ำตาลหรือออกแดง ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาที่ใช้และวิธีการผลิต แหนมปลาที่หมักได้ทีไรจะมีรสค่อนข้างเปรี้ยวและเค็ม เนื้อสัมผัสแน่นและยืดหยุ่น ในการรับประทานอาจรับประทานแบบดิบหรือนำไปปรุงให้สุกก่อนรับประทาน (Valyasevi and Rolle, 2002)

แหนมปลาจัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นแหล่งของโปรตีน และมีไขมันต่ำ จากรายงานของ Riebroy *et al.* (2004) พบว่า แหนมปลาที่จำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 7 ยี่ห้อ มีองค์ประกอบทางเคมี คือ โปรตีน 11.4 – 16.2 % ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของเนื้อปลาบดที่ใช้ในการผลิต ไขมัน 1.13 – 1.56 % ความชื้น 69.66 – 77.08 % เถ้า 2.63 - 4.29 % เกลือ 3.08 – 3.95 % ปริมาณกรดทั้งหมด 1.42 – 2.35 % และ pH เท่ากับ 4.56 – 4.60

1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแหนมปลา

1.1.1 ปลา ปลาที่นำมาใช้ในการผลิตแหนมปลา ได้แก่ ปลาน้ำจืดชนิดต่าง ๆ เช่น ปลาเค้า (*Wallagonia altu* Bloch) ปลาเค้าดำ (*Wallagonia miostoma* Vaillant) ปลาทราย (*Notopterus chitala* Buchanan) ปลาเทโพ (*Pangasius larnaudii* Bocourt) ปลาสาบ (Pangasius pangasius Hamilton) ปลาเนื้ออ่อน (*Kryptopterus bleekeri* Günther) ปลาตะเพียน (*Puntius* sp.) ปลาสร้อย (*Cyclocheilichthys* sp.) ปลาชะโด (*Ophicephalus micropeltes*) ปลาตลาด (*Notopterus notopterus*)

Pallas) ปลายี่สก (*Probarbus jullieni*) ปลาช่อน (*Ophicephalus* sp.) และปลานิล (*Oreochromis* sp.) เป็นต้น (NRCT, 1981-1982)

การเลือกชนิดของปลาเพื่อนำมาทำแหนมปลาเป็นสิ่งสำคัญมาก ปลาที่นำมาใช้ควรมีเนื้อแน่นและเหนียว เพื่อให้ได้แหนมปลาที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสดี การใช้ปลาที่เนื้อไม่เหนียวพอ จะทำให้ได้แหนมปลาที่มีเนื้อละเอียด ไม่จับตัวแน่น นอกจากนี้ควรใช้ปลาที่สดเพราะการใช้ปลาที่ไม่สดจะทำให้แหนมปลาที่ได้มีกลิ่นคาว ปลาที่นิยมใช้ คือ ปลาชะโดหรือปลาสาคร เพราะมีเนื้อแน่นและเหนียว ซึ่งจะทำให้ได้แหนมปลาที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสดี (นาถสุดา, 2522) การใช้ปลาทะเลในการผลิตแหนมปลา จะทำให้ได้แหนมปลาที่มีกลิ่นคาว และเนื้อสัมผัสไม่เหนียวแน่นเท่ากันดีเท่ากับการใช้ปลาน้ำจืด อีกทั้งอายุการเก็บรักษาของแหนมปลาที่ทำจากปลาทะเลยังสั้นกว่าแหนมปลาที่ทำจากปลาน้ำจืดอีกด้วย (นฤดมและเพ็ญขวัญ, 2529) จากรายงานของ Yamprayoon *et al.* (1998) พบว่า การใช้ปลาทะเลในการผลิตสัมผัสไม่ประสบความสำเร็จ โดยสัมผัสที่ผลิตจากปลาทะเลจะมีกลิ่นเหม็นเน่า (putrid spoilage off odors) หลังจากการหมักเพียง 2-3 วัน ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับ

มัทนาและคณะ (2542) ได้ทดลองผลิตแหนมจากปลาน้ำจืดและปลาทะเล พบว่า แหนมที่ทำจากปลาช่อน (*Pangasius hypophthalmus*) และปลานิล (*Oreochromis nilotica*) ซึ่งเป็นปลาน้ำจืด ผู้ชิมให้การยอมรับในทุกลักษณะคือ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ในขณะที่แหนมจากปลาน้ำจืดอกไม้ (*Sphyræna* spp.) และปลาทรายแดง (*Nemipterus* spp.) ซึ่งเป็นปลาทะเลผู้ชิมให้การยอมรับเฉพาะกลิ่นและสี เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของแหนมปลา พบว่า ปริมาณกรดแลคติกในแหนมที่ทำจากปลาน้ำจืดสูงกว่าแหนมที่ทำจากปลาทะเล ซึ่งสอดคล้องกับค่า pH ซึ่งมีค่าต่ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวมากกว่า

สมยศและคณะ (2546) ได้ทดลองนำปลาน้ำจืดที่เป็นปลาเศรษฐกิจ 5 ชนิด คือ ปลาดุก ปลาดู ปลาตะเพียน ปลาช่อน ปลาทาบพิม และ ปลานิล มาผลิตแหนมปลา โดยใช้สูตรแหนมปลาของแม่น้อย ซึ่งประกอบด้วย เนื้อปลา 1,000 กรัม ข้าวสุก 335 กรัม กระเทียมบด 250 กรัม เกลือ 25 กรัม และน้ำตาลทราย 42 กรัม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับแหนมจากปลาดุกมากที่สุด รองลงมาคือ แหนมจากปลาตะเพียน แหนมจากปลานิล แหนมจากปลาทาบพิม และแหนมจากปลาช่อนตามลำดับ

1.1.2 ข้าวสุก ข้าวสุกใช้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสำหรับแบคทีเรียแลคติกในกระบวนการหมักส้มผัก ในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่มีการเติมแหล่งคาร์โบไฮเดรตจะเกิดการหมักที่รวดเร็วกว่าและให้รสเปรี้ยว (Saisithi *et al.*, 1986) ข้าวที่ใช้ในการผลิตเหนหม คือ ข้าวเจ้า (สมัยศและคณะ, 2546) โดยข้าวที่นำมาใช้ในการผลิตต้องเป็นข้าวที่แข็ง หุงขึ้นหม้อ เช่น ข้าวเสาไห้หรือ ข้าวขาวตาแห้ง หากเป็นข้าวอ่อนหรือข้าวหอมมะลิ จะทำให้ส้มผักและ ไม่จับตัวเป็นก้อน (เหมวดี, 2543) ปริมาณที่ใส่ตั้งแต่ 2-20% (Adams *et al.*, 1985)

การเติมข้าวสุกลงไปในผลิตภัณฑ์ ถ้าเติมในปริมาณที่มากจะทำให้การหมักสั้นลง เช่น ถ้าใส่ข้าว 25% จะใช้เวลาหมัก 2 วัน แต่ถ้าใส่ 15% จะใช้เวลาหมัก 3 วันจึงจะรับประทานได้ ขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภคว่าชอบรสเปรี้ยวขนาดไหน แต่การใส่ข้าวมากเกินไป จะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อยู่ และมีรสเปรี้ยว แต่ถ้าน้อยเกินไปจะทำให้แบคทีเรียแลคติกขาดอาหาร ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสียได้ (นฤตมและเพ็ญขวัญ, 2529)

Saisithi *et al.* (1986) ได้ศึกษาผลของปริมาณข้าวสุกต่อคุณภาพของส้มผัก พบว่า ปริมาณข้าวสุกที่เหมาะสมคือ 15 % ของน้ำหนักปลา เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสและรสชาติโดยรวมที่ดี นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาผลของการใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพของส้มผัก โดยได้ทดลองใช้ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว มันสำปะหลัง และแป้งมันสำปะหลัง เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต พบว่า ส้มผักที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต การเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดจะช้ากว่าส้มผักที่ใช้ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว หรือมันสำปะหลัง เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังด้อยในเรื่องกลิ่นรส เนื้อสัมผัสนุ่มและมีรสเปรี้ยว มีรสขมเล็กน้อย ถึงแม้ว่าลักษณะปรากฏจะมีเนื้อสัมผัสที่เรียบและแห้งกว่าก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามผู้ชิมชอบส้มผักที่ใช้ข้าวเจ้าในการผลิตมากที่สุดรองลงมา คือ ข้าวเหนียว และมันสำปะหลัง ตามลำดับ

1.1.3 เกลือ เกลือเป็นเครื่องปรุงรสเค็มที่รู้จักกันมานาน เราใช้เกลือในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมีสูตรทางเคมี คือ NaCl เกลือที่ใช้ในการบริโภคมี 2 ชนิดด้วยกัน คือ เกลือสมุทร (Solar salt) และเกลือสินเธาว์ (Rock salt) (อบเชยและชนิษฐา, 2544) เกลือที่นิยมใช้บริโภคและใช้ในอุตสาหกรรมปลาหมัก คือ เกลือสมุทร เพราะหาง่าย ราคาถูก และการขนส่งไปมาสะดวก (มัทนา, 2545)

ในการผลิตส้มผักปริมาณเกลือที่ใช้มีตั้งแต่ 1-3% จนถึง 15% (Adams *et al.*, 1985) แต่ตามรายงานของ Saisithi *et al.* (1986) ซึ่งได้ศึกษาการผลของการใส่เกลือในระดับต่างๆ

ต่อคุณภาพของสั้มฟัก โดยแปรผันปริมาณเกลือที่ 1.5, 2.5, 3.0, 4.0 และ 5.0 % ของน้ำหนักรูปปลา พบว่า ยิ่งเติมเกลือน้อย การผลิตกรดจะยิ่งเร็ว โดยค่า pH ของสั้มฟักที่ใส่เกลือที่ระดับต่างๆ หลังหมักเป็นเวลา 4 วันนั้น ไม่แตกต่างกัน แต่การใส่เกลือน้อยกว่า 3% จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นคาวปลา ดังนั้นปริมาณเกลือที่เหมาะสม คือ 4-5 % ของน้ำหนักรูปปลา

จากรายงานของ ผ่องเพ็ญ และสุภาพรรณ (2528) พบว่า การใส่เกลือระหว่าง 1-2 % จะทำให้ค่าความเป็นกรดต่ำ (pH) ของผลิตภัณฑ์ลดลงเร็วมาก คือใช้เวลาเพียง 2-3 ชั่วโมง ค่า pH จาก 6 จะลดลงถึง 4-5 และจะลดลงถึง 4.0 ในระยะเวลาเพียง 1 วัน แต่ถ้านำไปผลิตภัณฑ์ไปบ่มที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส จะต้องใช้เวลา 7-10 วัน สำหรับปริมาณเกลือที่เหมาะสมคือ 3-4 %

1.1.4 กระเทียม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการหมักสั้มฟัก โดยเป็นตัวให้กลิ่นรสกับสั้มฟัก ช่วยขจัดกลิ่นคาวปลา (Saisithi *et al.*, 1986) และยังเชื่อว่ากระเทียมจะมีผลในการต่อต้านจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียแกรมลบ และเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสำหรับการเจริญของแบคทีเรียแลคติก จากการทดลองแยกเชื้อแบคทีเรียแลคติกจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสั้มฟักและในกระบวนการหมักสั้มฟักของ Paludan-Müller *et al.* (1999) พบว่า เชื้อแบคทีเรียแลคติกที่พบมีทั้งสายพันธุ์ที่หมักกระเทียมและหมักแป้งได้ แต่สายพันธุ์ที่หมักแป้งได้พบในปริมาณน้อยกว่าและไม่พบในระหว่างการหมักสั้มฟัก ในขณะที่สายพันธุ์ที่หมักกระเทียมพบตลอดกระบวนการหมัก และจากการใช้เชื้อผสมของสายพันธุ์ที่หมักแป้ง (the mixed cultures of starch fermenting strains, mix S) เชื้อผสมของสายพันธุ์ที่หมักกระเทียม (the mixed cultures of garlic fermenting strains, mix G) และเชื้อผสมระหว่างสายพันธุ์ที่หมักแป้งและหมักกระเทียม (the mixed cultures of starch and garlic fermenting strains, mix G/S) ในการหมักสั้มฟัก พบว่าเชื้อผสมของสายพันธุ์ที่หมักแป้ง (mix S) ไม่สามารถหมักสั้มฟักได้และสั้มฟักจะเสียภายใน 3 วัน แต่เชื้อผสมของสายพันธุ์ที่หมักกระเทียม (mix G) และเชื้อผสมระหว่างสายพันธุ์ที่หมักแป้งและหมักกระเทียม (mix G/S) สามารถหมักสั้มฟักได้ แต่อัตราการหมักของเชื้อผสมของสายพันธุ์ที่หมักกระเทียม (mix G) จะช้ากว่า แสดงว่ากระเทียมเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญสำหรับการเจริญของแบคทีเรียแลคติกในสั้มฟัก นอกจากนี้ยังพบว่า สั้มฟักที่ไม่เติมกระเทียมจะมี aerobic count (ไม่รวมแบคทีเรียแลคติก) ใน 2 วันแรกของการหมักมากกว่าสั้มฟักที่เติมกระเทียม แสดงว่ากระเทียมอาจมีบทบาทในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบและยีสต์

1.1.5 น้ำตาล ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการหมักเนื้อสัตว์เป็นส่วนช่วยให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี และสามารถสร้างกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ น้ำตาลที่ใช้มากได้แก่ น้ำตาลซูโครส มีการใช้

น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสบ้างแต่ไม่ดีเท่าซูโครส (สมยศและคณะ, 2546) การใช้น้ำตาลผสมเข้าไปในสัฟฟิประมาณ 1% จะช่วยเร่งอัตราการหมักให้เร็วขึ้น เพราะแบคทีเรียแลคติกไม่ต้องเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลก่อนที่จะเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติก (นฤดมและเพ็ญขวัญ, 2529)

1.2 กระบวนการผลิตหมกปลา

กระบวนการผลิตหมกปลาหรือสัฟฟิแบบพื้นบ้าน (Traditional method) เริ่มจากนำเนื้อปลาไปสับและผสมกับเกลือ ข้าวสุกและกระเทียม จนกระทั่งเหนียว จากนั้นนำไปอัดให้แน่นในกะละมังแล้วปิดด้วยแผ่นพลาสติก หรือแบ่งเป็นส่วนเล็กๆ แล้วห่อด้วยใบตองหรือบรรจุในถุงพลาสติก แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง ($30-32^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 3 – 4 วัน (Saisithi *et al.*, 1986) รายงานบางฉบับอาจมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างจากนี้ไปบ้างในบางขั้นตอน

ตามรายงานของ นาถสุตา (2522) เนื้อปลาที่ผ่านการแล่หนังออกจะถูกนำมาบดให้ละเอียด และนำไปเคล้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ ข้าวสุกบด เกลือป่น กระเทียมบด และดินประสิวเล็กน้อย ส่วนผสมทั้งหมดจะถูกนวดให้เข้ากัน และบดให้ละเอียด 2 – 3 ครั้ง จากนั้นนวดให้เข้ากันจนเหนียว อัดใส่ขามกะละมัง ปิดหน้าด้วยพลาสติกให้แน่น หมักไว้ 3 – 5 วัน

ตามรายงานของ NRCT (1981-1982) กระบวนการผลิตสัฟฟิเริ่มจากสับเนื้อปลาให้ละเอียด ใส่ลงไปในถุงผ้าแล้วบีบน้ำออก ผสมกับเกลือในอัตราส่วนปลา 10 ส่วนต่อเกลือ 1 ส่วน โดยน้ำหนัก เติมข้าวสุก 2 ส่วน และกระเทียม 1 ส่วน ผสมให้เข้ากัน บรรจุให้แน่นในภาชนะขนาดใหญ่ ปิดด้วยตาข่ายหรือใบอย่างหลวม ๆ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 – 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

Adams *et al.* (1985) ได้กล่าวถึงการผลิตสัฟฟิว่า เนื้อปลาน้ำจืดจะถูกบดผสมกับเกลือ ข้าวสุก กระเทียม จนกระทั่งเหนียว อาจมีการเติมแป้งมันลงไปด้วย จากนั้นนำไปอัดใส่ถุงพลาสติกห่อให้แน่น หมักเป็นเวลา 5 วัน แต่อาจใช้เวลา 10 วันในการหมักในตู้เย็น

ในรายงานของ ผ่องเพ็ญ และสุภาพรรณ (2528) หลังจากที้นำปลามาตัดหัวและควักไส้แล้วเอาเฉพาะเนื้อปลาและแล่หนังปลาทิ้งแล้ว เนื้อปลาจะถูกนำมาล้างหลาย ๆ ครั้งให้สะอาดจนน้ำล้างไม่มีสีเลือด แล้วนำไปบดให้ละเอียด แล้วนำไปนวดกับเกลือ ข้าวสุกบด และกระเทียม

จนกระทั่งเหนียวเป็นเนื้อเดียวกันดีแล้ว จึงนำไปห่อและอัดให้แน่น ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 3 องศาเซลเซียส) และ 5-10 วัน ที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส

Yamprayoon *et al.* (1998) ได้อธิบายถึงกระบวนการผลิตส้มฟักของโรงงานผลิตส้มฟักในจังหวัดลพบุรีว่า เนื้อปลาจะถูกนำมาแช่เนื้อและเก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงก่อนจะนำมาบด เนื้อปลาบดจะถูกนำมาผสมกับเกลือและเก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นเวลาอีก 4 ชั่วโมง ส่วนผสมอื่น ได้แก่ กระเทียมบด ข้าวสุกบด พริกไทยและน้ำจะถูกนำมาผสมให้เข้ากันแล้ว ทิ้งไว้ในตู้เย็นจนกระทั่งทำการผลิต เนื้อปลาบดผสมกับเกลือและส่วนผสมอื่น ๆ ที่เตรียมไว้จะถูกนำมาผสมให้เข้ากันจนเหนียว บรรจุในภาชนะบรรจุแล้วนำไปหมัก

กระบวนการผลิตแหนมปลา ตามรายงานของ มัทนาและคณะ (2542) เนื้อปลาจะถูกบดให้ละเอียดด้วยเครื่องนวดผสมอาหารประมาณ 10 นาที ขณะนวดเติมเกลือลงไปทีละน้อยจนครบตามจำนวน จากนั้นนำไปผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ หนั้หมู แครอท ข้าวสุก กระเทียมบด พริกขี้หนู คลุกส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันดี บรรจุในถุงพลาสติก ห่อให้แน่น มัดปลายทั้ง 2 ข้างด้วยหนังยาง นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง ($28-30$ องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 วัน

ในการผลิตแหนมปลา ควรใช้เฉพาะเนื้อปลา เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวและเนื้อเหนียว การมีหนังปลาติดมาด้วยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ และถ้าบดหนังปลาไม่ละเอียดจะทำให้เนื้อสัมผัสเสียไป นอกจากนี้การบดเนื้อปลาก่อนนำไปล้างน้ำเกลือ จะทำให้ล้างพวกเมือกและสารต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นไม่ดีได้อย่างทั่วถึง ช่วยลดกลิ่นคาว และยังทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหนียวขึ้นอีกด้วย ในขั้นตอนการบีบน้ำออกจากเนื้อปลาก็เป็นสิ่งสำคัญ ควรบีบน้ำออกให้มากที่สุด เพราะถ้าในผลิตภัณฑ์มีความชื้นมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์บูดง่าย (นฤดมและเพ็ญขวัญ, 2529)

การหมักส้มฟักในภาชนะบรรจุอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ แบบที่หมักโดยวิธีอัดเนื้อปลาและส่วนผสมอื่น ๆ ที่นวดให้เข้ากันดีแล้วลงในชามกะละมังใหญ่ ๆ เช่นเดียวกับการหมักแหนม ที่เรียกว่าแหนมอ่าง ซึ่งจะได้ส้มฟักออกมาเป็นลูกโตตามขนาดภาชนะ เวลาขายจะตัดแบ่งขายเป็นชิ้น ๆ และแบบที่หมักโดยการบรรจุใส่ห่อเล็ก ๆ ซึ่งอาจห่อด้วยใบตองหรืออาจห่อใส่ถุงพลาสติก (นาถสุดา, 2529) แต่การใช้ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกต่างกัน จากการศึกษาการใช้ภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ได้แก่ ถุงพลาสติก (plastic bags) กระปุกพลาสติก (small plastic container) ชาม (enameled bowl) ไส้หมู (hog casing) ไส้พลาสติก (plastic casing)

ไส้คอลลาเจน (collagen casing) ของ Saisithi *et al.* (1986) พบว่า เนื้อสัมผัสของไส้พริกที่หมักโดยใช้กระปุกและขามจะดีกว่าไส้พริกที่หมักในถุงพลาสติกและไส้สำหรับบรรจุ (casing) เมื่อเปรียบเทียบการใช้ไส้สำหรับบรรจุชนิดต่าง ๆ พบว่า การใช้ไส้พลาสติกที่ทำจากพอลิพรอพิลีน (Polypropylene: PP) จะสะดวกกว่า เพราะไส้หมูและไส้คอลลาเจนมีราคาแพง และการผลิตกรดของไส้พริกจะช้ากว่า นอกจากนี้ ไส้หมูแตกง่าย และขนาดของไส้พริกที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เมื่อเก็บเป็นเวลานานจะเกิดการปนเปื้อนที่พื้นผิวของไส้คอลลาเจนและไส้หมู ส่วนไส้พลาสติกนั้นหาได้ง่ายและใช้บรรจุได้ง่ายโดยใช้เครื่องอัดไส้กรอก (sausage stuffer) และจากการศึกษาการใช้ถุงพลาสติกชนิดต่างๆ ได้แก่ พอลิเอทิลีน (Polyethylen : PE) พอลิพรอพิลีน (Polypropylene: PP) OPP (oriented polypropylene) ลามิเนตกับ PE (OPP/PE) และ OPP ลามิเนตกับ PP (OPP/PP) พบว่า การใช้ถุงพลาสติกแบบ OPP/PP ไส้พริกที่ได้มีสีที่ค่อนข้างดีกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ การใช้ถุงพลาสติกแบบ PE จะทำให้มีกลิ่นพลาสติก ส่วนการใช้ถุงพลาสติกแบบ PP และ OPP/PE ผลผลิตกันที่ได้อาจไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน สรุปได้ว่า การใช้ถุงพลาสติกแบบ PP มีความเหมาะสมในแง่ของลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ส่วนถุงพลาสติกแบบ OPP/PP มีราคาแพง หาได้ยากและไม่ได้ดีกว่า ถุงพลาสติกแบบ PP ดังนั้น ภาชนะบรรจุของไส้พริกควรจะเป็น ไส้บรรจุที่ทำจากพลาสติกแบบ PP หรือ ถุงพลาสติกแบบ PP ขึ้นอยู่กับขนาดการผลิตและเครื่องมือที่มีอยู่

1.3 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องและพบในกระบวนการหมักไส้พริก ได้แก่ แบคทีเรียแลคติก เช่น *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp. และจุลินทรีย์อื่น ๆ เช่น *Staphylococcus* spp. เป็นต้น ตามรายงานของ NRCT (1981-1982) จุลินทรีย์ที่พบในไส้พริก ได้แก่ *Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus brevis*, *Staphylococcus* spp. และ *Bacillus* spp. และในรายงานของ Tanasupawat and Komagata (1995) จุลินทรีย์ที่พบในไส้พริกคือ *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sake* และ *Pediococcus pentosaceus*

นาอสุดา (2522) ได้ศึกษาจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างการหมักไส้พริก พบว่า จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญและจำเป็นในกระบวนการหมักไส้พริก ได้แก่ *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae* และ *Staphylococcus* spp. โดย *L. brevis* และ *P. cerevisiae* น่าจะเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดกรดแลคติก และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ เพราะพบตลอดกระบวนการหมัก แต่ *L. brevis* จะมีบทบาทมากกว่า เนื่องจากพบในปริมาณมากกว่า ส่วน *Staphylococcus* spp. น่าจะมีบทบาทในการย่อยสลายโปรตีนและไขมันในเนื้อปลา เนื่องจากพบเฉพาะในช่วงแรกของการหมัก ซึ่งสอดคล้อง

กับรายงานของ Saisithi *et al.* (1986) ที่กล่าวว่า *L. brevis* และ *P. pentosaceus* เป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการสร้างกรดแลคติกและกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสเฉพาะของส้มฟักในระหว่างกระบวนการหมัก ในขณะที่ *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus* spp, *Pediococcus* spp และ *Staphylococcus* spp น่าจะเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทรองลงมา

Paludan-Müller *et al.* (1999) ได้ศึกษาแบคทีเรียแลคติกที่มาจากวัตถุดิบและที่พบในระหว่างการหมัก พบว่า ในวัตถุดิบจำพวกเนื้อปลาและปลาบดจะพบ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* และ *Leuconostoc citreum* ในข้าวสุกจะพบ *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* ในกระเทียมและใบตองจะพบ *Weissella confuse* นอกจากนี้ในวัตถุดิบจำพวกเนื้อปลาและกระเทียมยังพบ *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus* และ *Pediococcus pentosaceus* อีกด้วย จากการศึกษาจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างการหมัก พบว่า ในช่วงต้นของกระบวนการหมัก จุลินทรีย์เด่นที่พบ ได้แก่ *Leuconostoc* spp., *Lactobacillus brevis* และ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ส่วนจุลินทรีย์ที่พบต่อมาจากสิ้นสุดกระบวนการหมัก คือ แบคทีเรียแลคติกสายพันธุ์ที่ทนกรดมากกว่าพวกแรก ได้แก่ *Lactobacillus curvulus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus pentosus* และ *Lactobacillus plantarum*

จากรายงานของมัทนาและคณะ (2542) แบคทีเรียแลคติกที่พบในแฮมปลามากที่สุดคือ *Leuconostoc mesenteroides* 23 สายพันธุ์ พบรองลงมาก็คือ *Lactobacillus plantarum* 6 สายพันธุ์, *Pediococcus damnosus* และ *Lactobacillus leichmanii* พบเท่ากันชนิดละ 3 สายพันธุ์ เช่นเดียวกับ *Lactobacillus delbrueckii* และ *Lactobacillus brevis* พบชนิดละ 2 สายพันธุ์ ส่วน *Lactobacillus acidophilus* พบเพียงสายพันธุ์เดียว

2. การใช้ลำเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมัก

ปัจจุบันแบคทีเรียแลคติกถูกนำมาใช้ในอาหารหมักชนิดต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์นม เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ดอง เช่น กิมจิ ผักกาดดอง ผลิตภัณฑ์ปลา เช่น ปลาร้า ปลาซึ่ม ปลาจ่อม ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น แฮม ไส้กรอกเปรี้ยว นอกจากนั้นยังมีการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์บางชนิด เช่น หนุ่ยหมัก เป็นต้น โดยกิจกรรมหลักของแบคทีเรียแลคติกต่อผลิตภัณฑ์อาหาร คือ เปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตในส่วนผสมของอาหารให้เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ กรดแลคติก กรดแอซิติก เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสาร

เหล่านี้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะ นอกจากนั้นยังได้ผลิตภัณฑ์บางอย่างที่มีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น แบคทีเรียโอซิน (ปิ่นมณี, 2546)

การใช้กลีบแบคทีเรียแลคติกเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เกิดขึ้นภายหลังจากที่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกลีบเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์นมหมักได้ผลแล้ว โดยเริ่มใช้กลีบ *Pediococcus cerevisiae* หมักได้สักรอกเป็นครั้งแรกในสหรัฐอเมริกาในปี 1955 กลีบที่ใช้เป็นกลีบไลโอไฟล์ไลส์ที่มีชื่อทางการค้าว่า ACCEL และในปี 1958 American Meat Institute Foundation ของสหรัฐอเมริกาได้ยอมรับการใช้กลีบดังกล่าว จึงทำให้มีการใช้กลีบชนิดนี้ในโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อย่างแพร่หลายทั้งในยุโรปและอเมริกา ซึ่งสาเหตุที่เลือกใช้ *P. cerevisiae* ในระยะแรกเริ่ม แทนที่จะใช้ *Lactobacillus* spp. ซึ่งมีบทบาทในการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไม่ยิ่งหย่อนกว่า *Pediococcus* spp. เนื่องจากเมื่อผลิตเป็นกลีบไลโอไฟล์ไลส์ *Pediococcus* spp. มีชีวิตการอยู่รอดนานกว่า ซึ่งต่อมาเมื่อมีการค้นพบวิธีการเติมสารต่าง ๆ เพื่อป้องกันการตายและการบาดเจ็บของเชื้อในขณะผลิตกลีบ จึงได้มีการผลิตกลีบสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยใช้เชื้ออื่น ๆ รวมทั้ง *Lactobacillus* spp. ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เฉพาะกลุ่มที่เป็น homofermentative เช่น *Lactobacillus plantarum* สำหรับกลุ่ม heterofermentative เช่น *Lactobacillus brevis* นั้น เนื่องจากขณะหมัก แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เชื้อผลิตขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ประเภทสักรอกแตกได้ จึงมีการใช้เชื้อนี้เฉพาะกับผลิตภัณฑ์บางชนิดเท่านั้น (นภา, 2535)

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาการใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักหลายชนิดด้วยกัน เช่น ในผลิตภัณฑ์แฮม ได้มีการทดลองเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นสายพันธุ์เดียว (Single starter culture) เช่น *Lactobacillus* spp. หรือ *Pediococcus* spp. ในการผลิตแฮม ซึ่งพบว่า การใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นดังกล่าวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโทษได้ แต่คุณภาพในด้านการยอมรับรวมของผู้บริโภคยังไม่ดีพอ ดังนั้นจึงมีการนำเอาเชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้น (Mixed starter cultures) มาใช้ โดยใช้เชื้อผสมระหว่างเชื้อ *Lactobacillus plantarum* (NHI 110), *Pediococcus cerevisiae* (NZDRI) และ *Micrococcus varians* (ATCC 15306) ในปริมาณ 10^3 , 10^6 และ 10^3 CFU/g ตามลำดับในสูตรการผลิตและควบคุมสภาพการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 97 พบว่าสามารถปรับปรุงคุณภาพแฮม ทำให้การผลิตกรดเป็นไปได้อย่างดี ซึ่งมีผลทำให้คุณภาพของแฮมดีมากในแง่ลักษณะเนื้อของแฮม (firmness) และสีของแฮม ตลอดจนผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความปลอดภัยสูง นอกจากนี้ยังทำให้แฮมมีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้นกว่าเดิม จากการทดลองตลาดจาก 112 ครอบครัวของผู้บริโภคในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และ 2 หมู่บ้านคือ บ้านแม่ขานและบ้านดอนชัย อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแฮมที่

ผลิตโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้น มีลักษณะปรากฏต่อสายตา เนื้อสัมผัส และกลิ่นดีกว่าแฮม โดยทั่วไป และผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบแฮมที่ผลิตโดยวิธีนี้อย่างมาก (ไพโรจน์, 2534) ในแฮม บางยี่ห้อ เช่น แฮมโบโฮเทค และแฮมปายัน ก็ได้มีการนำกล้ำเชื้อแบคทีเรียแลคติกไปใช้ในการ ผลิตแฮมแล้ว (ปิ่นมณี, 2546)

อดิศร (2533) ได้ศึกษาการหมักแฮมโดยใช้กล้ำเชื้อของ *Lactobacillus* spp. รหัส L₁, *Pediococcus* spp. รหัส P₅₅ และกล้ำเชื้อผสมระหว่างเชื้อรหัส L₁ และ P₅₅ (LP) เทียบกับแฮมที่ หมักโดยไม่เติมกล้ำเชื้อ พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบในด้านเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว และให้การยอมรับแฮมที่หมักโดยเติมกล้ำเชื้อแบคทีเรียแลคติกผสม LP มากกว่าแฮมที่หมักโดยไม่เติมกล้ำเชื้อ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแฮมที่เติมกล้ำเชื้อ L₁ หรือ P₅₅ เพียงอย่างเดียว จะไม่มีความแตกต่างในด้าน ประสาทสัมผัสจากแฮมที่หมักโดยไม่เติมกล้ำเชื้อ และเมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับ ผู้ผลิตแฮมในระดับอุตสาหกรรมโดยใช้กล้ำเชื้อผสม LP ในการหมักเทียบกับแฮมที่หมักโดยไม่ เติมกล้ำเชื้อ พบว่า ผู้ผลิตมีความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส สี ความเปรี้ยว และให้การยอมรับในแฮม ที่หมักโดยใช้กล้ำเชื้อผสม LP มากกว่าแฮมที่หมักโดยไม่เติมกล้ำเชื้อเช่นเดียวกับผู้บริโภค

นาอศุดา (2522) ได้ศึกษาการใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการหมักปลาเจ้า ปลาส้ม และส้มฟัก พบว่า การใช้เชื้อบริสุทธิ์ของ *Pediococcus cerevisiae* No. 4 ในการหมักปลาเจ้า เชื้อบริสุทธิ์ของ *Pediococcus cerevisiae* No. 8 ในการหมักปลาส้ม และเชื้อบริสุทธิ์ของ *Lactobacillus brevis* ในการหมักส้มฟัก จะช่วยลดระยะเวลาในการหมักให้สั้นลง โดยปลาเจ้าจะลดจาก 10 วันเป็น 5 วัน ปลาส้มจาก 5 วัน เป็น 3 วัน และส้มฟักจาก 4 วัน เป็น 2 วัน และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพใกล้เคียงกับการหมักโดยไม่ใช้เชื้อ

นงเยาว์ (2535) ได้ทดลองหมักไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้กล้ำเชื้อแห้ง lyophilized starter ของ *Lactobacillus salivarius* (LS), *Lactobacillus plantarum* (LP), *Lactobacillus bulgaricus* (LB), *Pediococcus pentosaceus* (PP) และ *Pediococcus acidilactici* (PA) พบว่า ตัวอย่างที่เติมกล้ำเชื้อ แห้งชนิดเดียว เมื่อหมักเป็นเวลา 3 วัน จะมีกรดสูงกว่าไส้กรอกเปรี้ยวที่ไม่เติมกล้ำเชื้อ เมื่อนำไป ทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ตัวอย่างที่เติมและไม่เติมกล้ำเชื้อแห้งไม่มีความแตกต่างกัน แต่ผู้ ชิมมีแนวโน้มชอบตัวอย่างที่ไม่เติมกล้ำเชื้อแห้งมากกว่า เนื่องจากตัวอย่างที่เติมกล้ำเชื้อมีรสเปรี้ยว เกินไป ต่อมาจึงทดลองเติมกล้ำเชื้อผสม 2 ชนิด ได้แก่ LS+LP, LB+PP และ LP+PA หมักเป็นเวลา 2 วัน พบว่า คุณภาพด้านกลิ่น ความเปรี้ยว และการยอมรับไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในด้านเนื้อ สัมผัส ตัวอย่างที่เติม LP+PA มีความแตกต่างจากตัวอย่างที่เติม LS+LP อย่างมีนัยสำคัญและผู้ชิมมี

แนวโน้มนชอบตัวอย่างที่เดิม LP+PA มากกว่าตัวอย่างอื่น เมื่อทดสอบการเติมกล้าเชื้อผสม 3 ชนิด ได้แก่ LS+LP+PA และ LS+LP+PP หมักเป็นเวลา 2 วัน พบว่าตัวอย่างที่เดิมและไม่เติมกล้าเชื้อมีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันมาก เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว และการยอมรับไม่แตกต่างกัน แต่กลิ่นของตัวอย่างที่เติมกล้าเชื้อ LS+LP+PP แตกต่างกับตัวอย่างที่ไม่เติมกล้าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญและผู้ชิมมีแนวโน้มนชอบตัวอย่างที่เดิม LS+LP+PA มากที่สุด นอกจากนี้ยังได้มีการทดลองหมักไส้กรอกเปรี้ยวในระดับโรงงาน โดยใช้กล้าเชื้อผสม LS+LP+PA พบว่า ไส้กรอกเปรี้ยวที่เติมกล้าเชื้อจะมีกรดและปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าไส้กรอกที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เนื้อสัมผัส กลิ่น และความเปรี้ยว ของไส้กรอกที่เดิมและไม่เติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และผู้ชิมมีแนวโน้มนชอบตัวอย่างที่เติมกล้าเชื้อมากกว่า

ประโยชน์ของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (นภา, 2535) ได้แก่

1. ช่วยลดระยะเวลาในการหมักให้สั้นลง เช่น การใช้กล้า ACCEL หมักไส้กรอกหลายชนิด จะลดระยะเวลาการหมักจากที่ใช้อยู่เดิมประมาณ 150 ชั่วโมง ให้เหลือเพียง 32-48 ชั่วโมง
2. สามารถควบคุมการหมักและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น
3. ลดการสะสมของไนโตรซามีนอันเป็นสารก่อมะเร็ง กล่าวคือ การเติมกล้าทำให้การผลิตกรดเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีผลให้ไนโตรที่ที่เกิดจากการรีดิวส์ไนเตรท หรือที่เติมลงในผลิตภัณฑ์กลายเป็นไนโตรสออกไซด์ จึงทำให้ปริมาณสะสมของไนโตรที่ลดลง การเกิดไนโตรซามีนจึงลดลงตามด้วย
4. กล้าหลายชนิด เช่น *Pediococcus* spp. และ *Micrococcus* spp. ผลิตเอนไซม์ซูโดแคตาเลส (pseudocatalase) ซึ่งมีปฏิกิริยาเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เป็นน้ำและออกซิเจน เป็นการกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้หมดไป ซึ่งสารนี้มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซีดไม่น่ารับประทาน
5. ลดระดับฮิสตามีนในอาหารหมัก การหมักโดยใช้เชื้อจากธรรมชาติ ซึ่งมีจุลินทรีย์ปนกันอยู่หลายชนิด จุลินทรีย์ชนิดที่ผลิตเอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซิเลสจะเปลี่ยนฮิสติดีนเป็นฮิสตามีน การเติมกล้าจะทำให้การหมักเกิดขึ้นรวดเร็ว จึงเป็นการยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์เหล่านั้น
6. ยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค ซึ่งในปัจจุบันเป็นวัตถุประสงค์หลักข้อหนึ่งของการใช้กล้าในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ศิพัตม์ (2539) ได้ศึกษาผลของการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมของ *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevesiae* และ *Micrococcus varians* ในการทำลาย *Staphylococcus aureus* ใน

ผลิตภัณฑ์หมกพบว่า เชื้อบริสุทธ์เริ่มต้นผสมมีความสามารถในการทำลาย *S. aureus* ได้ และการใช้โซเดียมไนเตรตและโซเดียมไนไตรต์ร่วมกับเชื้อบริสุทธ์เริ่มต้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำลาย *S. aureus* ได้ดียิ่งขึ้น

อดิสร (2533) พบว่า แหนมที่เติมกล้าเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus* spp. และ *Pediococcus* spp. จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งและทำลายเชื้อซาลโมเนลลาได้ดีกว่าแหนมที่ไม่เติมกล้าเชื้อ

3. กรรมวิธีการปรุงสุก

3.1 การนึ่ง (Streaming)

การนึ่ง คือ การให้ความร้อนขึ้นอาหารที่ต้องการทำให้สุก โดยใช้ภาชนะ 2 ชั้น ชั้นล่างสำหรับใส่น้ำเดือด ชั้นบนมีช่องหรือแผ่นตะแกรง สำหรับวางอาหาร หรือมีภาชนะที่มีแผ่นตะแกรงเพื่อวางอาหารเหนือน้ำ และไอน้ำเดือดจากน้ำด้านล่างสามารถลอยตัวขึ้นไปเบื้องบนผ่านชั้นอาหารทำให้สุกได้ (อบเชยและชนิษฐา, 2544)

หลักสำคัญของการนึ่งมี 3 ประการ

3.1.1 ปล่อยให้ไอน้ำผ่านอาหารโดยตรง เช่น การนึ่งชั้นปลาและไก่ โดยวางชั้นอาหารในภาชนะที่มีช่องให้ไอน้ำผ่านได้มีฝาปิด แล้ววางเหนือหม้อน้ำเดือด หรือใช้ซามสองใบ ใบหนึ่งใส่อาหาร อีกใบครอบปิดปากซามที่ใส่อาหาร แล้ววางลงในหม้อน้ำเดือด ไอน้ำจากน้ำเดือดจะทำให้อาหารสุกได้

3.1.2 ปล่อยให้ไอน้ำผ่านอาหารที่ปรุงแต่งด้วยเครื่องเทศ และมีฝักรองพื้นภาชนะใส่อาหารกับน้ำสต็อกหรือไวน์ตามชอบ

3.1.3 การนึ่งขนมจำพวก ซึ่งต้องใช้กระดาษไขหรืออลูมิเนียมหุ้มห่อขนมไว้ ป้องกันไอน้ำรวมตัวกันเป็นหยดน้ำทางด้านบนขนมทำให้ขนมและ

3.2 การปิ้งหรือย่าง (Grilling or Broiling)

การปิ้งหรือย่าง เป็นวิธีการประกอบอาหารให้สุกจากแหล่งความร้อนในเตาถึงอาหารโดยตรง ทำให้อาหารสุกเร็ว และเหมาะสำหรับอาหารที่มีเส้นใยเปื่อยนุ่ม (อบเชยและขนิษฐา, 2544)

หลักสำคัญของการปิ้งหรือย่าง

3.2.1 ในการป้องกันการสูญเสียความชื้นและไอระเหยของอาหารที่จะละลายไปกับน้ำที่ไหลออกจากอาหารระหว่างปิ้งหรือย่าง อาจใช้ไขมันหรือน้ำมันทาเคลือบชิ้นอาหารที่ปิ้งหรือย่างเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น โดยเฉพาะผิวนอกของอาหาร และป้องกันอาหารแห้งติดตะแกรงหรือภาชนะที่ใช้ปิ้งหรือย่าง

3.2.2 กรณีอาหารชิ้นใหญ่ เช่น ปลาตัวใหญ่ทั้งตัว อาจจำเป็นต้องตัดแบ่งอาหารเป็นชิ้นก่อนนำไปปิ้ง

3.3 การอบ (Baking and Roasting)

การอบ เป็นการใช้ประโยชน์จากอากาศร้อนเพื่อเปลี่ยนคุณภาพการบริโภคของอาหาร คำว่า baking จะใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากแป้งและผลไม้ ส่วนคำว่า roasting จะใช้กับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ นัท และผัก (นิธิยา, 2544)

การอบแบบโรสติง (roasting) หมายถึง การอบเนื้อสัตว์โดยการนำชิ้นเนื้อสัตว์มาทำให้ได้รับความร้อนโดยตรง โดยการวางชิ้นอาหารในถาดสำหรับอบ โดยใช้อุณหภูมิปานกลาง ไม่ปิดฝาตู้เมื่อเริ่มใช้ความร้อนแล้วค่อย ๆ ลดความร้อนเมื่อใกล้สุกจนกระทั่งสุก หลักสำคัญของการให้ความร้อนโดยการอบ คือ การที่สามารถควบคุมอุณหภูมิความร้อนและมีการกระจายความร้อนให้ทั่วถึงตลอดชิ้นอาหารที่อบ หากมีการใส่น้ำมันช่วยนำความร้อนด้วย จะต้องคอยเติมน้ำมันร้อนนั้นราดบนชิ้นอาหารทุก 20 – 30 นาที (อบเชยและขนิษฐา, 2544)

วัตถุประสงค์ของการอบนอกจากเปลี่ยนคุณภาพการบริโภคอาหารแล้ว ยังเป็นวิธีการถนอมอาหารได้ด้วย โดยความร้อนจะทำลายจุลินทรีย์และลด a_w ที่ผิวนอกของอาหาร แต่อาหารอบ

จะมีอายุการเก็บรักษาสั้น การเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุและแช่เย็นจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น (นิธิยา, 2544)

ในเตาอบความร้อนจะแผ่รังสีออกจากผนังของเตาอบและทำให้อากาศร้อน ซึ่งจะช่วยให้พาความร้อนไปยังอาหาร และจะมีการหมุนเวียนของอากาศร้อนเกิดขึ้นภายในเตาอบ เมื่อถาดวางอาหารได้รับความร้อนก็จะนำความร้อนไปยังอาหารด้วย ดังนั้นความร้อนจะถูกนำไปยังอาหารเป็นส่วนใหญ่ อากาศ ก๊าซอื่น ๆ และไอน้ำภายในเตาอบ จะถ่ายเทความร้อนโดยการพา และเมื่อผิวของอาหารได้รับความร้อนก็จะถูกนำไปยังภายในชิ้นอาหาร boundary film ของอากาศจะทำหน้าที่ต้านการถ่ายเทความร้อนเข้าไปยังชิ้นอาหาร และมีการเคลื่อนที่ของไอน้ำออกมาจากชิ้นอาหารด้วยเมื่อนำอาหารเข้าไปในเตาอบครั้งแรก ความชื้นที่ผิวนอกอาหารจะระเหยกลายเป็นไอน้ำและถูกพาไปด้วยอากาศร้อน หากอากาศในเตาอบมีความชื้นต่ำ จะทำให้มีความแตกต่างของความดันไอน้ำมาก ทำให้มีการเคลื่อนที่ของไอน้ำจากภายในชิ้นอาหารออกมาภายนอกได้เร็วขึ้น ดังนั้นการสูญเสียน้ำจึงขึ้นอยู่กับธรรมชาติของอาหารและอัตราการได้รับความร้อน อัตราการสูญเสียไอน้ำออกจากผิวนอกจะเป็นตัวเร่งอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในชิ้นอาหาร เมื่อผิวนอกของอาหารแห้งสนิท อุณหภูมิที่ผิวนอกจะเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับอุณหภูมิของอากาศร้อนภายในเตาอบ คือ ประมาณ 110 – 240 องศาเซลเซียส ทำให้ผิวนอกแห้งและเป็นเปลือกแข็ง เนื่องจากการอบกระทำที่บรรยากาศปกติ ดังนั้นความชื้นจึงเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร ได้อย่างอิสระ แต่อุณหภูมิภายในชิ้นอาหารก็ยังไม่สูงถึง 100 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงนี้คล้ายกับการอบแห้งโดยใช้ลมร้อน แต่วิธีนี้ใช้ความร้อนสูงกว่าการอบแห้งและอาหารได้รับความร้อนเร็วกว่า ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างซับซ้อนต่อองค์ประกอบที่ผิวนอกของอาหาร การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ทำให้อาหารมีคุณภาพการบริโภคดีขึ้น และช่วยรักษาความชื้นบางส่วนไว้ในชิ้นอาหารด้วย (นิธิยา, 2544)

การอบจะมีผลทำให้อาหารมีลักษณะเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไป เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี เช่น ความชื้น ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งเซลล์ulos สารสี และเพกทิน ซึ่งจะผันแปรตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบ เมื่ออาหารประเภทเนื้อได้รับความร้อน ไขมันที่แทรกตัวอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อจะหลอมเหลวกลายเป็นหยดน้ำมันแยกตัวออกมาเรียกว่า “drip loss” โปรตีนคอลลาเจนจะเสียสภาพธรรมชาติและละลายได้กลายเป็นเจลาติน ไขมันบางส่วนก็แทรกตัวไปตามช่องว่างในเนื้อเยื่อ เมื่อโปรตีนเสียสภาพธรรมชาติจะไม่สามารถอุ้มน้ำได้ และเกิดการหดตัว ยิ่งทำให้ไขมันและน้ำไหลออกมามากขึ้น ชิ้นเนื้อจะหดตัวและเหนียวมากขึ้น หากได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นอีกก็จะทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ต่าง ๆ เมื่อผิวนอกยิ่งแห้งมากขึ้นจะทำให้ลักษณะเนื้อแข็งและกรอบมากขึ้น โปรตีนจะเกิดการรวมตัวกันหรือมีการสลายตัวและเกิด

ปฏิกิริยาไพโรไลซิส (pyrolysis) ที่บางส่วนของชิ้นเนื้อ ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบ นอกจากนี้การอบยังทำให้เกิดกลิ่น ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบ เมื่ออาหารได้รับความร้อนสูงผิวชั้นนอกมีความชื้นต่ำและยังได้รับความร้อนสูงจะทำให้ น้ำตาลเกิดการคาราเมลไลเซชัน และกรดไขมันถูกออกซิไดส์ได้เป็นแอลดีไฮด์ แล็กโทน คีโตน แอลกอฮอล์ และเอสเทอร์ ผลของปฏิกิริยา Maillard browning และ Strecker degradation ทำให้เกิดสารที่ให้กลิ่นชนิดต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของกรดอะมิโนอิสระกับน้ำตาลที่มีอยู่ในอาหารชนิดนั้น กรดอะมิโนแต่ละชนิดเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำตาลจะให้กลิ่นเฉพาะแตกต่างกัน ซึ่งมักจะเป็นสารประกอบประเภทแอลดีไฮด์ ดังนั้นกลิ่นที่แตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาล กรดอะมิโน และภาวะที่ได้รับความร้อน ลักษณะเฉพาะของกลิ่นขึ้นอยู่กับ การรวมตัวกันของไขมัน กรดอะมิโนและน้ำตาลที่อยู่ผิวนอกของอาหาร อุณหภูมิ ความชื้นของอาหารขณะได้รับความร้อน และระยะเวลาที่ได้รับความร้อน (นิธิยา, 2544)

ในระหว่างการอบจะมีการสูญเสียสารอาหารซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดที่ผิวนอกของอาหาร ดังนั้นสัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตร จึงมีความสำคัญมากในการหาผลของการสูญเสียสารอาหารทั้งหมดในอาหาร สำหรับเนื้อสัตว์ ขนาดของชิ้นเนื้อ ชนิดของเนื้อสัตว์ ปริมาณไขมันในเนื้อ และสัดส่วนของกระดูกและไขมัน รวมทั้งการ treatment ก่อนและหลังการฆ่าจะมีผลกระทบต่อ การสูญเสียอาหาร เช่น วิตามินบีหนึ่งจะสูญเสียออกมากับน้ำเนื้อที่หดยก หากบริโภคน้ำเนื้อที่หดยกออกมาด้วยก็จะทำให้สูญเสียสารอาหารลดลงได้ (นิธิยา, 2544)

3.4 การทอด (Frying)

การทอดเป็นหน่วยปฏิบัติการหนึ่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภค (eating quality) ของอาหาร เมื่อเรานำอาหารไปลงในน้ำมันที่ร้อน อุณหภูมิที่ผิวนอกของอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและน้ำในอาหารจะระเหยกลายเป็นไอน้ำออกไป ทำให้ผิวนอกของอาหารค่อย ๆ แข็ง การระเหยของน้ำจะค่อย ๆ เคลื่อนเข้าสู่ภายในของชิ้นอาหาร และจะเกิดเปลือกแข็งหุ้มชิ้นอาหารเอาไว้ อุณหภูมิที่ผิวนอกของอาหารจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของน้ำมัน และอุณหภูมิภายในชิ้นอาหารก็จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนถึง 100 องศาเซลเซียส ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างน้ำมันและอาหารและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวนอกจะเป็นตัวควบคุมอัตราการถ่ายเทความร้อน และความสามารถในการนำความร้อนของอาหารจะเป็นตัวควบคุมอัตราการซึมผ่านของความร้อนเข้าสู่ชิ้นอาหาร เปลือกแข็งที่ผิวนอกของอาหารที่เกิดขึ้นจะมีโครงสร้างเป็นรูพรุนขนาดต่าง ๆ กัน โดยในขณะที่ทอดอาหาร น้ำและไอน้ำจะเคลื่อนที่ออกมาจากรู

พรมที่มีขนาดใหญ่ก่อนเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นน้ำมันจะเข้าไปแทนที่น้ำและไอน้ำที่เคลื่อนที่ออกไป ความชื้นจะเคลื่อนที่จากผิวนอกของอาหารผ่าน boundary film ของน้ำมัน และความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างภายในชิ้นอาหารที่ชื้นและน้ำมันที่แห้งจะเป็นแรงขับที่ทำให้เกิดการสูญเสียความชื้น (Fellows, 2000)

ความร้อนจากการทอดจะไปทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ในอาหาร และลดค่า water activity ที่ผิวนอกของอาหาร หรือทั่วทั้งชิ้นหากอาหารนั้นมีลักษณะเป็นแผ่นบาง อายุการเก็บของอาหารทอดพิจารณาได้จากปริมาณความชื้นภายในอาหารหลังการทอด โดยอาหารที่มีความชื้นเหลืออยู่ภายในชิ้นอาหารมาก เช่น โดนัท ผลิตภัณฑ์จากปลาและสัตว์ปีก จะมีอายุการเก็บค่อนข้างสั้น ในขณะที่อาหารทอดจนแห้งทั่วทั้งชิ้น เช่น มันฝรั่งทอด อาหารขบเคี้ยวจากข้าวโพดและมันฝรั่ง จะมีอายุการเก็บมากกว่า 12 เดือนที่อุณหภูมิห้อง (Fellows, 2000)

ระยะเวลาที่ใช้ในการทอดอาหารจะขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหาร อุณหภูมิของน้ำมัน วิธีการทอด ความหนาของชิ้นอาหาร และคุณภาพการบริโภคของอาหารทอดที่ต้องการ การทอดที่ใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้ทอดอาหารได้ปริมาณมากและใช้ระยะเวลาทอดน้อยลง แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันที่ใช้ทอดเสื่อมคุณภาพเร็ว เช่น เกิดกรดไขมันอิสระ มีความหนืดเพิ่มขึ้น มีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อยและเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนั้นน้ำมันยังสลายตัวได้เป็น อะครีลีน (acrolein) ที่อุณหภูมิสูง ทำให้เกิดกลุ่มควันสีน้ำตาลขึ้นบริเวณเหนือผิวหน้าน้ำมันขณะทอดและทำให้เกิดมลภาวะของอากาศได้ (นิธิยา, 2544)

3.4.1 วิธีการทอด

การทอดในทางการค้าแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย และการทอดโดยใช้น้ำมันมาก

ก. การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย (Shallow frying) วิธีนี้เหมาะกับอาหารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก เช่น เบคอน ไข่ และเบอร์เกอร์ ความร้อนจากพื้นผิวของกระทะจะถูกถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำความร้อน (conduction) ผ่านชั้นบาง ๆ ของน้ำมัน ความหนาของชั้นน้ำมันที่ผันแปรไปตามความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวอาหาร และการดันอาหารให้ลอยขึ้นเหนือกระทะของฟองไอน้ำที่เกิดขึ้น จะทำให้อุณหภูมิขณะทอดมีความผันแปรไป ส่งผลให้อาหารที่ทอดมีสีที่ไม่สม่ำเสมอ (Fellows, 2000)

ข. การทอดโดยใช้น้ำมันมาก (Deep-fat frying) การทอดแบบนี้ บริเวณผิวนอกของอาหารทุกส่วนจะได้รับความร้อนเท่ากัน ทำให้อาหารมีสีและลักษณะปรากฏที่สม่ำเสมอ ซึ่งเหมาะกับอาหารทุกรูปทรง แต่อาหารที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอหรือชิ้นอาหารมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อมวลมากจะมีแนวโน้มที่จะดูดซับน้ำมันไว้มากเช่นกัน การทอดโดยใช้น้ำมันมาก การถ่ายเทความร้อนจะมีทั้งแบบพาความร้อน (convection) ภายในน้ำมันที่ร้อนและแบบนำความร้อน (conduction) เข้าสู่ภายในชิ้นอาหาร (Fellows, 2000)

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการทอดแบบใช้น้ำมันมาก ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำมัน ระยะเวลาในการทอด และชนิดของหม้อทอดว่าเป็นแบบทอดทีละครั้ง (batch) หรือแบบทอดต่อเนื่อง (continuous) นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันที่ใช้ทอด ความคงตัวของกายภาพและเคมีกายภาพ และการมีสารเจือปนหรือสารปนเปื้อนก็มีผลกระทบต่อกระบวนการทอดเช่นกัน (Moreira *et al.*, 1999)

การทอดด้วยน้ำมันปริมาณมาก ปริมาณน้ำมันในกระทะควรจะมากพอที่จะท่วมชิ้นอาหารอย่างน้อย 2 เซนติเมตร (Moreira *et al.*, 1999) น้ำมันต้องร้อน อุณหภูมิของน้ำมันที่ทอดควรอยู่ระหว่าง 175 – 190 องศาเซลเซียส และควรใช้น้ำมันที่มีจุดเกิดควันสูง (อบเชยและขมิ้นชัน, 2544)

3.4.2 ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร

ในการทอดอาหาร ไขมันหรือน้ำมันจะเป็นตัวนำความร้อนทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะขณะทอด ทำให้อาหารมีสีและเพิ่มรสชาติ ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้สำหรับทอดอาหารที่นิยมใช้กันมาก คือ น้ำมันหมูและน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ (นิธิยา, 2548)

น้ำมันที่นำมาใช้ทอดอาหารที่ดีควรมีความคงตัว มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทนทานต่อความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 325 – 375 องศาฟาเรนไฮต์ และต้องมีสมบัติสัมพันธ์กับอาหารที่ใช้ทอด เพราะกลิ่นและรสชาติของไขมันหรือน้ำมันจะติดไปกับอาหารที่ทอดแล้วด้วย การใช้ไขมันหรือน้ำมันที่มีโมโนกลีเซอไรด์หรือไดกลีเซอไรด์ หรือกรดไขมันอิสระผสมปนอยู่ด้วย จะทำให้เกิดควันได้ง่าย และทำให้อาหารที่ทอดมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ติดไป ไขมันหรือน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนจะมีความคงตัวเพิ่มขึ้น แต่ทำให้จุดหลอมเหลวสูงขึ้นด้วย ในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารควรประกอบด้วย กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอน

น้อย เพื่อให้มีจุดหลอมเหลวต่ำ มีความคงตัวโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจน แต่จะมีข้อเสียคือ ทำให้เกิดการหืน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้ง่ายและทำให้มีกลิ่นหืนติดไปกับอาหารที่ทอดแล้วด้วย (นิธิยา, 2548)

น้ำมันปาล์ม เป็นน้ำมันที่อิ่มตัวน้อย มีช่วงจุดหลอมเหลวกว้าง มีปริมาณกรดลอริก เพียงเล็กน้อย แต่มีปริมาณกรดปาล์มมิกสูง และมีสีส้มหรือแดงเล็กน้อยเนื่องจากมีเบต้าแคโรทีน มีการใช้น้ำมันปาล์มในการทอดเฟรนช์ฟรายด์แช่แข็งในอุตสาหกรรมบริการอาหาร น้ำมันปาล์มซึ่งมีกรดลิโนเลอิกปานกลาง มีกรดลิโนเลนิกน้อยมาก และมีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณมาก เหมาะกับการใช้ในการทอดโดยตรง (Moreira *et al.*, 1999)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมัน เมื่อได้รับความร้อนในขณะทอด แบ่งได้เป็น 6 ขั้น (Stauffer, 1996) ดังนี้

ขั้นที่ 1 New fat ไขมันที่อยู่ในขั้นนี้ยังขาดสารเซอร์แฟแอกทีฟ (surface active materials) จะขัดขวางการระเหยของไอน้ำ การดูดซับของไขมันเข้าสู่ภายในอาหาร และการถ่ายเทความร้อน

ขั้นที่ 2 Break-in ไขมันในขั้นนี้สามารถทำงานได้ดีขึ้น แต่ยังให้การดูดซับไขมันเข้าสู่อาหารไม่ดีพอ

ขั้นที่ 3 Fresh ไขมันขั้นนี้มีคุณภาพดี เป็นไขมันที่เหมาะสมสำหรับการทอดอาหาร เช่น โดนัทเล็ก

ขั้นที่ 4 Optimum เป็นไขมันที่ใช้กันโดยส่วนใหญ่ในร้านอาหาร สำหรับการทอดเฟรนช์ฟรายด์ เนื้อสัตว์ ผัก เป็นต้น

ขั้นที่ 5 Degrading เป็นไขมันที่เลยจุดยอดของการทอดที่ดี มักจะทำให้สีของเปลือกนอกอาหารเข้ม และดูดซับไขมันมากเกินไป ไขมันในขั้นนี้ควรทิ้งไม่นำมาใช้ในการทอดอาหารอีก

ขั้นที่ 6 Runaway เป็นไขมันที่มีคุณภาพต่ำไม่ควรนำมาทอดอาหาร

การทอดอาหารควรทอดในขณะที่มีน้ำมันอยู่ในช่วง Fresh จนถึง Optimum เพื่อให้อาหารมีคุณภาพดี และเมื่อน้ำมันมีสีคล้ำ มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นผิดปกติ ควรจะเปลี่ยนน้ำมัน (Moreira *et al.*, 1999) นอกจากนี้ น้ำมันที่เคยใช้ทอดอาหารมาแล้ว 2-3 ครั้ง หรือผ่านความร้อนสูง ๆ มาแล้ว หากเหลือใช้ควรทิ้ง ไม่ควรนำกลับมาใช้ทอดอาหารซ้ำแล้วซ้ำอีก เพราะจะทำให้สารก่อ

มะเร็งติดป็นอยู่ในอาหารที่ทอด ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ (นิธิยา, 2548)

3.4.3 ผลของการทอดต่ออาหาร

เนื่องจากการทอดจะใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน ดังนั้น ผลของการทอดที่มีต่ออาหารจึงมีทั้งผลที่มีต่อน้ำมัน ซึ่งมีผลทางอ้อมกับคุณภาพของอาหาร และผลกระทบของความร้อนที่มีต่ออาหารโดยตรง

ก. ผลของความร้อนต่อน้ำมัน น้ำมันที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานขณะทำการทอดและมีน้ำและออกซิเจนปล่อยออกมาจากอาหาร จะทำให้น้ำมันเกิดออกซิเดชัน เกิดสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น สารคาร์บอนิล กรดไฮดรอกซี กรดคีโต และกรดอีพอกซี ทำให้อาหารมีกลิ่นผิดปกติและน้ำมันมีสีคล้ำ การเกิดพอลิเมอร์ไฮดรอกซีของโมเลกุลน้ำมัน ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจะทำให้เกิดสารประกอบที่มีวงแหวน และพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะทำให้น้ำมันมีความหนืดเพิ่มขึ้น ลดสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวระหว่างทอด และเพิ่มปริมาณน้ำมันให้เหลืออยู่ในอาหารที่ทอดมากขึ้น สารประกอบที่เกิดจากการสลายตัวของน้ำมัน อาจเป็นพิษต่อร่างกายและทำให้น้ำมันมีคุณค่าทางโภชนาการลดลง เกิดออกซิเดชันของวิตามินที่ละลายได้ในไขมันทั้งวิตามินเอ แคลโรทีนอยด์ และวิตามินอี และวิตามินยังถูกทำลายได้ด้วยความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่วนกรดไขมันจำเป็น เช่น กรดไลโนเลอิกก็จะสูญเสียพันธะคู่เช่นเดียวกัน ทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวและกรดไขมันชนิดอิ่มตัวเปลี่ยนไป (นิธิยา, 2544)

ข. ผลของความร้อนต่ออาหารทอด การพัฒนาของสี กลิ่นรส และความหอมของเปลือกแข็งที่ผิวนอกของอาหารทอด เป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction และการดูดซับสารประกอบต่าง ๆ จากน้ำมันของอาหาร ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นรสของอาหารทอด ได้แก่ ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอด อายุและประวัติการให้ความร้อน (thermal history) ของน้ำมัน แรงตึงผิว (interfacial tension) ระหว่างน้ำมันและอาหาร อุณหภูมิและเวลาในการทอด ขนาดและลักษณะพื้นผิวของอาหาร ปริมาณความชื้นของอาหาร และการจัดการภายหลังการทอด โดยปัจจัยเหล่านี้และการจัดการก่อนทอด เช่น การลวก หรือการทำแห้งบางส่วน ยังมีผลต่อปริมาณน้ำมันตกค้างในอาหารอีกด้วย การเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่เป็นพอลิเมอร์ จะก่อให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารทอดขึ้นมา เช่นเดียวกับการอบ (Fellows, 2000) การใช้น้ำมันร้อนจัดจะทำให้เกิดการแข็งตัวของผิวนอกอย่างรวดเร็วปิดผิวนอก

ของอาหาร ลดการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นภายในชั้นอาหาร ทำให้มีสารอาหารเหลืออยู่มาก เช่น โไลซีนจะสูญเสีย 7% ในปลาทอดและเพิ่มเป็น 25% หากทอดในน้ำมันที่ผ่านการใช้มาแล้ว การทอดในน้ำมันน้อย วิตามินบีหนึ่งจะสูญเสีย 15% และวิตามินซีในมันฝรั่งสูญเสียน้อยกว่าการต้ม (นิธิยา, 2544)

การทอดทำให้อาหารมีปริมาณน้ำลดน้อยลง ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และจะสูญเสียสารอาหารระหว่างการเก็บรักษาด้วย โดยเฉพาะวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน เช่น วิตามินอีที่ถูกดูดซับจะถูกออกซิไดส์ระหว่างเก็บรักษา เช่น เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 สัปดาห์ มีการสูญเสียประมาณ 77% ส่วนการสูญเสียโปรตีนจะเกิดขึ้นเมื่อผิวนอกกรอบและเกิดปฏิกิริยา Maillard browning ระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาล และมีปริมาณไขมันในอาหารเพิ่มมากขึ้นจากการดูดซับน้ำมันที่ใช้ทอดไว้ในอาหาร (นิธิยา, 2544)

4. การแช่เย็น (chilling)

การแช่เย็นเป็นการลดอุณหภูมิของอาหารลงให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 8 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วยลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและจุลินทรีย์ และเพิ่มอายุการเก็บของอาหารสดและอาหารแปรรูป นอกจากนี้การแช่เย็นยังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารน้อยมาก การแช่เย็นมักใช้ร่วมกับการแปรรูปอื่น ๆ เช่น การหมัก หรือการพาสเจอร์ไรซ์ เพื่อยืดอายุการเก็บของอาหารที่แปรรูปแบบไม่รุนแรง การใช้การแช่เย็นร่วมกับการควบคุมส่วนประกอบของบรรยากาศจะทำให้การเก็บรักษาดีกว่าการใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ไม่ใช่อาหารทุกชนิดที่จะเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นได้ เช่น ผลไม้เขตร้อน ผลไม้เขตอบอุ่น และผลไม้เขตอุณหภูมิปานกลางบางชนิดเมื่อนำไปแช่เย็นที่ 3 ถึง 10 องศาเซลเซียส จะได้รับความเสียหายจากการแช่เย็น (Fellows, 2000)

อาหารแช่เย็นสามารถแบ่งเป็น 3 หมวด ตามช่วงอุณหภูมิในการเก็บดังนี้

1. อาหารแช่เย็นที่ -1 ถึง 1 องศาเซลเซียส ได้แก่ ปลาสด เนื้อสัตว์ ไข่กรอก และเนื้อมด เนื้อสัตว์รวมควั่นและปลาซุบเกล็ดขนมปัง

2. อาหารแช่เย็นที่ 0 ถึง 5 องศาเซลเซียส ได้แก่ เนื้อกระป๋องที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ นมครีม โยเกิร์ต สลัดพร้อมปรุง แชนดวีซ อาหารอบ พาสต้าสด ชุปและซอสสด พืชชำ เพสดีและโคที่ยังไม่ได้อบ

3. อาหารแช่เย็นที่ 0 ถึง 8 องศาเซลเซียส ได้แก่ เนื้อสัตว์ปรุงสุก เนื้อหมักดิบและปรุงสุก เนย มาคาริน เนยแข็ง ข้าวสุก น้ำผลไม้และผลไม้สุก

การลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจะช่วยยืดช่วงเวลาการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ให้นานขึ้น และทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ช้าลง และยังช่วยชะลออัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางชีวเคมีให้ช้าลงด้วย ทำให้ผักผลไม้มีอัตราการหายใจช้าลง การแช่เย็นจะช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่ม Thermophilic ซึ่งเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิสูง (35 ถึง 55 องศาเซลเซียส) และ mesophilic ซึ่งเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิปานกลาง (10 ถึง 40 องศาเซลเซียส) บางชนิด แต่ยังมีจุลินทรีย์ประเภท psychrophilic ซึ่งเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิต่ำ (-5 ถึง 15 องศาเซลเซียส) ที่เจริญและทำให้อาหารเน่าเสียได้ ทำให้เกิดกลิ่น ลักษณะปรากฏ และรสชาติผิดปกติได้ นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ (food-poisoning microorganism) ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 3.3 องศาเซลเซียส เรียกว่า psychrotropic pathogen (นิธิยา, 2544) จุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Aeromonas hydrophilia*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella Enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* บางสายพันธุ์, *Vibrio parahaemolyticus* และ *Escherichia coli* สายพันธุ์ที่ก่อโรค เป็นต้น สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็น บางชนิดเป็นเชื้อก่อโรครุนแรง เช่น *E. coli* O157:H7 สามารถทำให้เกิดโรค hemorrhagic colitis ได้แม้จะได้รับเข้าไปในร่างกายเพียง 10 เซลล์ ดังนั้นในการผลิตอาหารแช่เย็น จึงควรปฏิบัติตามหลัก Good Manufacturing Practice (GMP) เพื่อให้อาหารมีความปลอดภัยในการบริโภค (Fellows, 2000)

ปัจจัยที่ช่วยควบคุมอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้และอาหารแช่เย็น ได้แก่ ชนิดของอาหารและพันธุ์ของผักและผลไม้ ส่วนของพืชที่นำมาเก็บรักษา ภาวะระหว่างการเก็บเกี่ยว ระยะความแก่อ่อนและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ อุณหภูมิระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาปลายทาง และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษา สำหรับอาหารที่ผ่านการแปรรูป อายุการเก็บรักษาหรืออายุการวางจำหน่ายจะขึ้นอยู่กับ ชนิดของอาหาร ปริมาณจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ถูกทำลายในกระบวนการแปรรูป การควบคุมสุขอนามัยระหว่างการแปรรูปและการบรรจุใส่ภาชนะ สมบัติของ

ภาชนะบรรจุในการเป็นตัวป้องกัน และอุณหภูมิระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาหรือวางจำหน่าย (นิธิยา, 2544)

การแช่เย็นอาหารในอุณหภูมิการเก็บที่ถูกต้องเหมาะสม จะทำให้คุณภาพในการบริโภค หรือคุณค่าทางโภชนาการของอาหารลดลงเพียงเล็กน้อยหรือไม่ลดลงเลย ผลกระทบส่วนใหญ่ของการแช่เย็นต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารที่ผ่านการแปรรูป คือ ความแข็งที่เกิดจากการแข็งตัวของไขมันและน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ชีวเคมี และกายภาพ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาโดยการแช่เย็น เช่น การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ (enzymic browning) การเกิดการย่อยสลายของไขมัน (lipolysis) การเสื่อมเสียของสีและกลิ่นรส และการคืนตัว (retrogradation) ของแป้ง เป็นต้น อาจเป็นสาเหตุให้อาหารแช่เย็นเสื่อมคุณภาพลง ซึ่งในหลาย ๆ กรณี การเสื่อมเสียของอาหารแช่เย็นจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้แทนที่จะเป็นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งจะไปจำกัดอายุการเก็บของอาหารแช่เย็น การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน เป็นสาเหตุหลักอันหนึ่งของการเสื่อมคุณภาพในผลิตภัณฑ์ปรุงสุกแช่เย็น โดยเฉพาะในเนื้อสัตว์ปรุงสุกจะเกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการที่เรียกว่า warmed over flavour (WOF) ขึ้นอย่างรวดเร็ว (Fellows, 2000) นอกจากนี้ อาหารที่ทำให้สุกแล้วนำไปแช่เย็นอาจมีการสูญเสียวิตามินบางชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และ วิตามินเอ บ้างเล็กน้อย แต่สำหรับวิตามินซี จะมีการสูญเสียประมาณ 3.3 - 16% ต่อวัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส การสูญเสียวิตามินจะผันแปรตามระยะเวลาที่แช่เย็น อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศที่เก็บรักษา ซึ่งอาจทำให้เกิดออกซิเดชันบริเวณพื้นที่ผิวของอาหารที่สัมผัสกับอากาศ และภาวะที่ใช้อุ่นอาหารให้ร้อนในภายหลัง วิตามินซีจะสูญเสียในกระบวนการทำให้สุก-พลาสติกเจอร์ไรซ์-แช่เย็น น้อยกว่าการทำให้สุกแล้วแช่เย็น ตัวอย่างเช่น ผักโขมจะสูญเสียวิตามินซี 66% ภายใน 3 วัน ที่อุณหภูมิ 2-3 องศาเซลเซียส ภายหลังการทำให้สุกแล้วแช่เย็น แต่จะสูญเสียวิตามินซีเพียง 26% ภายใน 7 วัน ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ภายหลังการทำให้สุก-พลาสติกเจอร์ไรซ์-แช่เย็น (นิธิยา, 2544)

5. ภาชนะบรรจุสำหรับอาหารแช่เย็น

ภาชนะบรรจุ (Package) คือ ภาชนะหรือโครงสร้างใด ๆ ที่ใช้เพื่อบรรจุ ห่อหุ้มและรวบรวมผลิตภัณฑ์ให้เป็นหน่วย เพื่อนำส่งผลิตภัณฑ์ถึงผู้บริโภคในสภาพที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังรวมถึงฉลากและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการมัดหรือปิดผนึกภาชนะบรรจุด้วย โดยหน้าที่หลักของภาชนะบรรจุ ได้แก่ บรรจุผลิตภัณฑ์ ถนอมรักษาและคุ้มครองผลิตภัณฑ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการนำผลิตภัณฑ์มาใช้และอำนวยความสะดวก สื่อสารและให้ข้อมูล และเหมาะสมกับเครื่องจักร (งามทิพย์, 2550)

ความต้องการของวัสดุบรรจุ (packaging materials) อาหารแช่เย็น จะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่บรรจุ โดยวัสดุบรรจุจะต้องใช้บรรจุอาหารได้โดยปราศจากการรั่วไหล ไม่มีความเป็นพิษ และมีความแข็งแรงเชิงกลเพียงพอที่จะป้องกันอาหารและตัวมันเองจากแรงกดดันของการผลิต การเก็บรักษา การกระจายสินค้า และการวางจำหน่าย บรรจุภัณฑ์บางชนิดต้องการระดับความเป็นสุญญากาศเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นและก๊าซได้ ดังนั้นวัสดุบรรจุที่ใช้ควรมีคุณสมบัติที่ยอมให้ความชื้นและก๊าซซึมผ่านได้ดี บรรจุภัณฑ์แบบปรับบรรยากาศ (Modified atmosphere packs) ส่วนใหญ่จะต้องการการเก็บรักษาความชื้นและก๊าซไว้ภายในบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นวัสดุบรรจุที่ใช้ควรจะป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและก๊าซได้ดี วัสดุบรรจุสำหรับอาหารแช่เย็นบางชนิดอาจจะต้องทนทานต่ออุณหภูมิสูงในระหว่างการบรรจุอาหารขณะร้อน (hot filling) การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ในภาชนะบรรจุ (in-pack pasteurization) หรือการอุ่นอาหารก่อนบริโภค วัสดุบรรจุที่ใช้กับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องความเร็วสูง อาจจะต้องเหมาะสมกับเครื่องขึ้นรูป-บรรจุ-ปิดผนึก (form-fill-seal machines) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการปิดฝาอีกครั้งในระหว่างการเก็บรักษาภายหลังจากที่เปิดใช้งานแล้ว ฝาปิดภาชนะบรรจุที่ใช้จะต้องปิดผนึกได้อย่างสมบูรณ์แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องเปิดง่าย นอกจากนี้ การเกิดการปนเปื้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้มีความต้องการภาชนะบรรจุที่ป้องกันการปลอมปนหรือแสดงถึงการปลอมปนได้อีกด้วย ภาชนะบรรจุเป็นวิธีการเบื้องต้นในการแสดงตัวผลิตภัณฑ์อาหารแช่เย็นและให้ข้อมูลและการโฆษณาจุดขาย (point-of-sale) ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการเลือกวัสดุควรพิจารณาถึงความใส (clarity) และความสามารถในการพิมพ์ได้ สุดท้ายคือ ภาชนะบรรจุต้องมีต้นทุนที่สอดคล้องกับคุณภาพ (cost effective) สอดคล้องกับอาหารที่บรรจุ ตัวอย่างเช่น การขายปลีกอาหารพร้อมทานที่ราคาสูงจะช่วยให้ตัดสินใจใช้ภาชนะบรรจุที่มีต้นทุนสูงกว่าการขายโยเกิร์ตในราคาที่ต่ำกว่าได้ (Day, 2000)

วัสดุบรรจุสำหรับภาชนะบรรจุอาหารแช่เย็น (Day, 2000) ประกอบด้วย

1. วัสดุจากกระดาษ กระดาษและกระดาษแข็ง ถูกใช้อย่างแพร่หลายในภาชนะบรรจุอาหารแช่เย็น มีข้อดี คือ มีให้เลือกหลายชนิด มีน้ำหนักเบา ตกแต่งได้ง่าย และใช้ประกอบกับวัสดุบรรจุอื่น ๆ ในรูปของฉลาก กล่องกระดาษ ถาด หรือภาชนะบรรจุหุ้มภายนอก กระดาษสามารถนำไปเคลือบด้วยซีฟี่ง ซิลิโคน PVDC หรือลามิเนตกับอะลูมิเนียมฟอยล์หรือพลาสติกที่ยืดหยุ่นได้ (flexible plastics) เพื่อช่วยให้ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ หรือปรับปรุงคุณสมบัติด้านการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน ความชื้น หรือไขมัน

2. แก้ว ขวดแก้วหรือโหลแก้วเป็นรูปแบบภาชนะบรรจุที่ป้องกันการซึมผ่านได้ดีที่มีความเก่าแก่ที่สุด มีข้อดี คือ มีความเฉื่อยชาต่อการทำปฏิกิริยากับสารเคมี ป้องกันการซึมผ่านได้ดี สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ได้ มีความแข็งแรงตามแนวแกนดี ทนทานต่อแรงดันสุญญากาศภายใน (internal vacuum pressure) และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่มีข้อเสียคือ แดงง่าย แต่เทคโนโลยีด้านแก้วสมัยใหม่และการหุ้มด้วย PVC หรือ EPS จะช่วยลดการแตกของแก้วได้

3. วัสดุจากโลหะ ถาดอะลูมิเนียมฟอยด์ที่ผ่านการอัด (Pressed aluminium foil trays) ได้ถูกใช้สำหรับอาหารพร้อมปรุงแช่แข็งและอาหารที่นำออกไปทานนอกร้านได้ (hot take-away food) มาเป็นเวลานานแล้ว และยังได้ถูกนำมาใช้สำหรับอาหารพร้อมทานแช่เย็นอีกหลายชนิดด้วย ด้วยความสามารถในการคงทนต่ออุณหภูมิของมันทำให้มันเป็นวัสดุในอุดมคติสำหรับการให้ความร้อนด้วยเตาอบธรรมดา แต่หากใช้ในเตาไมโครเวฟจะต้องระวังการเกิดประกายไฟ นอกจากนี้ ยังมีการใช้อะลูมิเนียมฟอยด์ หรือกระดาษที่ลามิเนตกับอะลูมิเนียม ในผลิตภัณฑ์นม เช่น เนย มาร์การีน และชีส และใช้อะลูมิเนียมฟอยด์ในภาชนะบรรจุจากกระดาษแข็งน้ำผลไม้และนมแช่เย็นอีกด้วย

4. พลาสติก เป็นวัสดุบรรจุหนึ่งที่ใช้สำหรับอาหารแช่เย็นส่วนใหญ่ ขนมหวาน อาหารพร้อมทาน ผลิตภัณฑ์นม เนื้อสัตว์ อาหารทะเล พาสต้า ผักและผลไม้แช่เย็น มักจะถูกบรรจุในภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก ภาชนะบรรจุพลาสติกกึ่งแข็ง (semi-rigid plastic containers) สำหรับอาหารแช่เย็นส่วนใหญ่ทำมาจาก PE, PP, PS, PVC, PET และ ABS ซึ่งมีทั้งขวด กระปุก ถาดและที่เป็นรูปทรงต่าง ๆ พลาสติกที่ยืดหยุ่นได้ (flexible plastics) เป็นรูปแบบภาชนะบรรจุที่ป้องกันการซึมผ่านที่ราคาถูกที่สุด และอาจใช้ในการบรรจุอาหารแช่เย็นที่เน่าเสียได้ง่ายภายใต้สภาวะสุญญากาศหรือปรับบรรยากาศ วัสดุแบบหลายชั้น (multilayer materials) มักผลิตโดยกระบวนการอัดรีดร่วม (coextrusion) หรือการเคลือบ ซึ่งจะใช้ชั้นของ PVDC หรือ EVOH เป็นตัวป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน พลาสติกเช่น PE หรือ PP อาจถูกเมทาไลซ์หรือลามิเนตกับฟอยด์เพื่อให้คุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านที่ดีมาก คุณสมบัติทางเทคนิคที่ต้องการ และขนาดและรูปร่างภาชนะบรรจุจะต้องไปด้วยกันได้กับข้อกำหนดที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้จึงต้องแน่ใจว่าต้นทุนสอดคล้องกับคุณภาพ (cost effective)

พอลิเอไมด์ (Polyamide : PA) หรือ ไนลอน (Nylon) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสมบัติด้านความแข็งแรง ทนทานต่อความร้อนสูง ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ กลิ่นและไขมันได้ดี ไนลอนดูดซับความชื้นได้ง่ายและทำให้สมบัติด้านการบรรจุลดลง แต่เมื่อนำไปทำให้แห้งก็จะกลับมามีสมบัติเหมือนเดิม การใช้งานของฟิล์มไนลอนต้องลามิเนตกับ PE

เพื่อให้ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารภายใต้สุญญากาศ เช่น กุนเชียง ข้าวสาร ผักดอง เนยแข็ง ไส้กรอก แฮม เบคอน กาแฟ เครื่องดื่มชนิดผงสำเร็จรูป ผลไม้แห้ง อาหารแช่แข็ง เป็นต้น ถุงบรรจุอาหารที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อ หรือ Retort Pouch และใช้ทำ Boil-in-Bag นอกจากนี้ ในลอนยังนิยมใช้ผลิตถาดบรรจุอาหาร ลักษณะการใช้งานคล้ายถาด PET (งามทิพย์, 2550)

พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene : LDPE) เป็นพลาสติกที่ใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมบรรจุ ทั้งในรูปวัสดุอ่อนตัวและภาชนะบรรจุรูป สมบัติทั่วไปของ LDPE คือ เหนียว โปร่งแสง ทนทานต่อแรงดึงขาดได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของน้ำและไอน้ำได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนไม่ดี ด้านทานการซึมผ่านของไขมันไม่ดี ไม่สามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ แต่ทนทานอุณหภูมิต่ำได้ดี ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ง่ายและใช้อุณหภูมิต่ำเพียงประมาณ 106-112 องศาเซลเซียส นิยมใช้ LDPE ในรูปฟิล์มมากที่สุด นอกจากนี้ยังใช้ในรูปแบบฟิล์มยืด (Stretch film) และฟิล์มหด (Shrink film) ส่วนประกอบของฟิล์มหลายชั้น (Multi-layer film) ชั้นฟิล์มสำหรับปิดผนึกด้วยความร้อน (Heat sealant layer) และใช้เคลือบวัสดุที่ปิดผนึกด้วยความร้อนไม่ได้ เช่น แผ่นเปลวอะลูมิเนียม กระดาษ เป็นต้น หรือใช้เคลือบหรือลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ยาก เช่น Nylon, PET และ OPP เป็นต้น LDPE เหมาะสำหรับบรรจุอาหารแช่แข็งมาก เนื่องจาก LDPE ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำได้ดีมาก แต่ไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารร้อนอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส และไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารที่มีไขมันมาก เนื่องจากไขมันจะซึมผ่านพลาสติกชนิดนี้ออกมาได้ (งามทิพย์, 2550)

พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene : LLDPE) เป็นโคพอลิเมอร์ ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของเอทิลีนกับโคมอนอเมอร์ประเภท Alkyne ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ได้แก่ 1-butene และ 1-hexene แม้มีความหนาแน่นต่ำ แต่โครงสร้างเป็นเชิงเส้น คล้ายโครงสร้างของ HDPE ทำให้ LLDPE มีคุณสมบัติดีกว่า LDPE หลายประการ ได้แก่ คุณสมบัติเชิงกลที่สูงกว่า จุดหลอมเหลวสูงกว่าประมาณ 10-15 องศาเซลเซียส แต่ความใสและความมันวาวจะน้อยกว่า การใช้งานของ LLDPE คล้าย LDPE แต่เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงสูงขึ้น นิยมใช้เป็นฟิล์มยืดรัดสินค้าบนแผ่นรองสินค้า (ใช้มากที่สุด) ฟิล์มยืดใช้ในครัวเรือน ถุงหูหิ้ว ถุงบรรจุข้าวสาร ถุงขนส่ง ถุงอาหารแช่แข็ง ชั้นปิดผนึกด้วยความร้อนซึ่งนิยมใช้ในรูปแบบฟิล์มอัดรีดร่วม (Co-extruded Film) กับ LDPE รวมถึงขวดบีบได้ หลอดยวบตัวได้ฝาประเภทกดปิด หรือ Snap-on lid ใช้ปิดกล่องหรือถ้วยอาหาร (งามทิพย์, 2550)

6. การทดสอบผู้บริโภคร

การทดสอบผู้บริโภครเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สำคัญมากในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์เบื้องต้นของการทดสอบความชอบคือ เพื่อประเมินการตอบสนองส่วนบุคคล (personal response) โดยลูกค้าและผู้ที่จะเป็นลูกค้าในอนาคตของผลิตภัณฑ์ แนวความคิดผลิตภัณฑ์ หรือคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ การประเมินผู้บริโภครจะเกี่ยวข้องกับการทดสอบผลิตภัณฑ์โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนซึ่งเป็นผู้ใช้หรือจะใช้ผลิตภัณฑ์ในอนาคต ผลิตภัณฑ์จะถูกประเมินในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่น การสัมผัส และการได้ยีน (Resurreccion, 1998)

การทดสอบการยอมรับและความชอบของผู้บริโภครอาจแบ่งตามสถานที่ทดสอบได้ดังนี้ (Resurreccion, 1998)

1. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Sensory Laboratory Tests) มักใช้ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภครที่ทำในห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัสของบริษัทอาหาร บริษัทที่ปรึกษา หรือหน่วยงานวิจัย การทดสอบด้วยวิธีนี้อาจใช้ผู้ทดสอบเพียง 25-50 คน แต่จำนวนผู้ทดสอบที่เหมาะสมคือ 50-100 คน วิธีนี้มีข้อดี คือ สะดวกสำหรับผู้วิจัยเนื่องจากห้องปฏิบัติการอยู่ภายในที่ทำงาน สามารถควบคุมสภาวะในการทดสอบได้ทั้งหมด เช่น การเตรียมผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมในการประเมินผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสามารถทำให้เป็นมาตรฐานได้ เนื่องจากในห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัสมักมีเครื่องครัวครบ นอกจากนี้ การใช้พนักงานในบริษัทที่คุ้นเคยกับการทดสอบจะช่วยประหยัด เวลาผู้วิจัย แต่ข้อเสียของวิธีนี้ คือ มีข้อจำกัดในเรื่องตัวแทนผู้บริโภครที่ใช้ เมื่อใช้พนักงานในบริษัทที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบอาจจะทำให้เกิดอคติได้ การใช้ผู้ทดสอบจากฐานข้อมูลก็ต้องเป็นผู้บริโภครที่อาศัยอยู่ใกล้ห้องปฏิบัติการจึงจะสะดวก ซึ่งอาจทำให้เกิดอคติเนื่องจากทราบว่าเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทหรือโรงงาน ข้อมูลที่ได้จำกัดเนื่องจากผู้ทดสอบไม่ได้บริโภครในสภาวะปกติ การเตรียมตัวอย่างอาจแตกต่างจากการเตรียมที่บ้าน ผู้บริโภครมีเวลาจำกัดในการประเมินตัวอย่าง

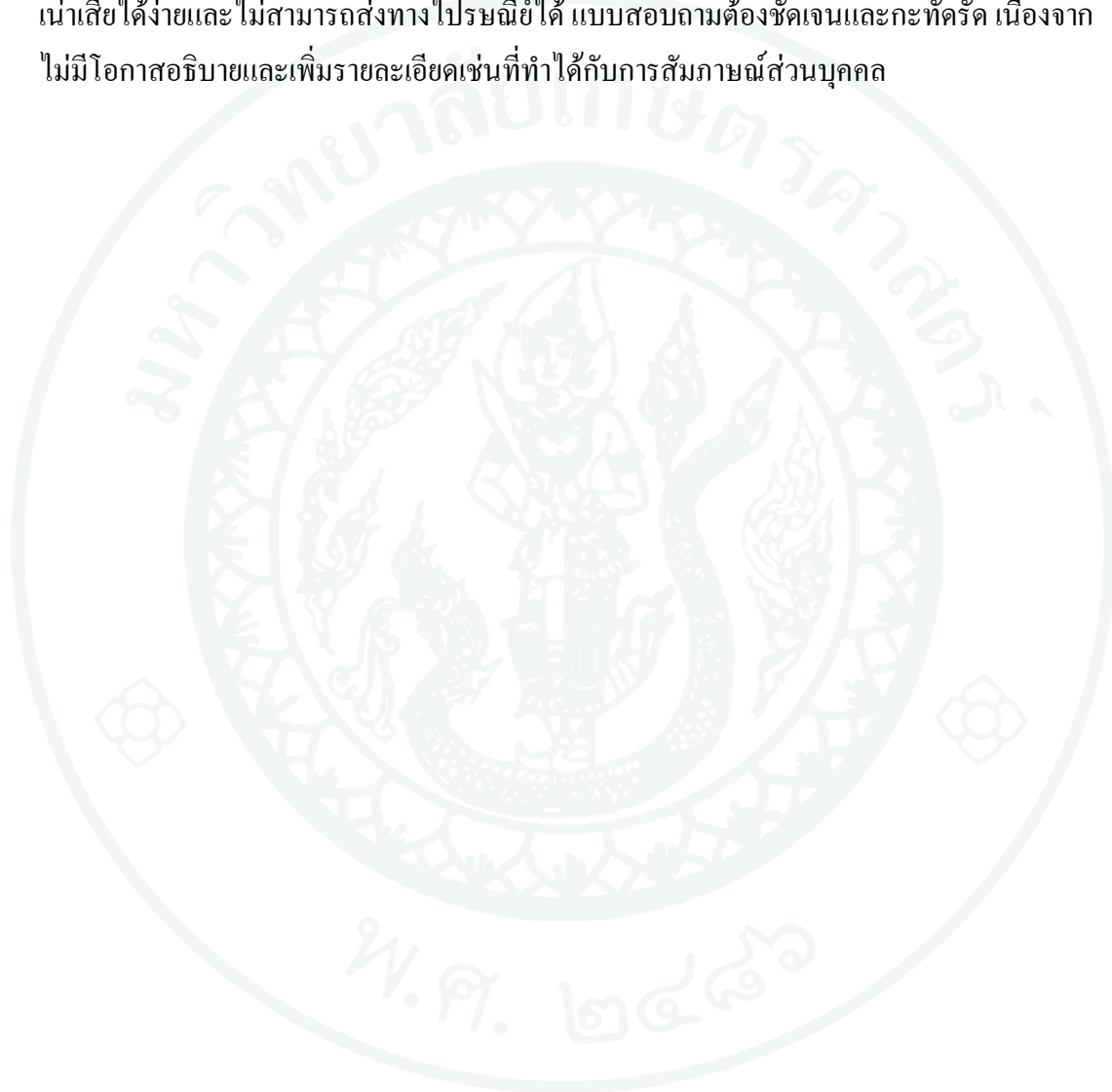
2. การทดสอบแบบ Central Location Tests (CLT) เป็นวิธีการทดสอบผู้บริโภครที่ใช้บ่อย โดยเฉพาะในการวิจัยตลาด การทดสอบด้วยวิธีนี้มักทำในห้างสรรพสินค้า ร้านขายของชำ โรงเรียน โบสถ์ โรงแรม โรงอาหาร หรือสถานที่ที่มีผู้บริโภครจำนวนมาก มักใช้จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน หรือมากกว่าแต่อาจใช้ผู้ทดสอบ 50-300 คนได้ ข้อดีของวิธีนี้ คือสามารถได้ผู้ทดสอบจำนวนมาก และได้ข้อมูลจำนวนมาก นอกจากนี้ อาจได้เฉพาะผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภครผลิตภัณฑ์จริง ๆ การ

ทดสอบชนิดนี้สามารถรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคภายใต้การควบคุมสถานะของการทดสอบที่ดีกว่าการทดสอบแบบ Home use test และยังทดสอบผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าการทดสอบแบบ Home use test แต่ข้อเสีย คือ มีข้อจำกัดในเรื่องอุปกรณ์ เครื่องมือและทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ไม่ได้ถูกทดสอบภายใต้สถานะที่ใช้งานจริง มีข้อจำกัดด้านเวลา

3. การทดสอบแบบห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ (Mobile Location Tests) เป็นการทดสอบที่รวมเอาข้อดีของทั้งวิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการทดสอบแบบ CLT ไว้ด้วยกัน การใช้ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่จะให้สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบที่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมได้ และยังได้ผู้บริโภคจำนวนมาก สามารถทำการทดสอบความชอบได้แทบทุกวิธีในห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ ผู้ทดสอบได้จากสถานที่ที่ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ไปจุดผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบควรมี 2-4 ผลิตภัณฑ์และไม่ควรเกิน 5 ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผู้ทดสอบไม่มีประสบการณ์ ข้อดีของวิธีนี้ คือ สามารถรับสมัครผู้ที่เป็นผู้บริโภคจริง ๆ เข้าร่วมการทดสอบได้จำนวนมากและมีพื้นที่เก็บรักษาสิ่งอำนวยความสะดวก สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมสำหรับการเตรียมอาหารและการทดสอบ สะดวกสำหรับบุคลากรทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการจัดการรายการทดสอบ ควบคุมการทดสอบได้ดีกว่าการทดสอบแบบ CLT ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่สามารถไปได้ทุกที่และจุดที่ไหนก็ได้ที่มีกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย การเข้าถึงผู้บริโภคจำนวนมากทำให้ใช้เวลาน้อยในการได้มาซึ่งจำนวนคำตอบที่ต้องการ แต่ข้อเสีย คือ มีค่าใช้จ่ายในการซื้อของและการบำรุงรักษาห้องปฏิบัติการ ต้องเตรียมการในเรื่องการจอดรถและการใช้ไฟฟ้าก่อนการทดสอบอาหารบางชนิดจะไม่สามารถทดสอบในห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ได้ อาหารที่ต้องการอุปกรณ์เฉพาะในการเตรียมจะต้องถูกเตรียมก่อนล่วงหน้า มักมีข้อจำกัดในเรื่องอุปกรณ์เครื่องครัว เช่น เตาอบ เตาไมโครเวฟ และตู้เย็น

4. การทดสอบแบบ Home-Use Tests (HUT) เป็นการทดสอบที่ทำในบ้านของผู้ทดสอบ ซึ่งสถานะในการทดสอบไม่ได้ถูกควบคุมโดยนักวิจัย วิธีนี้ใช้ประเมินคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ การยอมรับหรือความชอบ และพฤติกรรมภายใต้สถานะการใช้งานจริง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารจะถูกทดสอบภายใต้สถานะการใช้งานปกติ ดังนั้นจึงให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่อาจไม่ได้จากวิธีทดสอบอื่น ๆ ข้อดีของวิธีนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ถูกทดสอบในสถานะการใช้งานจริง สามารถได้ข้อมูลทางการตลาด เช่น ชนิดของผลิตภัณฑ์คู่แข่งที่พบในบ้านในระหว่างการทดสอบ รูปแบบการใช้ และข้อมูลอื่น ๆ ที่จะประโยชน์ในการทำการตลาดผลิตภัณฑ์ แต่ข้อเสีย คือ ต้องใช้เวลามากในการเตรียมการ การกระจายตัวอย่างให้กับผู้ทดสอบ และการรวบรวมข้อมูลของผู้ทดสอบ มักใช้เวลายาวนาน 1-4 สัปดาห์ในการดำเนินการให้เสร็จสิ้น การขาดการควบคุมสถานะในการทดสอบอาจให้ผลที่มี

ความแปรปรวนสูง การออกแบบการทดสอบต้องง่าย ไม่เหมาะที่จะทดสอบตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง มีค่าใช้จ่ายสูงในเรื่องต้นทุนผลิตภัณฑ์เมื่อมีขนาดตัวอย่างที่ทดสอบมากกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ หรือการทดสอบแบบ CLT นอกจากนี้ การส่งจดหมายหรือการกระจายตัวอย่างให้กับผู้ทดสอบจะเพิ่มต้นทุนในการทดสอบ ถ้าใช้จำนวนผู้ทดสอบน้อยกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการหรือแบบ CLT เนื่องจากต้นทุนสูง ข้อมูลที่ได้จะจำกัด ไม่สามารถทดสอบผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียได้ง่ายและไม่สามารถส่งทางไปรษณีย์ได้ แบบสอบถามต้องชัดเจนและกะทัดรัด เนื่องจากไม่มีโอกาสอธิบายและเพิ่มรายละเอียดเช่นที่ทำได้กับการสัมภาษณ์ส่วนบุคคล



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 เนื้อปลานวลจันทร์แดง จากตลาดยิ่งเจริญ สะพานใหม่
- 1.2 ข้าวเสาไห้ ตรา เกษตร
- 1.3 กระเทียม จากตลาดยิ่งเจริญ สะพานใหม่
- 1.4 เปลือกป่น ตรา ประทีป
- 1.5 น้ำตาลทราย ตรา มิตรผล
- 1.6 พริกไทยป่น ตรา ไร่ทิพย์
- 1.7 น้ำมันปาล์ม ตรา เกสร

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบและการผลิต

- 2.1 เครื่องสับผสมแบบใบมีด (Food processor) ยี่ห้อ National รุ่น MK-5080N
- 2.2 เครื่องนวดผสม (Variable gear mixer) ขนาด 10 ลิตร Model TS 207, หจก. กล้วยน้ำไทเตาอบ
- 2.3 เครื่องบดเนื้อ (grinder) ยี่ห้อ Manca รุ่น PM-82
- 2.4 เครื่องอัดไส้กรอก ขนาด 6 ลิตร ยี่ห้อ Dick
- 2.5 ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ WTB Binder
- 2.6 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 2.7 หม้อทอดไฟฟ้า ยี่ห้อ Fritel รุ่น FRI-1355
- 2.8 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Vibra รุ่น CG 3000GS
- 2.9 UV-Vis spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น 160 A
- 2.10 ถังพลาสติก (PP) ขนาด 2 ¼ x 8 นิ้ว
- 2.11 หนัวยาง

3. จุลินทรีย์

- 3.1 *Pediococcus pentosaceus* TISTR 423
- 3.2 *Lactobacillus fermentum* TISTR 937
- 3.3 *Lactobacillus pentosus* TISTR 853

3.4 *Lactobacillus plantarum* TISTR 854

3.5 *Candida sake* (IFRPD)

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.1.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ LLOYD รุ่น TA 500

4.1.2 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d

4.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.2.1 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Consort รุ่น C380

4.2.2 ชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.2.3 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

4.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

4.3.1 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Binder รุ่น FD-115

4.3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ยี่ห้อ Tattnauer รุ่น 3850M

4.3.3 ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Binder รุ่น BD 115/E2

4.3.4 ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Kottermann รุ่น 2771

4.3.5 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

4.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

4.4.1 อุปกรณ์ในการทดสอบ

4.4.2 แบบสอบถาม

4.4.3 ไมโครเวฟ ยี่ห้อ LG รุ่น MS-1822C

5. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

5.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติก ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

5.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเกลือ ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

5.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

5.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

5.5 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ TBA ตามวิธีของ Pearson (1976)

5.6 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับตรวจหา จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, แบคทีเรียแลกติก,

Escherichia coli, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., ยีสต์และรา ตามวิธีของ A.O.A.C.

(2000) และ *Clostridium perfringens* ตามวิธีของ A.P.H.A. (1992)

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

- 6.1 ถุงลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE ความหนา 80 ไมครอน ขนาด 5 x 8 นิ้ว
- 6.2 เครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ ยี่ห้อ Supervac รุ่น GK 100/1
- 6.3 ตู้บ่มอุณหภูมิ 4 ± 0.5 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Sanyo รุ่น MIR-153

7. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- 7.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
- 7.2 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 10.0

วิธีการ

1. สำรวจตลาดผลิตภัณฑ์แหนมปลาและผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็น และสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

1.1 สำรวจตลาดผลิตภัณฑ์แหนมปลาและผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็น

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์แหนมปลาและผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็นที่เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์และผ่านการปรุงสุกพร้อมบริโภคที่วางจำหน่ายในตลาดสด ชุปเปอร์มาร์เก็ต ชุปเปอร์สโตร์ ร้านสะดวกซื้อ ในเขตกรุงเทพมหานคร ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – มิถุนายน 2550 เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นทางการตลาดซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคต่อไป

1.2 สำรวจพฤติกรรมผู้บริโภค ทักษะและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

1.2.1 การคัดเลือกผู้บริภคกลุ่มเป้าหมาย

ทำการสำรวจผู้บริโภคที่รับประทานแหนมปลาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 250 คน โดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ก 1) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2550 สถานที่ทำการสำรวจ ได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสวนจตุจักร โดยในการสำรวจจะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (Convenience sampling) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจซื้อ โดยการวิเคราะห์ χ^2 จากนั้นนำปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันมาทำการพิจารณาแบบ Crosstab เพื่อคัดเลือกผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

1.2.2 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

ทำการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยใช้การอภิปรายแบบกลุ่ม (focus group discussion) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนิสิต-นักศึกษาและกลุ่มคนทำงาน ซึ่งมีอายุ 20 ปีขึ้นไป กลุ่มละ 8 คน ในเดือนกันยายน 2550 สถานที่ทำการศึกษา ได้แก่ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง โดยใช้เวลาในการอภิปราย 1-2 ชั่วโมง รายละเอียดขั้นตอนการอภิปรายแสดงในภาคผนวก ข

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต

2.1 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์แหนมปลาในท้องตลาดเพื่อใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบ

ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์แหนมปลาดิบในท้องตลาดมาจำนวน 4 ตัวอย่าง จากนั้นนำไปศึกษาคุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

ก. ค่าเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง การเกาะรวมตัวกัน ความยืดหยุ่น และพลังงานในการเคี้ยว โดยใช้เครื่อง Lloyd Instrument รุ่น TA 500 ใช้หัวกดรูปทรงกระบอก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร) กดตัวอย่างที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าด้านขนาด 1.5x1.5x1.5 เซนติเมตร ลงไป 60% ของความสูง โดยใช้ความเร็วของหัวกด 5 มิลลิเมตร/วินาที ทำการวัดค่า 5 ซ้ำ

ข. ค่าสี $L^*a^*b^*$ ของผิวด้านนอกของแหนมปลา โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta model CM-3500d ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

2.1.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดแลกติก ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณเกลือ ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

2.1.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณแบคทีเรียแลกติก ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

2.1.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยตัวอย่างแฮมปลาที่นำมาทดสอบจะอยู่ในช่วงเหมาะที่จะรับประทาน โดยจะสังเกตได้จากสีของเนื้อปลาจะขาวขึ้น (สีซีดลง) เนื้อสัมผัสรัดแน่นและเหนียว มีน้ำเหนียว ๆ อยู่โดยรอบ (นาถสุดา, 2522) แฮมปลาที่ใช้ทดสอบจะถูกตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1.5 x 2 x 10 เซนติเมตร แล้วนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที โดยใช้อัตราส่วนแฮม 400 กรัม ต่อน้ำมัน 2 ลิตร จากนั้นหั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร แล้วเสนอตัวอย่างแบบพร้อมกันหมดให้ผู้ทดสอบชิมที่อุณหภูมิห้องพร้อมแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก 2) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) หากพบนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test (DMRT) ต่อไปคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติเพื่อนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบต่อไป

2.2 การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

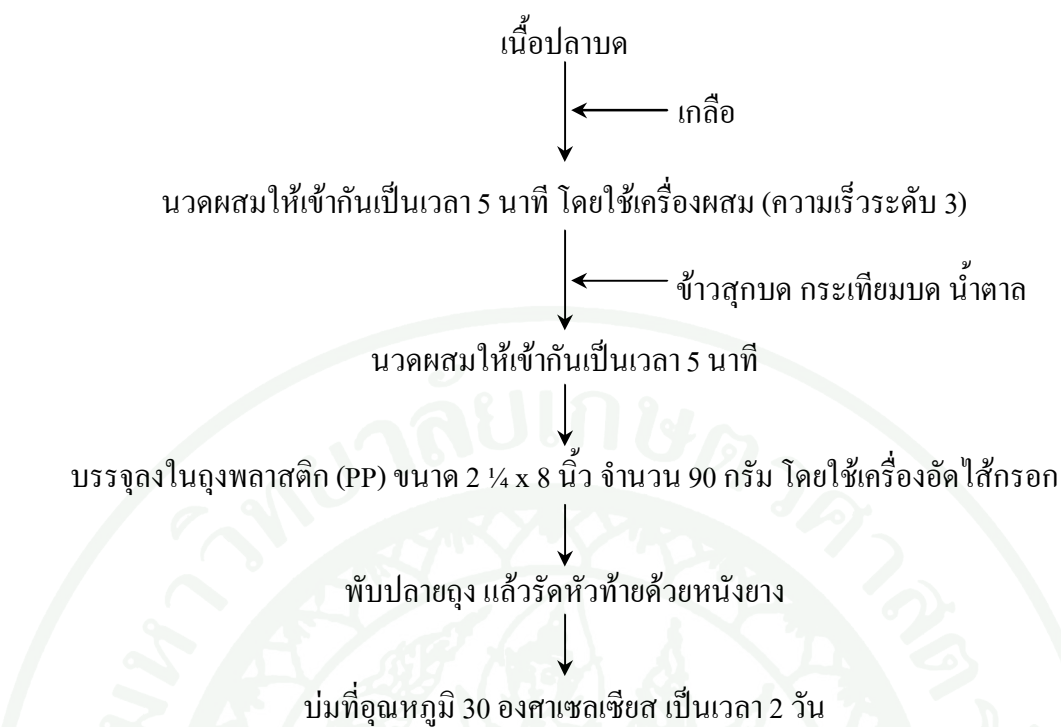
ทำการผลิตแฮมปลาโดยใช้สูตรพื้นฐานที่แตกต่างกันจำนวน 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 และใช้กรรมวิธีผลิตที่ดัดแปลงบางส่วนเพื่อให้เข้ากับเครื่องมือที่ภาควิชามีอยู่ ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 จากนั้นจึงนำแฮมปลาที่ได้ไปทำการทดสอบความชอบในด้านกลิ่นรสกระเทียม ความยืดหยุ่น ความเปรี้ยว ความเค็ม และความชอบรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) ร่วมกับวิธีกับ Just about right เพื่อหาทิศทางในการปรับปรุงสูตร กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยใช้แฮมปลาที่ทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที (อัตราส่วนแฮม 5 ชิ้น ต่อน้ำมัน 2.5 ลิตร) แล้วหั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร เสนอตัวอย่างแบบพร้อมกันหมดให้ผู้ทดสอบชิมที่อุณหภูมิห้องพร้อมแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก3) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน

(analysis of variance : ANOVA) หากพบนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test (DMRT) ต่อไป คัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติเพื่อนำไปศึกษาต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของแหนมปลา (ร้อยละ)

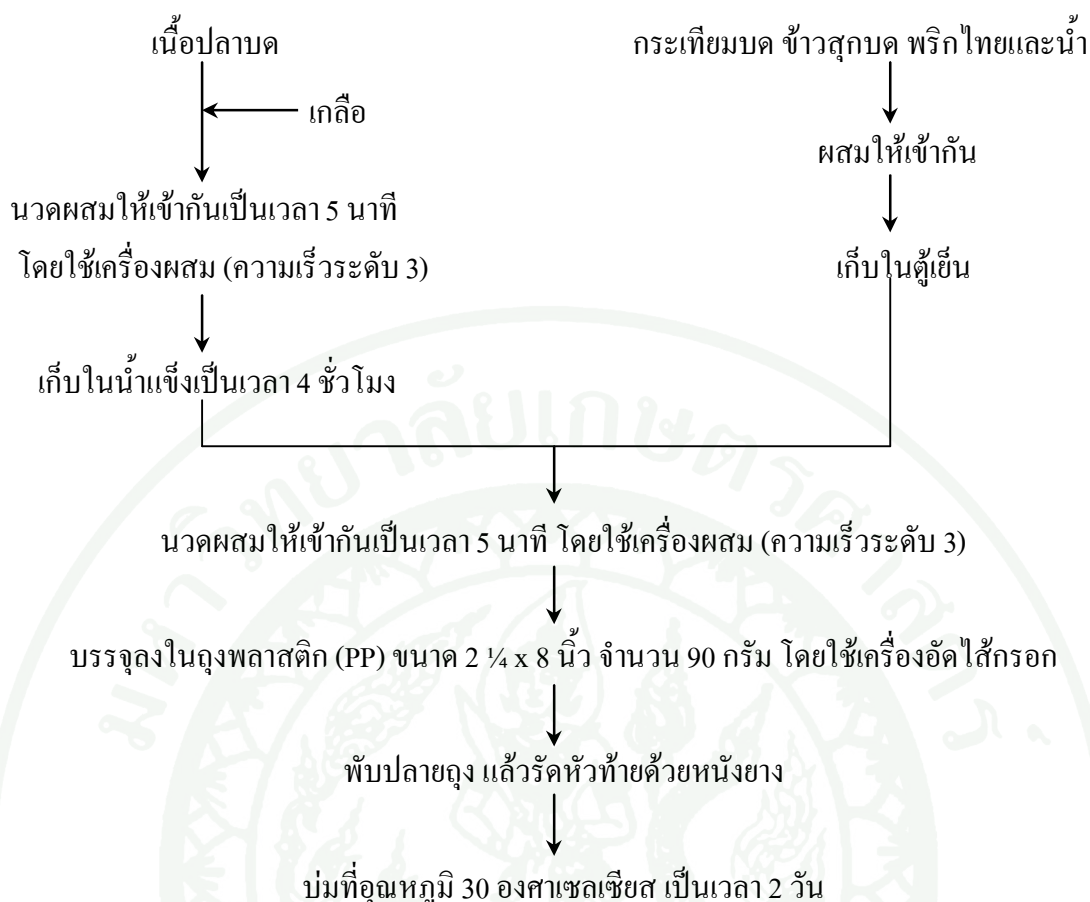
ส่วนประกอบ	สูตร 1 ¹	สูตรที่ 2 ²	สูตร 3 ³
เนื้อปลานวลจันทร์บด	83.3	88	69
ข้าวสุกบด	12.5	2	13.8
กระเทียมบด	2.5	3	13.8
เกลือ	1.7	2	2
พริกไทย	-	2	-
น้ำตาล	-	-	1.4
น้ำ	-	3	-

ที่มา: ¹ อรวรรณและคณะ (2550); ² Yamprayoon *et al.* (1998); ³ เหมวดี (2543)



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตแหนมปลาสูตรที่ 1 และ 3

ที่มา: ดัดแปลงจาก อรวรรณและคณะ (2550) และเหมวดี (2543)



ภาพที่ 2 กรรมวิธีการผลิตแผ่นพลาสติกที่ 2

ที่มา: คัดแปลงจาก Yamprayoon *et al.* (1998)

2.3 การศึกษาการผลิตแผ่นปลาโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

2.3.1 การเตรียมเชื้อบริสุทธิ์

เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากตัวอย่างปลาสดหรือสัสมัก ประกอบด้วยแบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม homofermentative ได้แก่ *Pediococcus pentosaceus* TISTR 423, *Lactobacillus pentosus* TISTR 853 และ *Lactobacillus plantarum* TISTR 854 แบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม heterofermentative ได้แก่ *Lactobacillus fermentum* TISTR 937 ซึ่งเชื้อทั้งหมดได้รับมาจากศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (TISTR) และยีสต์ ได้แก่ *Candida sake* (IFRPD) ซึ่งได้รับมาจาก

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (IFRPD) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การเตรียมเชื้อแบคทีเรียแลคติกเตรียมโดยนำแบคทีเรียแลคติกมาเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth จำนวน 2 ครั้ง ก่อนถ่ายลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ด้วยวิธี streak plate technique แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเลือกโคโลนีเดี่ยวถ่ายลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar แบบ slant แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการนิ่งมาเชื้อแล้วประมาณ 5 มิลลิลิตร ลงไปในหลอด slant ที่มีเชื้อเจริญ เขย่าให้เชื้อกระจายตัวในสารละลาย ถ่ายสารละลายเชื้อที่ได้ลงในขวดที่ผ่านการนิ่งมาเชื้อแล้ว จากนั้นนำมาวัดค่า Optical density (OD) ด้วยการนำสารละลายเชื้อไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทำการปรับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายเชื้อให้ได้เท่ากับ 1 โดยใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำมาหาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดต่อปริมาตรสารละลายแบคทีเรีย 1 มิลลิลิตร ในอาหารแข็ง MRS agar เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณสารละลายแบคทีเรียที่ต้องใช้เติมลงในແහນມຸປລາ โดยให้มีจำนวนเชื้อเริ่มต้นเท่ากับ 10^6 CFU/g สำหรับเชื้อยีสต์ เตรียมโดยเพาะเลี้ยงยีสต์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA slant ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงจำนวนอย่างน้อย 2 ครั้งก่อนเตรียมเป็นสารละลายเชื้อโดยใช้วิธีเดียวกันกับแบคทีเรียแลคติก นำสารละลายเชื้อที่ได้มาทำการหาจำนวนยีสต์ต่อปริมาตรสารละลาย 1 มิลลิลิตร โดยใช้ Haemocytometer แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณสารละลายที่ต้องใช้เติมลงในແහນມຸປລາ โดยให้มีจำนวนเชื้อเริ่มต้นเท่ากับ 10^4 CFU/g

2.3.2 การศึกษาการสร้างกรดของแบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม homofermentative

นำแบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม homofermentative ที่เตรียมตามวิธีการในข้อ 2.3.1 มาเติมลงในແහນມຸປລາให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นเท่ากับ 10^6 CFU/g จากนั้นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมเป็นเวลา 2 นาที นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 12 ชั่วโมง นำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ก. คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดแลคติกและความเป็นกรด-ด่าง (A.O.A.C., 2000)

ข. คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแบคทีเรียแลคติก (A.O.A.C., 2000)

คัดเลือกเชื้อที่สร้างกรดได้มากที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

2.3.3 การศึกษาคุณภาพของแหนมปลาที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต

นำแบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม homofermentative ที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.3.2 มาเติมลงในแหนมปลาทั้งในรูปของเชื้อบริสุทธิ์สายพันธุ์เดี่ยว สายพันธุ์ผสมกับ *L. fermentum* TISTR 937 ในอัตราส่วน 1 : 1 (10^6 CFU/g) และสายพันธุ์ผสมกับ *C. sake* (IFRPD) ในอัตราส่วนแบคทีเรีย : ยีสต์ เท่ากับ 10^6 : 10^4 CFU/g บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำแหนมปลาที่ได้มาทำการศึกษาคูณภาพเปรียบเทียบกับแหนมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ก. คุณภาพทางกายภาพของแหนมปลาดิบ ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัส ตามวิธีการในข้อ 2.1.1 ก และ ค่าสี $L^*a^*b^*$ ตามวิธีการในข้อ 2.1.1 ข

ข. คุณภาพทางเคมีของแหนมปลาดิบ ตามข้อ 2.3.2 ก.

ค. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแหนมปลาดิบ ตามข้อ 2.3.2 ข.

ง. คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความชอบในด้านกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม กลิ่นรสกระเทียม ความเปรี้ยว ความเค็ม ความขี้ดหยุ่นและความชอบรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) ร่วมกับวิธี Just about right เพื่อหาทิศทาง การปรับปรุงสูตรขั้นสุดท้าย กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยใช้แหนมปลาทอดที่เตรียมเช่นเดียวกับข้อ 3.2 เสนอตัวอย่างแบบพร้อมกันหมดให้ผู้ทดสอบชิมที่อุณหภูมิห้องพร้อมแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก4) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) หากพบนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test (DMRT) ต่อไป คัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติเพื่อนำไปศึกษาต่อไป

2.4 การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วกับผลิตภัณฑ์แฮมปลาจากท้องตลาด

นำผลิตภัณฑ์แฮมปลาสูตรที่ได้รับการปรับปรุงแล้วในข้อ 2.3 มาศึกษาคุณภาพของแฮมปลาดิบและแฮมปลาทอดซึ่งทอดเช่นเดียวกับข้อ 2.2 เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แฮมปลาจากท้องตลาดซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 2.1 เพื่อให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดอย่างไร ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้นไปในอนาคต โดยคุณภาพที่ทำการศึกษา ได้แก่

2.4.1. คุณภาพทางกายภาพของแฮมปลาดิบและแฮมปลาทอด ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัสตามวิธีการในข้อ 2.1.1 ก และ ค่าสี $L^*a^*b^*$ ตามวิธีการในข้อ 2.1.1 ข

2.4.2. คุณภาพทางเคมีของแฮมปลาดิบและแฮมปลาทอด ตามข้อ 2.1.2

2.4.3. คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม กลิ่นรสกระเทียม ความเปรี้ยว ความเค็ม ความยืดหยุ่น และความชอบรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยใช้แฮมปลาทอดที่เตรียมเช่นเดียวกับข้อ 2.2 เสนอตัวอย่างแบบพร้อมกันหมดให้ผู้ทดสอบชิมที่อุณหภูมิห้องพร้อมแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก5) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test

3. การศึกษากรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์แฮมปลาและสภาวะในการอุ่นผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภค

3.1 การศึกษากรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์แฮมปลา

ทำการศึกษาอุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอด โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial แปรผันอุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 3 ระดับ ได้แก่ 140, 150 และ 160 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการทอด 2 ระดับ คือ 6 และ 7 นาที โดยจับเวลาตั้งแต่นำผลิตภัณฑ์ลงทอดในน้ำมันที่มีอุณหภูมิตามที่กำหนดแล้ว ในการทอดแฮมปลาจะใช้การทอดแบบน้ำมันท่วม (deep fat frying) ด้วยหม้อทอดไฟฟ้าโดยใช้อัตราส่วนแฮมปลาจำนวน 4 ชิ้นต่อน้ำมัน 2.7 ลิตร จากนั้นนำ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทำการทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏภายนอก สี น้ำตาลของเปลือกนอก (โดยใช้ตัวอย่างแผ่นพลาสติกที่ยังไม่ได้หั่น) กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม (โดยใช้ตัวอย่างที่หั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร) ด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยเสนอตัวอย่างแบบพร้อมกันหมดให้ผู้ทดสอบชิมที่อุณหภูมิห้องพร้อมแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก6) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) หากพบนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test (DMRT) ต่อไป คัดเลือกสภาวะที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติเพื่อนำไปศึกษาต่อไป

3.2 การศึกษาสภาวะในการอุ่นผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์แผ่นพลาสติกผ่านการทอดตามสภาวะที่คัดเลือกได้ในข้อ 3.1 มาบรรจุในถุงลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE แบบสุญญากาศ ถุงละ 1 ชิ้น แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นนำมาศึกษาการอุ่นด้วยเตาไมโครเวฟที่ 3 สภาวะ ได้แก่ กำลังไฟ 360 วัตต์ (อ่อน) เป็นเวลา 2 นาที กำลังไฟ 600 วัตต์ (ปานกลาง) เป็นเวลา 1.50 นาที และกำลังไฟ 800 วัตต์ (สูง) เป็นเวลา 1 นาที ซึ่งผลิตภัณฑ์หลังอุ่นตามสภาวะดังกล่าวจะมีอุณหภูมิใจกลางผลิตภัณฑ์มากกว่า 60 องศาเซลเซียส และในการอุ่นผลิตภัณฑ์ จะอุ่นทีละ 1 ชิ้น โดยตัดเปิดปากถุงบรรจุภัณฑ์เล็กน้อย แล้วนำเข้าอุ่นในเตาไมโครเวฟ นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอุ่นแล้วไปทำการทดสอบความชอบในด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยใช้ตัวอย่างที่หั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร เสนอตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียสแบบพร้อมกันหมดพร้อมด้วยแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก7) ให้กับผู้ทดสอบ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) หากพบนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test (DMRT) ต่อไป คัดเลือกสภาวะที่ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติเพื่อนำไปใช้เป็นสภาวะในการอุ่นผลิตภัณฑ์ต่อไป

4. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์แผ่นพลาสติกพร้อมบริโกลที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

นำผลิตภัณฑ์แผ่นพลาสติกพร้อมบริโกลที่บรรจุในถุงลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE แบบสุญญากาศ มาทำการวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัส ตามวิธีการในข้อ 2.1.1 ก และ ค่าสี $L^*a^*b^*$ ตามวิธีการในข้อ 2.1.1 ข

4.2 คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า ปริมาณกรดแลกติก ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณเกลือ (A.O.A.C., 2000)

4.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภค ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2544) ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, Coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella* spp., ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000) และ *Clostridium perfringens* ตามวิธีของ A.P.H.A. (1992)

5. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภค

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว โดยทำการทดสอบแบบ Central location test (CLT) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 100 คน ที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการทดสอบจะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอุ่นด้วยเตาไมโครเวฟที่กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที แล้วหั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร เสนอตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 45-50 องศาเซลเซียสให้กับผู้ทดสอบพร้อมด้วยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE แบบสุญญากาศ และแบบสอบลาม (ภาคผนวก ก8) ผู้ทดสอบทำการทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วให้คะแนนความชอบในด้านรูปแบบภายนอก บรรจุภัณฑ์ ลักษณะปรากฏภายนอก (ทั้งชิ้น) กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

6. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว โดยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 3 วันมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

6.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) ตามวิธีของ Pearson (1976) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (A.O.A.C., 2000)

6.2 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

6.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) ในคุณลักษณะด้านสีของเนื้อใน กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติและความชอบรวม กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยใช้เหนมปลาที่ผ่านการอุ่นด้วยเตาไมโครเวฟที่กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที หั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร เสิร์ฟให้ผู้ทดสอบชิมที่อุณหภูมิประมาณ 45 – 50 องศาเซลเซียสพร้อมแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก9) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) หากพบนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test (DMRT) ต่อไป

โดยเกณฑ์ในการหยุดการเก็บรักษา คือ

1. ผู้บริโภคมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ หรือ
2. คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 5 หรือ
3. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารปิ้งสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภค (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2544)

7. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2550 ถึงสิ้นเดือนกรกฎาคม 2552

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์แหนมปลาและผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็น และสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

1.1 ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์แหนมปลาและผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็น

1.1.1 ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์แหนมปลา

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่มีวางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ - มิถุนายน 2550 โดยสถานที่ที่ทำการสำรวจ ได้แก่ ที่อัสซูปเปอร์มาร์เก็ต (สาขาเกษตร) โฮมเฟรชมาร์ท (เดอะมอลล์สาขางามวงศ์วาน) เทสโก้โลตัส (สาขาลาดพร้าว) บิ๊กซี (สาขาสะพานใหม่-ดอนเมือง) คาร์ฟู (สาขารามอินทรา) ตลาดยิ่งเจริญ (สะพานใหม่) ตลาดมีนบุรี โรงอาหารกลาง 1 และตลาดนัดภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า มีผลิตภัณฑ์แหนมปลาวางจำหน่ายอยู่หลายยี่ห้อ ซึ่งมีทั้งแหนมปลาที่ผ่านการปรุงสุกแล้วและแหนมปลาดิบ โดยผลิตภัณฑ์แหนมปลาดิบที่มีวางจำหน่ายมีทั้งหมด 11 ยี่ห้อ โดยมีบริษัทผู้ผลิตจำนวน 6 บริษัท ลักษณะของแหนมปลาจะมีทั้งที่เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และทรงกระบอกรัดหัวท้าย บรรจุในถุงพลาสติกหรือห่อด้วยใบตอง มีวางจำหน่ายตามซูเปอร์มาร์เก็ต ซูเปอร์สโตร์ และตลาดสด โดยตามซูเปอร์มาร์เก็ตจะวางจำหน่ายในตู้อาหารแช่เย็น รวมกับผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน เช่น แหนม ไส้กรอกอีสาน ไส้ฉั่ว เป็นต้น สำหรับในตลาดสด แหนมปลาดิบจะวางจำหน่ายตามแผงขายอาหารประเภทแหนม ไส้กรอกอีสาน ลูกชิ้น ไส้กรอก เป็นต้น รายละเอียดของแหนมปลาดิบที่จำหน่ายในท้องตลาดแสดงในตารางที่ 2 สำหรับแหนมปลาปรุงสุกจะมีวางจำหน่ายในบริเวณซุ้มจำหน่ายอาหารปรุงสำเร็จซึ่งอยู่บริเวณรอบ ๆ ซูเปอร์มาร์เก็ต และซูเปอร์สโตร์ โดยจะวางจำหน่ายในซุ้มผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไส้กรอกอีสาน ไส้กรอกหมูกระเทียม ไส้กรอกห่อหมก เป็นต้น สำหรับแหนมปลาปรุงสุกที่วางจำหน่ายในตลาดสด ตลาดนัด และโรงอาหารจะวางจำหน่ายตามรถเข็นและแผงจำหน่ายอาหารปรุงสำเร็จประเภทแหนม ไส้กรอกอีสาน ไส้กรอกหมูกระเทียม ไส้กรอกหมูรมควัน เป็นต้น โดยแหนมปลาปรุงสุกที่วางจำหน่ายในท้องตลาดจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกรัดหัวท้าย ปรุงสุกโดยการทอดหรือย่าง น้ำหนักต่อชิ้นประมาณ 75 – 100 กรัม จำหน่ายในราคาสิน 10 – 12 บาท

ตารางที่ 2 ผลิตภัณฑ์เหมมปลาดิบที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

ตรา	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ลักษณะผลิตภัณฑ์และภาชนะ บรรจุ	ขนาด บรรจุ (กรัม)	ราคา (บาท)	อายุ การ เก็บ	ผู้ผลิต	สถานที่ จำหน่าย
1. แม่น้อย (ไม่ลองไม่รู้, OTOP, ฮาลาล, มพช., GMP)	ปลาสามฟัก (เหมม ปลา)	เนื้อปลา ข้าวสุก กระเทียม เกลือ	- ห่อด้วยใบตองที่รองด้วยแผ่น พลาสติกเป็นชั้นสี่เหลี่ยม ผืนผ้า รัดด้วยหนังยาง แล้วบรรจุใน ถุงพลาสติกจำนวน 10 ชิ้น - บรรจุในถุงพลาสติก เป็นชั้น สี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ วางในถาด โฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มใส	300 500	49-55 69	1 เดือน 1 เดือน	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเชิงเงา	เทศโกโลตัส บิ๊กซี
2. บ้านหมี่	ปลาสามฟัก	เนื้อปลา 85% ข้าวสุก 9% กระเทียม 5% เกลือ 0.5% ผงชูรส 0.5%	- ห่อด้วยใบตองที่รองด้วยแผ่น พลาสติกเป็นชั้นสี่เหลี่ยม ผืนผ้า รัดด้วยหนังยาง แล้วบรรจุในถุง พลาสติกจำนวน 10 ชิ้น	300	38	1 เดือน ครึ่ง	บ. ศ.กิจวัฒนาฟู้ดส์ จำกัด	คาร์ฟู

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตรา	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ลักษณะผลิตภัณฑ์และภาชนะ บรรจุ	ขนาด บรรจุ (กรัม)	ราคา (บาท)	อายุ การ เก็บ	ผู้ผลิต	สถานที่ จำหน่าย
3. ซ้อนทอง	แหวนมปลา กราย	เนื้อปลา 85%	- ห่อด้วยใบตองที่รองด้วยแผ่น พลาสติกเป็นชั้นสี่เหลี่ยม ผืนผ้า รัดด้วยหนังยาง แล้วบรรจุในถุง พลาสติกจำนวน 10 ชั้น	300	46	1	บ. ส.กิจวัฒนาฟู๊ดส์ จำกัด	ที่อปส., คาร์ฟู, บิ๊กซี เทสโก้โลตัส โฮมเฟรช มาร์ท
		ข้าวสุก 9%				เดือน		
		กระเทียม 5%				ครึ่ง		
		เกลือ 0.5%						
		ผงชูรส 0.5%						
		เนื้อปลา 90%	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุงพลาสติก จำนวน 5 ชั้น	300	38			
		ข้าวสุก 3%		500	55			
		กระเทียม 5%						
		เกลือ 1%						
		ผงชูรส 1%						
		เนื้อปลา 90%	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นชั้น สี่เหลี่ยม วางในถาดพลาสติก แล้วหุ้มด้วยฟิล์มใส	250	32			
		ข้าวสุก 4%		500	48-52			
		กระเทียม 5%						
		เกลือ 0.5%						
		ผงชูรส 0.5%						

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตรา	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ลักษณะผลิตภัณฑ์และภาชนะ บรรจุ	ขนาด บรรจุ (กรัม)	ราคา (บาท)	อายุ การ เก็บ	ผู้ผลิต	สถานที่ จำหน่าย
4. ลิคเคอร์ไพรส์	ปลาต้มพริก	เนื้อปลา 85% ข้าวสุก 9% กระเทียม 5% เกลือ 0.5% ผงชูรส 0.5%	- ห่อด้วยใบตองที่รองด้วยแผ่น พลาสติกเป็นชั้นสี่เหลี่ยม ผืนผ้า รัดด้วยหนังยาง แล้วบรรจุในถุง พลาสติกจำนวน 10 ชิ้น	300	32	1 เดือน ครึ่ง	บ. ส.กิจวัฒนาฟู๊ดส์ จำกัด	บักชี
	แหวนปลา กราย		- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุงพลาสติก จำนวน 5 ชิ้น	500	39	1 เดือน ครึ่ง		
5. ม.ขอนแก่น (ชั้นทองขวาน ทาน มาตรฐาน อาหารเด็ก)	แหวนปลา กราย	เนื้อปลา กระเทียม เกลือ เครื่องเทศ	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุงพลาสติก จำนวน 10 ชิ้น	ไม่ระบุ	50	ไม่ ระบุ	กฤษณาฟู๊ดส์	ตลาดยิ่งเจริญ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตรา	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ลักษณะผลิตภัณฑ์และภาชนะ บรรจุ	ขนาด บรรจุ (กรัม)	ราคา (บาท)	อายุ การ เก็บ	ผู้ผลิต	สถานที่ จำหน่าย
6. สุนี (ฮาลาล, GMP, OTOP, เขตลุ่มชนวิม, ผู้ แล้วราย)	แหนมปลา กราย	เนื้อปลาบด80% เครื่องปรุงรส 13% วัตถุดิบเสียบ ผงชูรส (โมโน โซเดียม กลูตาเมต)	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุง พลาสติก จำนวน 10 ชิ้น	900	60	1 เดือน	บ. ผลิตภัณฑ์อาหารสุนี จำกัด	ตลาดยิ่งเจริญ ตลาดมินบุรี
7. เทสโก้	แหนมปลา กราย		- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นชิ้น สี่เหลี่ยม แล้วบรรจุใน ถุงพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น	500	47	1 เดือน		เทสโก้โลตัส
8. ปลาทราย (ต้นตำรับดอน เมืองแท้)	แหนมปลา	เนื้อปลา 80% ข้าว5% กระเทียม 5% เครื่องเทศ 5% เกลือ3% โมโนโซเดียม กลูตาเมต 2%	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุง พลาสติก จำนวน 5 ชิ้น	530	28	2 เดือน	แหนมสุทธิลักษณ์ ดอนเมือง	ตลาดยิ่งเจริญ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตรา	ชื่อ ผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ลักษณะผลิตภัณฑ์และภาชนะ บรรจุ	ขนาด บรรจุ (กรัม)	ราคา (บาท)	อายุ การ เก็บ	ผู้ผลิต	สถานที่ จำหน่าย
9. นิตยา (เป็บพิศดาร แม่ ซ้อย นางรำ)	แหนมปลา กราย	เนื้อปลา เครื่องปรุง เครื่องเทศ	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุงพลาสติก จำนวน 10 ชิ้น	100	55	ไม่ ระบุ	เอ็น.วาช ฟู้ดส์	ตลาดยิ่งเจริญ
10. เอรวิณ (ไม่ลองไม่รู้)	แหนมปลา กราย	เนื้อปลา กระเทียม ข้าว เครื่องเทศ	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุง พลาสติก จำนวน 10 ชิ้น	100	50	ไม่ ระบุ		ตลาดยิ่งเจริญ
11. แม่ประยงค์ (เจ้าเก่า คั้งเดิม)	แหนมปลา กราย	เนื้อปลา กระเทียม ข้าวหอมมะลิ เกลือ เครื่องเทศ อื่น ๆ	- บรรจุในถุงพลาสติกเป็นรูป ทรงกระบอกรัดหัวท้ายด้วยหนัง ยาง แล้วบรรจุในถุง พลาสติก จำนวน 10 ชิ้น	100	55	ไม่ ระบุ		ตลาดยิ่งเจริญ, ตลาดมีนบุรี

1.1.2 ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็น

ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปแช่เย็นที่มีวางจำหน่ายในเขต กรุงเทพมหานคร ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ - มิถุนายน 2550 โดยสถานที่ที่ทำการสำรวจ ได้แก่ ที่อ็อปส์ซูเปอร์มาร์เก็ต (สาขาเกษตร) โฮมเฟรชมาร์ท (เดอะมอลล์สาขางามวงศ์วาน) เทสโก้โลตัส (สาขาลาดพร้าว) บิ๊กซี (สาขาสะพานใหม่-ดอนเมือง) คาร์ฟู (สาขารามอินทรา) และร้าน 7-11 (สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) พบว่า มีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปวางจำหน่ายในตู้แช่เย็นอยู่หลายประเภท เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทแฮม ลูกชิ้น ไส้กรอก เต้าหู้ปลา ปูอัด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้สุกมาแล้ว สามารถนำไปอุ่นแล้วรับประทานได้ทันที หรืออาจนำไปใช้รับประทานร่วมกับอาหารอื่น ๆ เช่น ก๋วยเตี๋ยว แซนด์วิช สลัด ยำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบผลิตภัณฑ์พื้นบ้านประเภทแฮม ไส้กรอกอีสาน ไส้ฉั่ว ไส้กรอกวุ้นเส้น ไส้กรอกหมูกระเทียม ไส้กรอกห่อหมกปลากระยา วางจำหน่ายในตู้แช่เย็น ในบริเวณเดียวกับผลิตภัณฑ์แฮมปลา โดยผลิตภัณฑ์แฮมและไส้กรอกอีสาน จะมีวางจำหน่ายทั้งแบบดิบและแบบพร้อมอุ่นบริโภค ในขณะที่ไส้กรอกหมูกระเทียม ไส้กรอกห่อหมกปลากระยา ไส้ฉั่ว และไส้กรอกหมูวุ้นเส้นจะมีวางจำหน่ายเป็นแบบพร้อมอุ่นบริโภค สำหรับบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์พร้อมอุ่นบริโภคจะเป็นแบบบรรจุถุงแบบสุญญากาศชั้นเดียวหรือบรรจุถุงแบบสุญญากาศแล้วมีซองพลาสติกหุ้มอีกชั้น และแบบที่บรรจุในถาดพลาสติกแล้วมีซองพลาสติกหุ้มด้านนอก ขนาดบรรจุมีตั้งแต่ 75- 400 กรัม ราคา 12 - 76 บาท อายุการเก็บ 1-2 เดือน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านประเภทเนื้อสัตว์แปรรูปพร้อมอุ่นบริโภคที่วางจำหน่ายในตู้แช่เย็นร่วมกับผลิตภัณฑ์หมกปลา

ผลิตภัณฑ์	บริษัทผู้ผลิต	ตราชื่อ	บรรจุภัณฑ์/ น้ำหนัก	ราคา	อายุการเก็บ	วิธีรับประทาน
1. ไส้กรอก อีสานพร้อมอุ่น	บริษัท อุตสาหกรรม อาหาร ส. ขอนแก่น	1. ส. ขอนแก่น	บรรจุในถาด พลาสติกมีช่อง พลาสติกหุ้ม ด้านนอก /85 กรัม	25 บาท	35 วัน	- ตัดช่องก่อนนำเข้าตู้อบไมโครเวฟ อุณหภูมิ high กำลังไฟ 800 วัตต์ นานประมาณ 1 นาที (ถ้ากำลังไฟ 1,000 - 1,300 วัตต์ นานประมาณ 30 วินาที) - นำไส้กรอกออกจากช่อง ปล่อยให้คลายความเย็นแล้ว ทอดในกระทะโดยใส่น้ำมันเล็กน้อย ใช้ความร้อนปาน กลาง กลิ้งไปมาจนเหลืองนำมารับประทาน
		2. เทสโก้	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/85 กรัม	19 บาท	1 เดือน	- นำไส้กรอกออกจากช่อง ปล่อยให้คลายความเย็นแล้ว นำเข้าเตาอบในหม้ออบโดยตั้งอุณหภูมิ 250°C ประมาณ 3- 4 นาที
	บริษัท ผลิตภัณฑ์ อาหารสุริสา จำกัด	3. สุริสา	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/220 กรัม	53 บาท	1 เดือน	- ตัดเปิดถุงเล็กน้อย นำเข้าอุ่นในไมโครเวฟได้ทันที ตั้ง ความร้อนปานกลาง ใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที (เวลาใน การอุ่นขึ้นอยู่กับรุ่นและกำลังไฟ) - ใส่น้ำมันเพียงเล็กน้อยในกระทะทอดกลับไปมาด้วยไฟ อ่อนจนกระทั่งสุก - ย่างกลับไปมาด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งสุก

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	บริษัทผู้ผลิต	ตราชื่อ	บรรจุภัณฑ์/ น้ำหนัก	ราคา	อายุการเก็บ	วิธีรับประทาน
2. แหนมย่าง	บริษัท ผลิตภัณฑ์ อาหารสุริสา จำกัด	สุริสา	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/75 กรัม และ 300 กรัม	12 บาท และ 53 บาท	1 เดือน	- อุ่นในไมโครเวฟกำลังไฟ 1,300 วัตต์ 30 วินาที (ขนาดบรรจุ 75 กรัม) - ตัดเปิดถุงเล็กน้อย นำเข้าอุ่นในไมโครเวฟได้ทันที ตั้งความร้อนปานกลาง ใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที (เวลาในการอุ่นขึ้นอยู่กับรุ่นและกำลังไฟ) - ใส่น้ำมันเพียงเล็กน้อยในกระทะทอดกลับไปมาด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งสุก - ย่างกลับไปมาด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งสุก
3. ไส้กรอกห่อ หมก	บริษัท ผลิตภัณฑ์ อาหารสุริสา จำกัด	สุริสา	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/220 กรัม	53 บาท	1 เดือน	- ตัดเปิดถุงเล็กน้อย นำเข้าอุ่นในไมโครเวฟได้ทันที ตั้งความร้อนปานกลาง ใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที (เวลาในการอุ่นขึ้นอยู่กับรุ่นและกำลังไฟ) - ใส่น้ำมันเพียงเล็กน้อยในกระทะทอดกลับไปมาด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งสุก - ย่างกลับไปมาด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งสุก

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	บริษัทผู้ผลิต	ตราชื่อ	บรรจุภัณฑ์/ น้ำหนัก	ราคา	อายุการเก็บ	วิธีรับประทาน
4. ไข่อ้ว	บริษัท ผลิตภัณฑ์ อาหารสุนัข จำกัด	1. สุนิสา	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/90 กรัม และ 220 กรัม	20 บาท และ 53 บาท	1 เดือน	- อุ่นในไมโครเวฟกำลังไฟ 1,300 วัตต์ 1 นาที (ขนาด บรรจุ 90 กรัม) - ตัดเปิดถุงเล็กน้อย นำเข้าอุ่นในไมโคร เวฟได้ทันที ตั้ง ความร้อนปานกลาง ใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที (เวลาใน การอุ่นขึ้นอยู่กับรุ่นและกำลังไฟ) - ใส่น้ำมันเพียงเล็กน้อยในกระทะทอดกลับไปมาด้วยไฟ อ่อนจนกระทั่งสุก - ย่างกลับไปมาด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งสุก
	บริษัท ผลิตภัณฑ์ อาหารริมปีง จำกัด	2. ริมปีง	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/300 กรัม	74 – 76 บาท	2 เดือน	- ทอดโดยใส่น้ำมันเพียงเล็กน้อยในกระทะ ทอดกลับไป มาด้วยไฟอ่อน - วางในภาชนะ นำเข้าตู้อบไมโครเวฟ ประมาณ 2 นาที - ย่างกลับไปมาด้วยไฟอ่อน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	บริษัทผู้ผลิต	ตราชื่อ	บรรจุภัณฑ์/ น้ำหนัก	ราคา	อายุการเก็บ	วิธีรับประทาน
5. ไข่กรอบกลิ่น เส้น	บริษัท ผลิตภัณฑ์ อาหารสุนัข จำกัด	1. สุนิสา	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/ 220 กรัม	53 บาท	1 เดือน	- ตัดเปิดถุงเล็กน้อย นำเข้าอุ่นในไมโครเวฟได้ทันที (กำลังไฟ 600 วัตต์ 1 นาที กำลังไฟ 450 วัตต์ 2 นาที) - ทอด/ย่าง 5-7 นาที
	บริษัท T@P ฟู้ดส์แอนด์ ดริงกิ้ง โพร ดัคส์ จำกัด	2. นายฮัง	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/ 400 กรัม	52 บาท	2 เดือน	- ย่าง/ทอด/ไมโครเวฟ
6. ไข่กรอบหมู กระเทียม	สุรชัยฟู้ดส์ จำกัด	นายฮัง	บรรจุถุงแบบ สุญญากาศ/ 250 กรัม	56 บาท	1 เดือน	- ทอดน้ำมันน้อย ไฟปานกลางประมาณ 2-3 นาที - อุ่นในน้ำร้อนจัดประมาณ 2-3 นาที - อุ่นในไมโครเวฟด้วยไฟปานกลาง ประมาณ 30 วินาที

1.2 ผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภค ทักษะคิดและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภค

1.2.1 ผลการสำรวจผู้บริโภคเพื่อคัดเลือกกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย

จากการสำรวจผู้บริโภคที่รับประทานเหนมปลาในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 250 คน โดยใช้แบบสอบถาม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจซื้อ โดยการวิเคราะห์ χ^2 พบว่า อายุมีผลต่อความสนใจซื้อ (ตารางที่ 4) และเมื่อนำปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันคือ อายุและความสนใจซื้อมาทำการพิจารณาแบบ Crosstab พบว่า กลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี มีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์น้อยกว่ากลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 20 ขึ้นไป โดยกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี สนใจซื้อผลิตภัณฑ์เพียงร้อยละ 55.6 ในขณะที่กลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไปสนใจซื้อ มากกว่าร้อยละ 75 (ตารางที่ 5) ดังนั้นจึงคัดเลือกผู้บริโภคที่รับประทานเหนมปลาที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไปเป็นผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจซื้อ

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความสนใจซื้อ (χ^2)
เพศ	0.212
อายุ	0.001*
การศึกษา	0.284
อาชีพ	0.067
รายได้	0.060
ภูมิลำเนา	0.208

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลมีความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความสนใจซื้อ

อายุ	ความสนใจซื้อ (%)		
	ซื้อ	ไม่ซื้อ	ไม่แน่ใจ
ต่ำกว่า 20 ปี	55.6	11.1	33.3
20 – 29 ปี	77.4	0	22.6
30 – 39 ปี	85.7	1.8	12.5
40 – 49 ปี	85.2	0	14.8
50 ปีขึ้นไป	88	0	12

1.2.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยใช้การสนทนากลุ่ม (focus group discussion)

จากการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยใช้การสนทนากลุ่ม (focus group discussion) กับผู้บริโภคที่รับประทานแหนมปลาซึ่งมีอายุ 20 ปีขึ้นไป พบว่า

ก. พฤติกรรมการบริโภคแหนมปลา

ผู้บริโภครับประทานแหนมปลาเป็นอาหารว่างหรือกับข้าว โดยช่วงเวลาที่นิยมรับประทานแหนมปลาคือ ช่วงเที่ยงและเย็น ปริมาณในการบริโภคคือ 1-2 ชิ้น

ข. พฤติกรรมการซื้อแหนมปลา

ผู้บริโภคนิยมซื้อแหนมปลาที่ตลาดสด ตลาดนัดหรือซูเปอร์มาร์เก็ต โดยจะซื้อแหนมปลาในรูปแบบปรุงสุกพร้อมบริโภคหรือแบบดิบ ปริมาณในการซื้อแหนมปลาแบบปรุงสุก คือ 1-4 ชิ้น และแบบดิบ คือ 1 แพ็ค ค่าใช้จ่ายในการซื้อแหนมปลาต่อครั้งคือ 10 - 50 บาท และในการเลือกซื้อแหนมปลา ผู้บริโภคพิจารณาสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ รูปร่าง บรรจุภัณฑ์ ตรายี่ห้อ ราคาและความสะอาดของผลิตภัณฑ์

ก. ปัญหาที่พบในการซื้อหรือบริโภคน้ำมันปลา

ปัญหาที่ผู้บริโภคพบในการซื้อหรือรับประทานน้ำมันปลา คือ ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นคาวปลา มีกลิ่นหมักแรง มีกลิ่นแปลกปลอม มีเศษก้างปนอยู่ในตัวผลิตภัณฑ์ เนื้อสัมผัสยุ่ยแห้งหรือแข็ง มีรสเปรี้ยวหรือเค็มจนเกินไป มีน้ำเยิ้มออกมาจากผลิตภัณฑ์ มีการผสมแป้งมากเกินไปทำให้ไม่ได้รับรสชาติของปลา ประโยชน์ เวลาปรุงมีน้ำมันกระเด็น มีทรายห่อให้เล็กน้อย ไม่มีความแปลกใหม่ และหาซื้อยาก

ง. แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาพร้อมบริโภค

ผู้บริโภคต้องการน้ำมันปลาพร้อมบริโภคที่ปรุงสุกโดยการทอด อบหรือย่าง มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกรัดหัวท้ายขนาดเท่ากับที่จำหน่ายในท้องตลาดหรือเล็กกว่า เป็นแท่งแบบปลาเส้นทอด เป็นแบบแฉนมดุม แฉนมค็อกเทล หรือแผ่นกลมหรือทรงกระบอกขนาดขึ้นพอดำ มีสีเหลืองน้ำตาล สีน้ำตาลอ่อน แดงพริกแกงหรือสีอมชมพู ไม่มีกลิ่นคาวปลา มีกลิ่นหอม และมีกลิ่นรสเครื่องเทศ มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่มยืดหยุ่น มีรสชาติที่ไม่เปรี้ยวหรือเค็มมากเกินไป บรรจุในถุงพลาสติกหรืออูมิเนียมฟอยด์แบบสุญญากาศ หรือบรรจุในถาดพลาสติกแล้วหุ้มด้วยซองเหมือนกับไส้กรอกอีสานพร้อมอุ่นของ ส.ขอนแก่น หรือบรรจุในกล่องพลาสติกโดยภาชนะบรรจุควรใสสามารถมองเห็นตัวผลิตภัณฑ์ได้และควรนำเข้าอุ่นในไมโครเวฟได้ โดยขนาดบรรจุของน้ำมันปลามีตั้งแต่ 1 – 20 ชิ้น หรือ 100-300 กรัม ราคา 10-25 บาท/ชิ้น หรือ 15-30 บาท/แพ็ค ขึ้นกับรูปร่างและขนาดของน้ำมันปลา (ตารางที่ 6)

เมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนการผลิตที่สามารถนำเครื่องอัดไส้กรอกมาใช้ในการผลิตได้ เพื่อให้การผลิตง่ายและรวดเร็ว และลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคคุ้นเคย ดังนั้นในเบื้องต้นน้ำมันปลาพร้อมบริโภค จึงควรมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกรัดหัวท้ายขนาดเท่ากับในท้องตลาด คือ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 เซนติเมตร สูงประมาณ 10 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาถึงคุณลักษณะของน้ำมันปลาพร้อมบริโภคที่ผู้บริโภคต้องการ คือ มีกลิ่นหอม และกลิ่นคาวปลาน้อย มีสีเหลืองน้ำตาลหรือน้ำตาลอ่อน และต้นทุนด้านบรรจุภัณฑ์ที่ต่ำ ดังนั้นน้ำมันปลาพร้อมบริโภคจึงควรปรุงสุกโดยการทอดและบรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ

ตารางที่ 6 ความต้องการของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์	ความต้องการของผู้บริโภค
1. การปรุงสุก	- ทอด - อบ - ย่าง
2. รูปร่างและขนาด	- ทรงกระบอกรัดหัวท้ายขนาดเท่ากับในท้องตลาด (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 ซม. สูงประมาณ 10 ซม.) - ทรงกระบอกรัดหัวท้ายขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. สูงประมาณ 7 ซม.) - แท่งแบบปลาเส้นทอด (กว้างประมาณ 5 ซม. ยาวประมาณ 16 ซม.) - แหนมตุ้ม - แผ่นกลมขนาดพอคำ - ทรงกระบอกขนาดพอคำ - แหนมค็อกเทล
3. สี	- เหลืองน้ำตาล - น้ำตาลอ่อน - อมชมพู - แดงพริกแกง
4. กลิ่น	- กลิ่นคาวปลาน้อย - มีกลิ่นหอม - มีกลิ่นรสเครื่องเทศ
5. รสชาติ	- รสเค็มและเปรี้ยวพอดี - รสพริกแกงเผ็ด
6. เนื้อสัมผัส	- เหนียวนุ่มยืดหยุ่น

ตารางที่ 6 (ต่อ)

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์	ความต้องการของผู้บริโภค
7. ภาชนะบรรจุ	- ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ - ถุงอลูมิเนียมฟอยล์แบบสุญญากาศ - กล่องพลาสติก - ถาดพลาสติกแล้วหุ้มด้วยซอง(เหมือนกับไส้กรอกอีสานพร้อมอุ่นของ ส.ขอนแก่น) - ภาชนะบรรจุใสมองเห็นตัวผลิตภัณฑ์ - บรรจุซองใหญ่หลายชั้น - ภาชนะบรรจุสามารถนำเข้าอุ่นในไมโครเวฟได้เลย
8. ขนาดบรรจุและราคา	- ทรงกระบอกรัดหัวท้ายขนาดเท่ากับในท้องตลาดจำนวน 1-4 ชิ้น ราคา 10-15 บาท/ชิ้น - ขนาดเท่ากับปลาเส้นทอดจำนวน 1 ชิ้น ราคา 20-25 บาท/ชิ้น - ทรงกระบอกรัดหัวท้ายขนาดเล็กจำนวน 4-10 ชิ้น ราคา 25-30 บาท/แพ็ค - แหวนตุ้มจำนวน 15-20 ชิ้น ราคา 15-20 บาท/แพ็ค - แหวนค็อกเทลจำนวน 100 กรัม ราคา 20-30 บาท/แพ็ค - แผ่นกลมหรือทรงกระบอกขนาดพอดีคำ ขนาดบรรจุ 100-300 กรัม ราคา 15-25 บาท/แพ็ค

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แพนปลาโดยใช้เชือกวิธีในการผลิต

2.1 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์แพนปลาในท้องตลาดเพื่อใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบ

ในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์แพนปลาดิบที่จำหน่ายในท้องตลาดจะอาศัยข้อมูลการสำรวจตลาดในข้อ 1 มาพิจารณาเลือกแพนปลาที่บรรจุในถุงพลาสติกและระบุวันผลิตและ/หรือวันหมดอายุ โดยเหตุผลในการคัดเลือกเฉพาะแพนปลาที่บรรจุในถุงพลาสติกเนื่องจากแพนปลาที่จะทำการพัฒนาจะถูกบรรจุโดยใช้เครื่องอัดไส้กรอกซึ่งจะทำให้การผลิตง่ายและรวดเร็ว อีกทั้งถุงพลาสติกยังมีราคาถูกและเก็บรักษาง่ายกว่าใบตอง การเลือกแพนปลาที่ห่อด้วยใบตองมาทำการทดสอบความชอบอาจมีผลกระทบจากกลิ่นของใบตองที่ห่อ อีกทั้งแพนปลาที่ห่อด้วยใบตองจะมีขึ้นก่อนข้างบาง และความหนาตรงกลางชิ้นจะมากกว่าตรงบริเวณด้านท้าย ทำให้การควบคุมขนาดชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบทำได้ยากกว่าแพนปลาที่บรรจุในถุงพลาสติก ซึ่งมีความหนามากกว่า และสามารถตัดแต่งเป็นรูปทรงตามที่ต้องการได้ง่ายกว่า สำหรับเหตุผลในการเลือกแพนปลาที่ระบุวันผลิตและ/หรือหมดอายุนั้นก็เพื่อให้ทราบว่าแพนปลาที่นำมาทดสอบนั้นหมดอายุแล้วหรือยัง โดยจากการคัดเลือกผลิตภัณฑ์แพนปลาดิบที่จำหน่ายในท้องตลาดตามเกณฑ์ที่กำหนดสามารถคัดเลือกผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดได้ 7 ตัวอย่าง แต่ในช่วงที่ทำการศึกษามีแพนปลาจำนวน 2 ตัวอย่างได้ออกจากตลาดที่ไปสำรวจแล้ว จึงไม่สามารถนำมาทดสอบได้ และมีอีก 2 ตัวอย่างที่มีส่วนประกอบเหมือนกันและมีผู้ผลิตรายเดียวกัน จึงทำการคัดเลือกมาเพียง 1 ตัวอย่าง ดังนั้นจึงเหลือผลิตภัณฑ์แพนปลาที่จะนำมาศึกษาเพียง 4 ตัวอย่าง

2.1.1 คุณภาพทางกายภาพ

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) ค่า $+a$ หมายถึง ความเป็นสีแดง ค่า $-a$ หมายถึง ความเป็นสีเขียว ค่า $+b$ หมายถึง ความเป็นสีเหลือง ($+b$) และค่า $-b$ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน (วิสุทธิดา, 2549) จากตารางที่ 7 ผลิตภัณฑ์แพนปลาทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่าความสว่าง (L^*) ก่อนข้างสูง กล่าวคือ มีสีค่อนข้างซีดขาว มีค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) และความเป็นสีเหลือง ($+b^*$) หรือความเป็นสีน้ำเงิน ($-b^*$) เล็กน้อย โดยตัวอย่าง B, C และ D จะมีค่าสีอยู่ในความเป็นสีเขียวและน้ำเงิน ในขณะที่ตัวอย่าง A จะมีค่าสีอยู่ในความเป็นสีเขียวและเหลือง ซึ่งจากการมองด้วยสายตา พบว่า ตัวอย่าง B, C และ D จะมีสีอมชมพู โดยตัวอย่าง C และ D จะมีสีชมพูที่คล้ำกว่าตัวอย่าง B ในขณะที่ตัวอย่าง A เมื่อมองด้วยสายตาจะมีสีน้ำตาลปนเทาและมีสีที่คล้ำกว่าตัวอย่าง A ซึ่งสอดคล้องกับค่า L^* ของตัวอย่าง A, C และ D ซึ่งมีค่าต่ำกว่าตัวอย่าง A

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ค่าสี L^* , a^* และ b^* ที่วัดได้ยังไม่สามารถใช้อธิบายถึงค่าสีที่รับรู้ได้จริงจากการมองเห็น เนื่องจาก ค่าที่ใช้ในการอธิบายไม่ใช่ค่าเดียวกับค่าสี ความสว่าง และความเข้มของสีที่รับรู้ได้โดยทั่วไป (วิชิตดา, 2549) แต่ก็พอที่จะใช้อธิบายถึงสีที่แตกต่างกันของผลิตภัณฑ์ได้

ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์หมอนปลาทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่าความยืดหยุ่นและการเกาะรวมตัวกันไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีค่าความแข็งและค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยตัวอย่าง A มีค่าความแข็งและค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวมากที่สุด ในขณะที่ตัวอย่าง D มีค่าความแข็งน้อยที่สุดและมีค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวไม่แตกต่างจากตัวอย่าง A และ B ดังแสดงในตารางที่ 7

2.1.2 คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์หมอนปลาทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่าง A มีปริมาณกรดต่ำที่สุดแต่มีค่า pH ไม่แตกต่างจากตัวอย่าง C และ D ($p > 0.05$) ในขณะที่ตัวอย่าง B มีปริมาณกรดสูงที่สุดและมีค่า pH ต่ำที่สุด การที่ตัวอย่าง A มีปริมาณกรดที่ต่ำสุดในขณะที่ตัวอย่าง B มีปริมาณกรดที่สูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจาก ตัวอย่าง A มีปริมาณเกลือที่สูงและมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่ต่ำกว่าตัวอย่าง B ดังแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งปริมาณเกลือที่สูงกว่าของตัวอย่าง A อาจมีผลทำให้แบคทีเรียแลคติกเจริญได้ช้าและมีปริมาณต่ำ ส่งผลให้มีการสร้างกรดได้น้อยตามไปด้วย

ตารางที่ 7 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์หมักปลาจากท้องตลาดจำนวน 4 ตัวอย่าง (แบบฉบับ)

คุณภาพ	A	B	C	D
1. คุณภาพทางกายภาพ				
ค่าสี				
L*	72.44±0.78 ^{bc}	83.03±0.83 ^a	74.56±4.08 ^b	70.86±1.50 ^c
a*	-3.73±0.36 ^c	-2.56±0.38 ^b	-2.48±0.29 ^b	-2.06±0.07 ^a
b*	2.41±0.76 ^a	-0.24±1.25 ^b	-2.47±0.74 ^c	-1.97±1.48 ^c
ค่าเนื้อสัมผัส				
ความแข็ง (N)	60.40±7.09 ^a	42.44±8.02 ^b	43.61±7.63 ^b	34.04±6.40 ^c
การเกาะรวมตัวกัน ^{ns}	0.23±0.05	0.17±0.06	0.20±0.04	0.19±0.04
ความยืดหยุ่น (mm) ^{ns}	5.43±0.59	4.76±0.59	5.19±0.59	5.37±0.84
ค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (Nmm)	73.67±19.57 ^a	33.16±10.69 ^b	43.25±7.59 ^b	33.24±10.63 ^b
2. คุณภาพทางเคมี				
pH	4.84±0.07 ^{ab}	4.46±0.03 ^c	4.77±0.07 ^b	4.86±0.03 ^a
ปริมาณกรดแลกติก (%)	1.32±0.04 ^c	1.66±0.05 ^a	1.55±0.09 ^b	1.49±0.03 ^b
ปริมาณเกลือ (%)	1.48±0.04 ^a	0.96±0.01 ^b	0.91±0.01 ^c	0.92±0.01 ^c
3. คุณภาพทางจุลชีววิทยา				
ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (log CFU/g)	7.93±0.18 ^a	8.16±0.21 ^a	7.93±0.15 ^a	7.65±0.07 ^b
ปริมาณแบคทีเรียแลกติก (log CFU/g)	7.91±0.20 ^{bc}	8.22±0.04 ^a	8.00±0.19 ^b	7.74±0.08 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์แฮมปลาทั้ง 4 ตัวอย่างด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test พบว่า ผลิตภัณฑ์แฮมปลาทั้ง 4 ตัวอย่างมีคะแนนความชอบในด้านกลิ่นและกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยผู้บริโภครอบกลิ่นและกลิ่นรสของแฮมปลาทั้ง 4 ตัวอย่างในระดับชอบเล็กน้อย ยกเว้นกลิ่นของตัวอย่าง B ที่ผู้บริโภครอบในระดับชอบปานกลาง ส่วนคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติและความชอบรวมของแฮมปลาทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นพบว่า ตัวอย่าง B มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด และมีคะแนนความชอบด้านรสชาติไม่แตกต่างจากตัวอย่าง C โดยผู้บริโภครอบคุณลักษณะดังกล่าวของตัวอย่าง B ในระดับชอบปานกลาง (ตารางที่ 8) ดังนั้นจึงคัดเลือกตัวอย่าง B เพื่อนำไปใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับแฮมปลาที่พัฒนาขึ้นในขั้นต่อไป เนื่องจากมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด

ตารางที่ 8 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แฮมปลาจากท้องตลาดจำนวน 4 ตัวอย่าง (แฮมทอด)

คุณลักษณะ	A	B	C	D
ลักษณะปรากฏ	4.94±1.84 ^c	7.12±1.13 ^a	6.14±1.49 ^b	6.27±1.58 ^b
สี	4.63±2.01 ^c	7.10±1.33 ^a	6.04±1.61 ^b	6.51±1.42 ^b
กลิ่น ^{ns}	6.21±1.60	6.80±1.38	6.16±1.64	6.31±1.60
กลิ่นรส ^{ns}	5.82±1.41	6.45±1.57	6.08±1.59	5.86±1.58
เนื้อสัมผัส	4.65±1.93 ^c	6.69±1.65 ^a	5.76±1.96 ^b	5.94±1.76 ^b
รสชาติ	5.86±1.86 ^b	6.73±1.69 ^a	6.16±1.55 ^{ab}	5.90±1.86 ^b
ความชอบรวม	5.04±1.97 ^c	6.69±1.27 ^a	6.14±1.58 ^b	5.84±1.59 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.2 การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

จากการนำແໜ່ນปลาสูตรพื้นฐาน 3 สูตรไปทำการทดสอบความชอบในด้านกลิ่นรส กระเทียม ความยืดหยุ่น ความเปรี้ยว ความเค็ม และความชอบรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test ร่วมกับวิธี Just about right พบว่า แໜ່ນปลาทั้ง 3 สูตรมีคะแนนความชอบด้านความเปรี้ยวไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบในด้านกลิ่นรสกระเทียม ความยืดหยุ่น ความเค็ม และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยແໜ່ນปลาสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบในด้านกลิ่นรสกระเทียมและความเค็มมากกว่าสูตรที่ 2 และไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 แต่คะแนนความชอบในด้านความยืดหยุ่นและความชอบรวมของสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 9) ดังนั้นจึงทำการเลือกสูตรที่ 3 เพื่อนำไปศึกษาต่อไป

ตารางที่ 9 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของແໜ່ນปลาสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
กลิ่นรสกระเทียม	5.67±1.62 ^{ab}	5.33±1.56 ^b	6.00±1.87 ^a
ความยืดหยุ่น	5.50±1.70 ^b	5.19±1.68 ^b	6.15±1.65 ^a
ความเปรี้ยว ^{ns}	5.83±1.58	5.35±2.01	5.85±1.91
ความเค็ม	5.73±1.62 ^a	4.67±1.79 ^b	6.17±1.64 ^a
ความชอบรวม	5.85±1.40 ^b	5.46±1.44 ^b	6.38±1.36 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการทดสอบความพอดีด้วยวิธี Just about right พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้สึกว่าคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ที่ทดสอบ ได้แก่ กลิ่นรสกระเทียม ความเปรี้ยว ความเค็ม และความยืดหยุ่นของແໜ່ນปลาสูตรที่ 3 มีความพอดีแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 10 จึงไม่ต้องทำการปรับปรุงสูตร และจะถูกนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ตารางที่ 10 ระดับความพหุในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของแหนมปลาสูตรที่ 3 (ร้อยละ)

คุณลักษณะ	ระดับความพหุ				
	ลดลงมาก	ลดลงเล็กน้อย	พหุแล้ว	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นมาก
กลิ่นรสกระเทียม	12	40	42	6	0
ความยืดหยุ่น	2	6	58	28	6
ความเปรี้ยว	8	26	54	10	2
ความเค็ม	10	32	56	2	0

2.3 การศึกษาการผลิตแหนมปลาโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

2.3.1 การศึกษาการสร้างกรดของแบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม homofermentative

จากการทดลองเดิมแบคทีเรียแลคติกในกลุ่ม homofermentative ได้แก่ *Pediococcus pentosaceus* TISTR 423, *Lactobacillus pentosus* TISTR 853 และ *Lactobacillus plantarum* TISTR 854 ลงไปในแหนมปลา เพื่อทำการคัดเลือกเชื้อที่สร้างกรดได้มากที่สุด พบว่า แหนมปลาที่เติมเชื้อบริสุทธิ์มีค่า pH ที่ต่ำและปริมาณกรดที่สูงกว่าแหนมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังจากการหมักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ($p \leq 0.05$) โดยแหนมปลาที่เติม *P. pentosaceus* มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 ภายใน 36 ชั่วโมง เช่นเดียวกับแหนมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ ในขณะที่แหนมปลาที่เติม *L. pentosus* และ *L. plantarum* มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 ภายใน 24 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 11 ภายหลังจากการหมักเป็นเวลา 36 ชั่วโมงจนสิ้นสุดระยะเวลาการหมัก แหนมปลาที่เติมเชื้อบริสุทธิ์ยังคงมีค่า pH ที่ต่ำและปริมาณกรดที่สูงกว่าแหนมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นแหนมปลาที่เติม *P. pentosaceus* ซึ่งมีปริมาณกรดไม่แตกต่างจากแหนมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์จนถึงชั่วโมงที่ 48 ดังแสดงในตารางที่ 12

ตามรายงานของ Reibroy *et al.* (2008) สัมผัสจากจุลินทรีย์ที่เติม *P. acidilactici*, *P. pentosaceus* และ *L. plantarum* จะมีค่า pH ที่ต่ำและปริมาณกรดที่สูงกว่าสัมผัสที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ โดยสัมผัสที่เติมเชื้อบริสุทธิ์ในปริมาณ 10^4 และ 10^6 CFU/g จะทำให้ค่า pH ลดลงถึง 4.6 ภายใน 36 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ ในขณะที่สัมผัสที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์จะมี pH ลดลงถึง 4.6 ภายใน 48 ชั่วโมง ซึ่งแหนมปลาที่เติม *L. plantarum* ให้ผลที่สอดคล้องกับรายงานดังกล่าว ในขณะที่

ที่หมักนมปลาที่เติม *P. pentosaceus* ให้ผลที่ขัดแย้งกัน อาจเนื่องมาจาก *P. pentosaceus* สายพันธุ์ที่นำมาทดสอบมีความสามารถในการสร้างกรดได้ไม่ดีเท่าที่ควร

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า *L. pentosus* และ *L. plantarum* จะช่วยลดระยะเวลาในการหมักหมักนมปลาให้สั้นลง โดยทำให้ค่า pH ต่ำกว่า 4.6 ภายใน 24 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน แต่ *L. plantarum* จะให้ค่า pH ที่ต่ำและปริมาณกรดที่สูงกว่า เมื่อหมักเป็นระยะเวลาที่เท่ากัน ดังนั้นจึงเลือก *L. plantarum* ไปทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในหมักนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียแลคติกกลุ่ม homofermentative เปรียบเทียบกับหมักนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Control	<i>P. pentosaceus</i> TISTR 423	<i>L. pentosus</i> TISTR 853	<i>L. plantarum</i> TISTR 854
0	6.18±0.06 ^b	6.14±0.01 ^c	6.16±0.01 ^{bc}	6.22±0.07 ^a
12	5.42±0.14 ^a	5.32±0.14 ^b	5.16±0.01 ^c	5.14±0.01 ^c
24	4.70±0.05 ^a	4.66±0.06 ^b	4.47±0.02 ^c	4.28±0.01 ^d
36	4.50±0.03 ^a	4.45±0.03 ^b	4.20±0.04 ^c	4.06±0.05 ^d
48	4.45±0.03 ^a	4.38±0.03 ^b	4.13±0.02 ^c	4.00±0.01 ^d
60	4.38±0.04 ^a	4.30±0.04 ^b	4.02±0.01 ^c	3.92±0.02 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
Control คือ หมักนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติก (%) ในแฮมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียแลคติกกลุ่ม homofermentative เปรียบเทียบกับแฮมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง

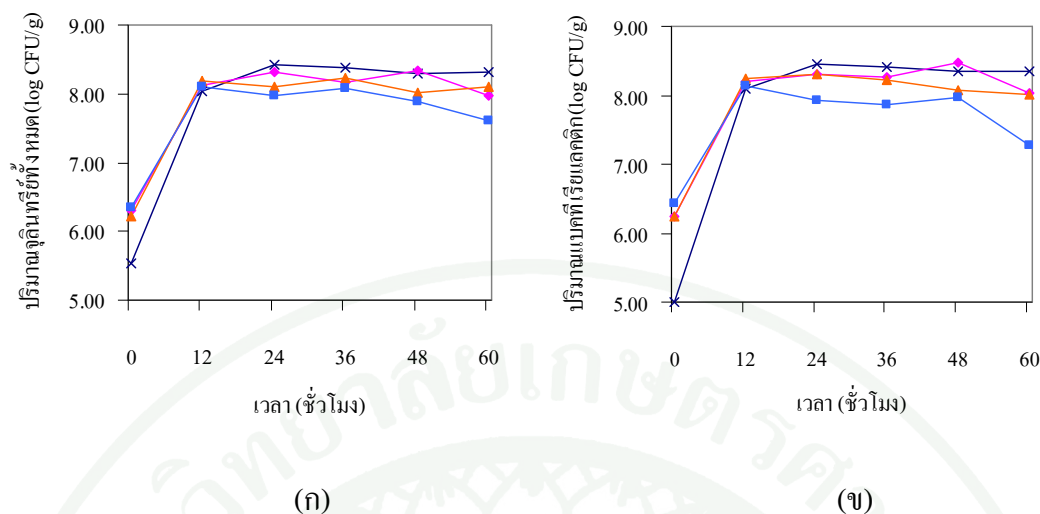
เวลา (ชั่วโมง)	Control	<i>P. pentosaceus</i> TISTR 423	<i>L. pentosus</i> TISTR 853	<i>L. plantarum</i> TISTR 854
0 ^{ns}	0.40±0.02	0.38±0.06	0.40±0.02	0.39±0.02
12	0.58±0.06 ^b	0.59±0.05 ^{ab}	0.63±0.02 ^a	0.62±0.04 ^{ab}
24	0.90±0.02 ^d	0.95±0.01 ^c	1.00±0.03 ^b	1.05±0.02 ^a
36	1.01±0.02 ^c	1.00±0.04 ^c	1.15±0.01 ^b	1.28±0.03 ^a
48	1.03±0.01 ^c	1.04±0.03 ^c	1.41±0.04 ^b	1.45±0.01 ^a
60	1.13±0.02 ^c	1.17±0.03 ^b	1.55±0.03 ^a	1.56±0.04 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

Control คือ แฮมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์

จากภาพที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากการหมักเป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยมีปริมาณเชื้ออยู่ที่ 10^8 CFU/g โดยประมาณ และปริมาณเชื้อค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการหมักที่ทดสอบ (60 ชั่วโมง) ยกเว้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียแลคติกในตัวอย่างของแฮมปลาที่เติม *L. plantarum* มีแนวโน้มลดลงภายหลังจากการหมักตั้งแต่ 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ก) และปริมาณแบคทีเรียแลคติก (ข) ของ แหนมปลาที่หมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ของ *P. pentosaceus* TISTR 423 (◆), *L. pentosus* TISTR 853 (▲), *L. plantarum* TISTR 854 (■) และแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ (x) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง

2.3.2 การศึกษาคุณภาพของแหนมปลาที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต

จากการนำแบคทีเรียแลคติกกลุ่ม homofermentative ที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.3.1 มาเติมลงในแหนมปลาทั้งในรูปของเชื้อเดี่ยวและรูปของเชื้อผสมกับแบคทีเรียแลคติกกลุ่ม heterofermentative ในอัตราส่วน 1 : 1 (10^6 CFU/g) และเชื้อผสมกับยีสต์ ในอัตราส่วนแบคทีเรีย : ยีสต์ เท่ากับ 10^6 : 10^4 CFU/g พบว่า แหนมปลาที่เติมเชื้อบริสุทธิ์ทั้งในรูปของเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสม มีค่าความสว่าง (L^*) สูงกว่า แต่มีค่าความเป็นสีแดง/สีเขียว (a^*) ที่ต่ำกว่าแหนมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง/สีน้ำเงิน (b^*) ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 13 ซึ่งสอดคล้องกับ Hu *et al.* (2008) ที่รายงานว่า การที่ไส้กรอกปลาหมักที่เติมเชื้อบริสุทธิ์มีค่าความสว่างที่มากกว่าและค่าความเป็นสีแดง/สีเขียวที่ต่ำกว่าไส้กรอกที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ อาจเนื่องมาจากการ hydrolysis ของ water-soluble and salt-soluble proteins และ pigment proteins ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมักมีความขาวมากกว่า

ตารางที่ 13 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของแหนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ (แหนมดิบ)

คุณภาพ	Control	<i>L. plantarum</i>	<i>L. plantarum</i> + <i>L. fermentum</i>	<i>L. plantarum</i> + <i>C. sake</i>
1. คุณภาพทางกายภาพ				
ค่าสี				
L*	85.95±1.61 ^c	87.97±2.67 ^a	87.24±1.81 ^b	87.63±2.57 ^{ab}
a*	-3.63±0.17 ^a	-3.89±0.08 ^b	-4.12±0.08 ^c	-4.03±0.05 ^c
b* ^{ns}	-2.24±0.56	-2.08±1.15	-1.83±1.31	-2.17±1.00
ค่าเนื้อสัมผัส				
ความแข็ง (N)	41.45±4.89 ^c	54.12±6.78 ^{ab}	51.96±4.97 ^b	58.64±4.77 ^a
การเกาะรวมตัวกัน ^{ns}	0.19±0.05	0.18±0.03	0.16±0.03	0.16±0.04
ความยืดหยุ่น(mm) ^{ns}	4.31±0.47	4.37±0.20	4.29±0.29	4.42±0.69
ค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (Nmm) ^{ns}	32.88±9.95	41.57±7.70	36.25±7.69	42.76±18.44
2. คุณภาพทางเคมี				
pH	4.51±0.07 ^a	4.30±0.05 ^b	4.36±0.01 ^b	4.35±0.06 ^b
ปริมาณกรดแลกติก (%) ^{ns}	0.94±0.04	0.99±0.03	0.98±0.06	0.95±0.05
3. คุณภาพทางจุลชีววิทยา				
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)	8.54±0.06 ^a	8.21±0.21 ^b	8.35±0.15 ^{ab}	8.25±0.32 ^b
ปริมาณแบคทีเรียแลกติก (log CFU/g)	8.69±0.08 ^a	8.21±0.25 ^c	8.42±0.11 ^b	8.33±0.22 ^{bc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

Control คือ แหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธิ์

ไพโรจน์ (2534) กล่าวว่า การใช้เชื้อบิสซูทซ์ผสมเริ่มต้นระหว่าง *L. plantarum* และ *P. cerevisiae* จะมีผลทำให้เกิดความเหนียวแน่น (firmness) ของแฮม โดยในช่วงแรกของการหมัก *L. plantarum* จะเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนและข้าวสาลีให้กลายเป็นกรดแลคติก ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของ pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ pH ลดลงเรื่อย ๆ จะทำให้โปรตีนถูกทำลายไป (denature) และเกิดเป็นเจลขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของแฮมเริ่มเหนียวขึ้น และในช่วงท้ายของการหมัก *P. cerevisiae* จะเจริญเติบโตและทำให้แฮมมีความเหนียวมากขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้แฮมปลาที่เติมเชื้อบิสซูทซ์มีค่าความแข็งแรงมากกว่าแฮมปลาที่ไม่เติมเชื้อบิสซูทซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่มีค่าการเกาะรวมตัวกัน ค่าความยืดหยุ่น และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 13 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเชื้อบิสซูทซ์ที่เติมลงไปสามารถเจริญและสร้างกรดได้ดี ทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้โปรตีนในเนื้อปลาลูกถูกทำลายไปและเกิดเป็นเจลขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของแฮมปลาที่เติมเชื้อบิสซูทซ์มีความแข็งแรงมากกว่า จะเห็นได้จากค่า pH ของแฮมปลาที่เติมเชื้อบิสซูทซ์ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแฮมปลาที่ไม่เติมเชื้อบิสซูทซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับค่า pH ของแฮมปลาที่เติม *L. plantarum* เพียงอย่างเดียวและที่เติมร่วมกับ *L. fermentum* หรือ *C. sake* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า *L. plantarum* เป็นจุลินทรีย์หลักที่สร้างกรดในผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม แฮมปลาที่ไม่เติมเชื้อบิสซูทซ์จะมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูงกว่าและมีปริมาณกรดไม่แตกต่างจากแฮมปลาที่เติมเชื้อบิสซูทซ์ แต่มีค่า pH สูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแบคทีเรียแลคติกที่พบส่วนใหญ่เป็นเชื้อในกลุ่ม heterofermentative ซึ่งนอกจากจะสร้างกรดแลคติกแล้วยังสร้างสารจำพวกเอทานอล กรดแอซิดิก และคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย (นภา, 2535) จึงอาจมีผลทำให้ค่า pH สูงกว่าแฮมปลาที่เติม *L. plantarum* ซึ่งเป็นเชื้อในกลุ่ม homofermentative ที่สร้างเฉพาะกรดแลคติก

เมื่อนำแฮมปลาไปทดสอบความชอบในด้านกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม กลิ่นรสกระเทียม ความเปรี้ยว ความเค็ม ความยืดหยุ่นและความชอบรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test ร่วมกับวิธี Just about right พบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม กลิ่นรสกระเทียม ความเปรี้ยว และความเค็มของแฮมปลาที่เติมเชื้อบิสซูทซ์ไม่แตกต่างจากแฮมปลาที่ไม่เติมเชื้อบิสซูทซ์ ($p > 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่นและความชอบรวมของแฮมปลาที่เติม *L. plantarum* สายพันธุ์เดี่ยวสูงกว่าแฮมปลาที่ไม่เติมเชื้อบิสซูทซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ก็ไม่แตกต่างจากแฮมปลาที่เติมเชื้อผสม ดังแสดงในตารางที่ 14 แต่เนื่องจากการเตรียมเชื้อบิสซูทซ์สายพันธุ์เดี่ยวจะควบคุมการเจริญของเชื้อได้ง่ายกว่าการใช้เชื้อบิสซูทซ์สายพันธุ์ผสม ดังนั้นจึงคัดเลือกเชื้อบิสซูทซ์สายพันธุ์เดี่ยวของ *L. plantarum* เพื่อนำไปใช้ในการผลิตแฮมปลาต่อไป

ตารางที่ 14 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของแหนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อ
 บริสุทธ์เปรียบเทียบกับแหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธ์ (แหนมทอด)

คุณลักษณะ	Control	<i>L. plantarum</i>	<i>L. plantarum</i> + <i>L. fermentum</i>	<i>L. plantarum</i> + <i>C. sake</i>
กลิ่นเปรี้ยว ^{ns}	6.40±1.48	6.40±1.62	6.62±1.05	6.50±1.39
กลิ่นกระเทียม ^{ns}	6.06±1.56	6.32±1.58	6.52±1.18	6.50±1.46
กลิ่นรสกระเทียม ^{ns}	5.82±1.61	6.22±1.42	6.12±1.42	6.14±1.59
ความเปรี้ยว ^{ns}	5.92±1.55	6.04±1.58	6.02±1.52	5.86±1.95
ความเค็ม ^{ns}	5.64±1.37	5.72±1.51	5.98±1.39	5.70±1.56
ความยืดหยุ่น	6.00±1.47 ^b	6.52±1.25 ^a	6.34±1.38 ^{ab}	6.56±1.45 ^a
ความชอบรวม	6.14±1.11 ^b	6.58±1.11 ^a	6.44±0.99 ^{ab}	6.20±1.44 ^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)
 Control คือ แหนมปลาที่หมักโดยไม่ใช้เชื้อบริสุทธ์

จากการทดสอบความพอดีของแหนมปลาที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธ์สายพันธุ์เดี่ยวของ *L. plantarum* ด้วยวิธี Just about right พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้สึกว่าคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ที่ทดสอบ ได้แก่ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม กลิ่นรสกระเทียม ความเปรี้ยว ความเค็ม และความยืดหยุ่นมีความพอดีแล้ว ไม่ต้องทำการปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ระดับความพอดิในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของแหนมปลาสูตรที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์สายพันธุ์เดี่ยวของ *L. plantarum* (ร้อยละ)

คุณลักษณะ	ระดับความพอดิ				
	ลดลงมาก	ลดลงเล็กน้อย	พอดิแล้ว	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นมาก
กลิ่นเปรี้ยว	6	16	56	20	2
กลิ่นกระเทียม	4	22	66	4	4
กลิ่นรสกระเทียม	4	24	60	10	2
ความเปรี้ยว	10	32	46	10	2
ความเค็ม	16	30	44	4	6
ความยืดหยุ่น	2	12	56	30	0

ดังนั้นสูตรที่ใช้ในการผลิตแหนมปลาพร้อมบริโภคจึงมีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
เนื้อปลานวลจันทร์บด	69 %
ข้าวสุกบด	13.8 %
กระเทียมบด	13.8 %
เกลือ	2 %
น้ำตาล	1.4 %
สารละลายเชื้อบริสุทธิ์ของ <i>L. plantarum</i> TISTR 854 (10^8 CFU/ml)	1 มิลลิลิตร

2.4 การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วกับผลิตภัณฑ์แหนมปลาจากท้องตลาด

2.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

จากการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วและผลิตภัณฑ์แหนมปลาจากท้องตลาด ซึ่งก็คือ ตัวอย่าง B (ตารางที่ 17) พบว่า ในด้านค่าสีของแหนมปลาคีบนั้น ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วมีค่าความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างจากตัวอย่าง B ($p > 0.05$) และมีค่าสีไปทางความเป็นสีน้ำเงิน ($-b^*$) และความเป็นสีเขียว ($-a^*$) เมื่อมองด้วยสายตาจะมีสีค่อนข้างขาว ในขณะที่ตัวอย่าง B จะมีค่าสีไปทางความเป็นสีเขียว ($-a^*$) และสีเหลือง ($+b^*$) เมื่อมองด้วยสายตาจะมีสีอมชมพู สำหรับค่าสีของแหนมปลาทอดนั้น พบว่า ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วจะมีค่าความเป็นสีแดง ($+a^*$) ต่ำกว่า ($p \leq 0.05$) แต่มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง ($+b^*$) ไม่แตกต่างจากตัวอย่าง B ($p > 0.05$) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับแหนมปลาคีบจะพบว่า แหนมปลาที่ผ่านการทอดแล้วจะมีค่าความสว่างลดลง และมีค่าสีไปทางความเป็นสีแดง ($+a^*$) และสีเหลืองมากขึ้น ($+b^*$) เมื่อมองด้วยสายตาจะมีสีน้ำตาลแดง ในด้านเนื้อสัมผัสของแหนมปลาคีบ พบว่า ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วมีค่าความแข็ง การเกาะรวมตัวกัน ความยืดหยุ่น และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวไม่แตกต่างจากตัวอย่าง B ($p > 0.05$) แต่เมื่อผ่านการทอดแล้ว ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วจะมีค่าความแข็งมากกว่า ($p \leq 0.05$) จากการเปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสของแหนมปลาคีบและแหนมปลาทอด พบว่า แหนมปลาที่ผ่านการทอดแล้วจะมีค่าการเกาะรวมตัวกันลดลง โดยผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้การที่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดมีค่าการเกาะรวมตัวกันลดลงและมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากแหนมปลาที่ผ่านการทอดแล้วจะมีการสูญเสียความชื้นไป ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น และมีค่าการเกาะรวมตัวกันลดลง

2.4.2 คุณภาพทางเคมี

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของแหนมปลาคีบและแหนมปลาที่ผ่านการทอดแล้ว พบว่า ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วมีปริมาณกรดที่ต่ำกว่าตัวอย่าง B ในขณะที่เดียวกันก็มีค่า pH ที่ต่ำกว่าด้วย ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 17 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วมีความเป็นบัฟเฟอร์ต่ำกว่า เพราะมีปริมาณเนื้อมปลาน้อยกว่า (มีโปรตีนต่ำกว่า) ตัวอย่าง B ซึ่งมีปริมาณเนื้อมปลาเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 80 ส่งผลให้ถึงแม้ว่า

ตัวอย่าง B จะมีปริมาณกรดที่สูงกว่าแต่ค่า pH กลับไม่ต่ำอย่างที่ควรจะเป็น เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของแหนมปลาดิบและแหนมปลาทอด พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดแล้วมีแนวโน้มที่จะมีค่า pH ปริมาณกรดแลคติกและปริมาณเกลือเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ยกเว้นตัวอย่าง B ที่มีปริมาณเกลือของแหนมดิบและแหนมทอดไม่แตกต่างกันมากนัก ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 17 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระหว่างการทอดแหนมปลาจะมีการสูญเสียความชื้นไป ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียน้ำหนัก เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทำให้ต้องใช้ตัวอย่างในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้น้ำหนักที่ต้องการ ดังนั้นค่าที่วิเคราะห์ได้จึงเพิ่มขึ้น

2.4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม กลิ่นรสกระเทียม ความเปรี้ยว ความเค็ม ความยืดหยุ่น และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่พัฒนาแล้วกับตัวอย่าง B ด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test พบว่า แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วมีคะแนนความชอบในด้านกลิ่นเปรี้ยว ความเปรี้ยว ความเค็ม ความยืดหยุ่น และความชอบรวมน้อยกว่า แต่มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นกระเทียม และกลิ่นรสกระเทียมไม่แตกต่างจากตัวอย่าง B (ตารางที่ 18)

Saisithi *et al.* (1986) กล่าวว่า คนส่วนใหญ่ชอบผลิตภัณฑ์ส้มผักที่มีรสชาติเปรี้ยวและมีความเค็มน้อย จากตารางที่ 17 ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วมีปริมาณเกลือสูงกว่าตัวอย่าง B ดังนั้น จึงมีความเค็มมากกว่า ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ชอบ จากการศึกษาส่วนประกอบของตัวอย่าง B ที่ปรากฏในบรรจุภัณฑ์ พบว่า ตัวอย่าง B มีการเติมผงชูรสและวัตถุกันเสียลงไปด้วย ซึ่งผงชูรสเป็นสารปรุงแต่งรสอาหารที่ช่วยเสริมรสชาติของอาหาร โดยจะช่วยให้อาหารมีรสชาติเด่นชัดขึ้น และผงชูรสจะเข้ากันได้กับอาหารรสเค็มและเปรี้ยว (พิเชฐ, 2552) ดังนั้นผงชูรสที่เติมลงไปจึงน่าจะมีส่วนช่วยให้ตัวอย่าง B มีรสชาติที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ส่วนวัตถุกันเสียที่เติมลงไปเพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์เก็บรักษานานขึ้น รวมถึงความแตกต่างในด้านชนิดของเชื้อ ส่วนประกอบ ชนิดของเครื่องมือ และกรรมวิธีการผลิตก็อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ตัวอย่าง B มีกลิ่นเปรี้ยวและเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า

ตารางที่ 17 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แฮมปลาจากท้องตลาด

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว		ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด (ตัวอย่าง B)	
	แฮมดิบ	แฮมทอด	แฮมดิบ	แฮมทอด
1. คุณภาพทางกายภาพ				
ค่าสี				
L*	80.68±1.65 ^a	46.37±2.85 ^b	82.86±1.48 ^a	47.21±3.92 ^b
a*	-4.08±0.34 ^d	14.25±0.40 ^b	-1.88±0.77 ^c	15.29±1.12 ^a
b*	-2.00±1.95 ^b	18.55±1.47 ^a	0.93±1.02 ^b	18.63±3.47 ^a
ค่าเนื้อสัมผัส				
ความแข็ง (N)	44.56±3.87 ^b	52.77±8.88 ^a	38.46±3.55 ^b	42.31±4.37 ^b
การเกาะรวมตัวกัน	0.35±0.03 ^a	0.30±0.05 ^b	0.36±0.03 ^a	0.31±0.03 ^b
ความยืดหยุ่น (mm) ^{ns}	5.43±0.12	5.63±0.47	5.90±0.24	5.66±0.34
ค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (Nmm) ^{ns}	85.59±11.92	88.98±24.37	80.53±10.38	74.03±12.92
2. คุณภาพทางเคมี				
pH	4.41±0.10 ^d	4.54±0.14 ^c	4.64±0.02 ^b	4.72±0.06 ^a
ปริมาณกรดแลคติก (%)	0.95±0.01 ^d	1.18±0.06 ^c	1.61±0.06 ^b	1.85±0.05 ^a
ปริมาณเกลือ (%)	2.03±0.02 ^b	2.35±0.05 ^a	0.97±0.02 ^c	1.00±0.01 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 18 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์แฮมปลาจากท้องตลาด (แฮมทอด)

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	ผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด (ตัวอย่าง B)
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.56±1.74	6.60±1.59
กลิ่นเปรี้ยว	5.64±1.65 ^b	6.40±1.79 ^a
กลิ่นกระเทียม ^{ns}	5.78±1.59	6.30±1.66
กลิ่นรสกระเทียม ^{ns}	5.60±1.72	6.20±1.78
ความเปรี้ยว	5.92±1.60 ^b	6.74±1.72 ^a
ความเค็ม	5.80±1.59 ^b	6.66±1.77 ^a
ความยืดหยุ่น	5.88±1.69 ^b	6.74±1.72 ^a
ความชอบรวม	5.94±1.47 ^b	6.86±1.35 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

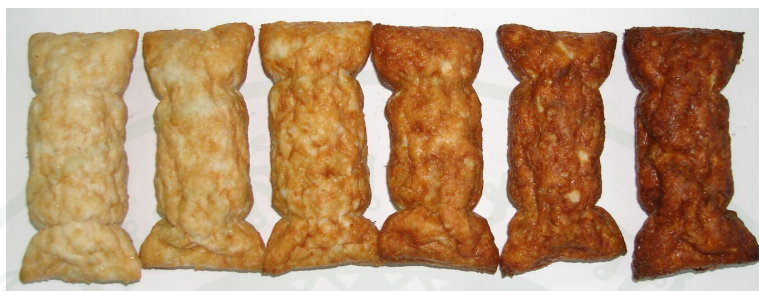
^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. การศึกษากรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์แฮมปลาและสภาวะในการอุ่นผลิตภัณฑ์

3.1 การศึกษากรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์แฮมปลา

จากการศึกษากรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์แฮมปลา โดยการแปรผันอุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 3 ระดับ คือ 140, 150 และ 160 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการทอด 2 ระดับ คือ 6 และ 7 นาที พบว่า เมื่ออุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอดเพิ่มขึ้น สีสันน้ำตาลของเปลือกนอกของแฮมปลาจะมีความเข้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4) เมื่อนำแฮมปลาที่ทอดที่สภาวะต่าง ๆ ไปทำการทดสอบความชอบในด้านต่าง ๆ ด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test พบว่า แฮมปลาที่ทอดที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที และแฮมปลาที่ทอดที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 และ 7 นาที มีคะแนนความชอบในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าแฮมปลาที่ทอดที่สภาวะอื่น แต่แฮมปลาที่ทอดที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที มีคะแนนความชอบด้านสีน้ำตาลของเปลือกนอกมาก

ที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 19 ดังนั้นจึงคัดเลือกสภาวะดังกล่าวไปใช้ในการผลิตแหนมปลาพร้อม
บริโภค



ภาพที่ 4 ลักษณะปรากฏภายนอกของแหนมปลา (จากซ้ายไปขวา) ที่ทอดที่อุณหภูมิ 140°C 6 นาที, 140°C 7 นาที, 150°C 6 นาที, 150°C 7 นาที, 160°C 6 นาที และ 160°C 7 นาที

ตารางที่ 19 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของเหนมปลาที่ทอดที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้นและระยะเวลาการทอดต่างๆ

อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาในการทอด (นาที)	ลักษณะปรากฏ	สีน้ำตาล	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
		ภายนอก	ของเปลือกนอก				
140	6	5.47±1.83 ^b	4.73±1.78 ^c	5.77±1.61 ^c	5.47±1.89 ^{bc}	6.07±1.57 ^a	5.57±1.50 ^b
	7	6.30±1.51 ^{ab}	6.10±1.63 ^b	6.07±1.53 ^{bc}	6.13±1.53 ^{ab}	6.13±1.14 ^a	6.23±1.36 ^a
150	6	6.93±1.31 ^a	7.13±1.33 ^a	6.90±1.32 ^a	6.17±1.54 ^{ab}	6.43±1.25 ^a	6.73±1.05 ^a
	7	6.07±1.76 ^b	6.13±1.72 ^b	6.80±1.19 ^{ab}	6.43±1.63 ^a	6.30±1.64 ^a	6.30±1.42 ^a
160	6	4.00±1.82 ^c	3.80±1.85 ^d	5.63±1.88 ^c	5.20±1.85 ^c	5.40±1.89 ^b	4.97±1.88 ^b
	7	3.03±1.90 ^d	2.73±1.46 ^c	4.70±1.84 ^d	4.87±1.55 ^c	5.00±1.76 ^b	4.17±1.58 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2 การศึกษาสภาวะในการอุ่นผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโอค

จากการศึกษาการอุ่นผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโอคด้วยเตาไมโครเวฟที่ 3 สภาวะ ได้แก่ กำลังไฟ 360 วัตต์ 2 นาที กำลังไฟ 600 วัตต์ 1.30 นาที และ กำลังไฟ 800 วัตต์ 1 นาที พบว่า คะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่อุ่นที่สภาวะดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 20 ดังนั้นหากใช้เตาไมโครเวฟที่ กำลังไฟ 360 วัตต์ ในการอุ่นผลิตภัณฑ์จะใช้เวลา 2 นาที กำลังไฟ 600 วัตต์ จะใช้เวลา 1.30 นาที และ กำลังไฟ 800 วัตต์ จะใช้เวลา 1 นาที แต่การอุ่นผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโอคที่ กำลังไฟ 800 วัตต์ จะใช้เวลาอุ่นน้อยที่สุด

ตารางที่ 20 คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของแฮมปลาที่อุ่นในสภาวะต่าง ๆ

สภาวะในการอุ่น	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบรวม ^{ns}
กำลังไฟ 360 วัตต์ 2 นาที	6.13±1.46	6.13±1.31
กำลังไฟ 600 วัตต์ 1.30 นาที	6.40±1.25	6.33±1.27
กำลังไฟ 800 วัตต์ 1 นาที	6.57±1.28	6.43±1.50

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโอคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

จากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโอค พบว่า ผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโอคมีค่าสีไปทางความเป็นสีแดง (+a*) และสีเหลือง (+b*) และมีค่าความสว่างปานกลาง โดยมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 54.39, 10.64 และ 22.97 ตามลำดับ เมื่อมองด้วยสายตาจะมีสีน้ำตาลเหลือง ในด้านเนื้อสัมผัส แฮมปลาพร้อมบริโอคมีค่าความแข็งเท่ากับ 68.86 N การเกาะรวมตัวกันเท่ากับ 0.28 ความยืดหยุ่นเท่ากับ 5.16 mm และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวเท่ากับ 99.70 Nmm สำหรับคุณภาพทางเคมีนั้น พบว่า แฮมปลาพร้อมบริโอคมีค่า pH เท่ากับ 4.41 ปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.26 ปริมาณเกลือร้อยละ 2.49 และมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ร้อยละ 17.62, 8.36, 65.78 และ 3.50 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย
1. คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี	
L*	54.39±5.31
a*	10.64±1.88
b*	22.97±1.59
ค่าเนื้อสัมผัส	
ความแข็ง (N)	68.86±9.20
การเกาะรวมตัวกัน	0.28±0.03
ความยืดหยุ่น (mm)	5.16±0.50
ค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (Nmm)	99.70±21.96
2. คุณภาพทางเคมี	
pH	4.41±0.01
ปริมาณกรดแลกติก (%)	1.26±0.06
ปริมาณเกลือ (%)	2.49±0.02
โปรตีน (%)	17.62±0.84
ไขมัน (%)	8.36±0.40
ความชื้น (%)	65.78±0.16
เถ้า (%)	3.50±0.02

จากการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่า ผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภคมีปริมาณจุลินทรีย์รวม ปริมาณ *Staphylococcus aureus* และปริมาณ *Bacillus cereus* น้อยกว่า 10 CFU/g โดยประมาณ มีปริมาณ Coliforms และ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g และตรวจไม่พบ *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่าง 25 และ 0.01 กรัม ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2544) ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เนื้อมปลาร้าพร้อมบริโภคที่ได้รับการพัฒนาแล้ว
เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภค

คุณภาพทางจุลชีววิทยา	เกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุง สุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่น ก่อนบริโภค ¹	เนื้อมปลาร้าพร้อมบริโภคที่ ได้รับการพัฒนาแล้ว
จุลินทรีย์รวม (CFU/g)	$< 1 \times 10^6$	< 10 (ESPC)
Coliforms (MPN/g)	< 500	< 3
<i>Escherichia coli</i> / (MPN/g)	< 3	< 3
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	< 100	< 10 (ESPC)
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	< 100	$< 10^*$
<i>Salmonella</i> spp. (ในตัวอย่าง 25 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Clostridium perfringens</i> (ในตัวอย่าง 0.01 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ ESPC (Estimated Plate Count) หมายถึง ปริมาณเชื้อที่เจริญบนอาหารเพาะเชื้อไม่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนีต่อจานเพาะเชื้อ

*ผลการวิเคราะห์โดย บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด (LCFA)

ที่มา : ¹ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2544)

ภาพผลิตภัณฑ์แผ่นพลาสติกพร้อมบริโกลที่บรรจุในถุงลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE แบบ
สูญญากาศแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์แผ่นพลาสติกพร้อมบริโกลที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

5. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพลาสติกพร้อมบริโกล

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพลาสติกพร้อมบริโกล โดยทำการทดสอบแบบ Central location test (CLT) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน พบว่า ผู้ที่ทำการตอบแบบสอบถามประกอบด้วย เพศชายร้อยละ 18 และเพศหญิงร้อยละ 82 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 20-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 81 การศึกษาสูงสุดที่ได้รับอยู่ในระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78 ส่วนใหญ่มีอาชีพนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 63 รายได้ในช่วง 5,000 - 10,000 บาทมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47 และมีภูมิลำเนาอยู่ในกรุงเทพฯ และปริมณฑลมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 44 ดังแสดงในตารางที่ 23

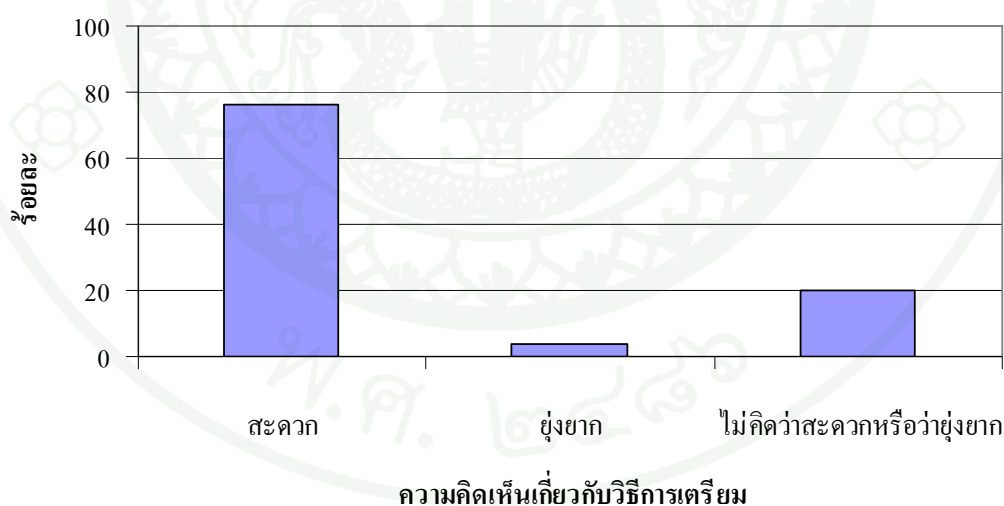
ตารางที่ 23 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

		N = 100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์		ร้อยละ
เพศ	หญิง	82
	ชาย	18
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	2
	20 - 29 ปี	81
	30 - 39 ปี	9
	40 - 49 ปี	4
	50 ปีขึ้นไป	4
การศึกษา สูงสุดที่ ได้รับ	ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	1
	มัธยมศึกษาตอนต้น	1
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	8
	อนุปริญญา/ปวส.	1
	ปริญญาตรี	78
	สูงกว่าปริญญาตรี	11
อาชีพ	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	63
	พนักงานบริษัทเอกชน	17
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ/พนักงานราชการ	11
	ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	1
	แม่บ้าน	4
	อื่นๆ	4
รายได้	ต่ำกว่า 5,000 บาท	15
	5,000 – 10,000 บาท	47
	10,001 – 15,000 บาท	18
	15,001 – 20,000 บาท	10
	มากกว่า 20,000 บาท	10

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
ภูมิปัญญา กรุงเทพฯ และปริมณฑล	44
ภาคกลาง	14
ภาคเหนือ	14
ภาคใต้	10
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	8
ภาคตะวันออก	5
ภาคตะวันตก	5

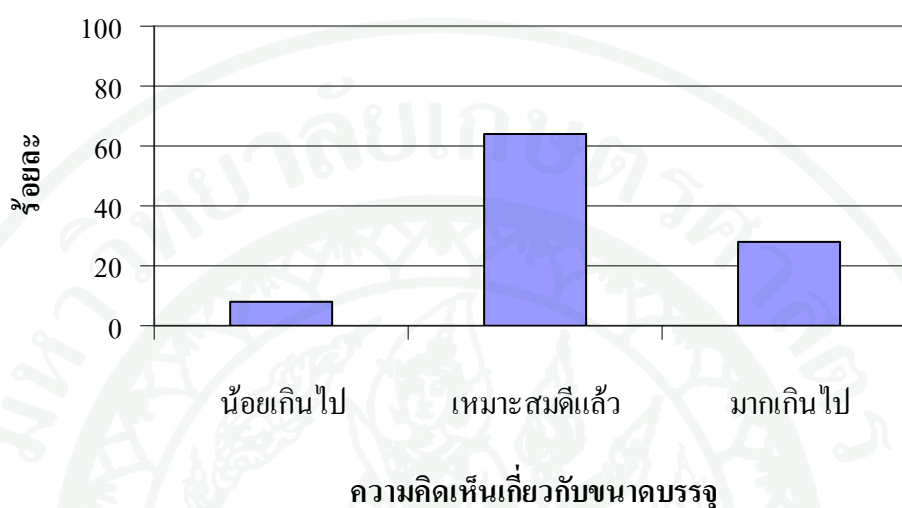
จากการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการเตรียมเพื่อบริโภคผลิตภัณฑ์ โดยมีวิธีการคือ ตัดเปิดปากถุงเล็กน้อย นำเข้าอุ่นในไมโครเวฟที่ความร้อนสูง (กำลังไฟ 800 วัตต์) ประมาณ 1 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ออกมาหั่นรับประทาน พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 76 คิดว่าสะดวก ในขณะที่ ผู้บริโภคร้อยละ 20 ไม่คิดว่าสะดวกหรือว่ายุ่งยาก และร้อยละ 4 คิดว่ายุ่งยาก ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อวิธีการเตรียมเพื่อบริโภคผลิตภัณฑ์

สำหรับความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เห็นว่า แหนมปลานาขนาดบรรจุ 1 ชิ้น ในถุงขนาด 5x8 นิ้ว มีความเหมาะสมดีแล้ว โดยคิดเป็น ร้อยละ 64 รองลงมาเห็นว่ามากเกินไป คิดเป็นร้อยละ 28 โดยผู้บริโภคบางส่วนบอกว่า ภาชนะ

บรรจุใหญ่เกินไปเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคอีกร้อยละ 8 เห็นว่าขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์น้อยเกินไป ดังแสดงในภาพที่ 7 ราคาของผลิตภัณฑ์ขนาดบรรจุ 1 ชิ้นที่ผู้บริโภคคิดว่าเหมาะสมคือ 15-20 บาท คิดเป็นร้อยละ 45 รองลงมา คือ 8-13 บาท คิดเป็นร้อยละ 43 และ 25-29 บาท คิดเป็นร้อยละ 12 ดังแสดงในตารางที่ 24



ภาพที่ 7 ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 24 ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

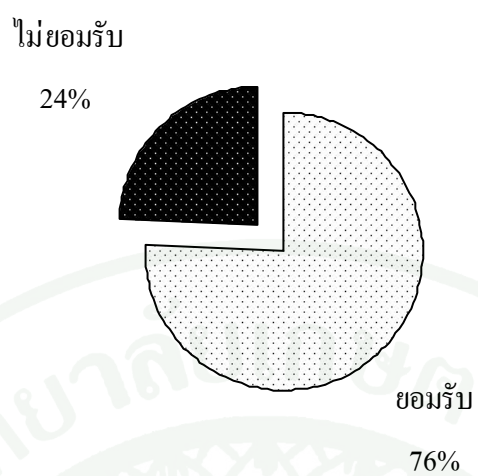
N = 100	
ราคาที่เหมาะสม	ร้อยละ
8-13 บาท	43
15-20 บาท	45
25-29 บาท	12

จากการทดสอบความชอบในคุณลักษณะด้านรูปแบบภาชนะบรรจุ (บรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ) ลักษณะปรากฏภายนอก (ทั้งชิ้น) เมื่อมองผ่านบรรจุภัณฑ์ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test พบว่า ผู้บริโภคชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบปานกลาง และชอบในคุณลักษณะด้านที่เหลือในระดับชอบเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่

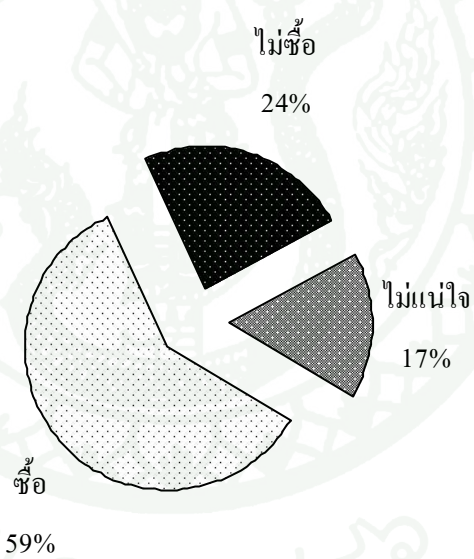
ตารางที่ 25 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย
รูปแบบภาชนะบรรจุ	5.62±1.68
ลักษณะปรากฏภายนอก (ทั้งชิ้น)	6.12±1.43
กลิ่น	6.85±1.14
รสชาติ	5.67±1.78
เนื้อสัมผัส	5.65±1.80
ความชอบรวม	5.94±1.53

สำหรับการยอมรับและความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 76 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ร้อยละ 24 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยว และเค็มเกินไป รสชาติไม่อร่อยและไม่กลมกล่อม เนื้อสัมผัสแห้ง แข็ง ฝ่อ ด้าน หยาบ เน้น ไม่เนียนและไม่เหนียว มีกลิ่นคาวและกลิ่นแปลกปลอม ลักษณะภายนอกดูไม่น่ารับประทาน บรรจุภัณฑ์ไม่ถูกใจ โดยหากในอนาคตมีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายผู้บริโภคร้อยละ 59 ตัดสินใจจะซื้อผลิตภัณฑ์เนื่องจาก มีรสชาติอร่อย สะดวกในการรับประทาน หาซื้อง่าย ความสะดวก เก็บได้นาน อยากรทดลอง และเป็นผลิตภัณฑ์แปลกใหม่ ร้อยละ 24 ไม่ซื้อเนื่องจาก ไม่แน่ใจในคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ดูไม่น่าสนใจ ไม่น่ารับประทาน รสชาติไม่อร่อยและยังไม่ถูกใจ เนื้อสัมผัสไม่ดี ผลิตภัณฑ์อยู่ในภาชนะบรรจุไม่สามารถชิมก่อนได้ สามารถหาซื้อผลิตภัณฑ์ได้ในตลาดแถวบ้าน และไม่ชอบรับประทานอาหารแซ่แข็ง แหนมและผลิตภัณฑ์จากอาหารทะเล ในขณะที่อีกร้อยละ 17 ไม่แน่ใจเนื่องจาก รสชาติเปรี้ยวเกินไป รสชาติยังไม่ถูกใจ เนื้อสัมผัสสรวน ไม่นำน้ำ มีกลิ่นคาวปลา ไม่แน่ใจว่าเนื้อสัมผัสหรือรสชาติจะเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการแซ่แข็งหรือไม่ ภาชนะบรรจุใหญ่เกินไป ถ้ารูปแบบภาชนะบรรจุไม่สวยจะไม่ซื้อ ไม่ค่อยชอบรับประทาน ในท้องตลาดมีขายเป็นไม้สะเดากว่า อยากรูราคาก่อน ต้องอุ่นก่อนรับประทาน ดังแสดงในภาพที่ 8 และ 9



ภาพที่ 8 การยอมรับผลิตภัณฑ์

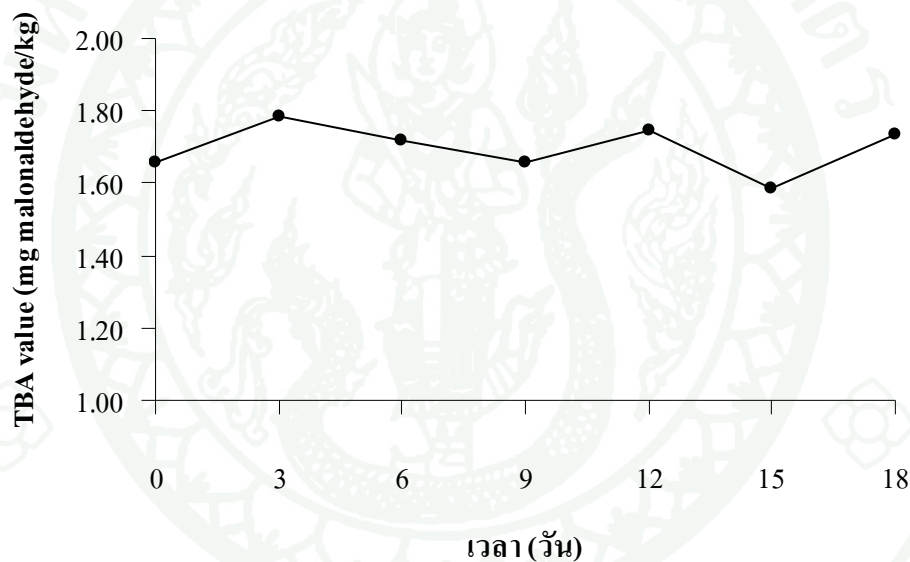


ภาพที่ 9 ความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์

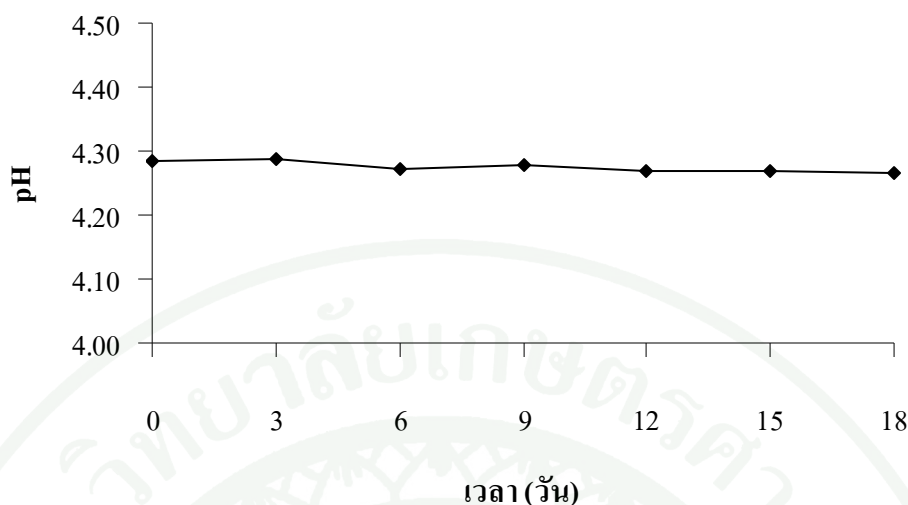
6. การศึกษาอายุการเก็บ

6.1 คุณภาพทางเคมี

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 วัน พบว่า ค่า TBA มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้นและลดลงเพียงเล็กน้อยโดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.58-1.79 mg malonaldehyde/kg ในขณะที่ค่า pH ค่อนข้างคงที่โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.27-4.29 โดยทั้งค่า TBA และค่า pH ในวันที่ 0-18 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) การเปลี่ยนแปลงค่า TBA และค่า pH ของผลิตภัณฑ์แสดงในภาพที่ 10 และ 11



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคน้ำที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน

การที่ค่า pH และค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักอาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ผ่านการปรุงสุกมาแล้ว แบคทีเรียแลคติกที่เป็นตัวสร้างกรดและจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้ถูกทำลายไปในระหว่างกระบวนการทำให้สุก ประกอบกับผลิตภัณฑ์เก็บรักษาแบบสุญญากาศและแช่เย็น ทำให้การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาต่าง ๆ รวมถึงการเจริญของจุลินทรีย์ช้าลง

6.2 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่า ปริมาณยีสต์และรา ยังคงมีปริมาณน้อยกว่า 10 cfu/g ตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน ในขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ยกเว้นวันที่ 6 ที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นมาก (ตารางที่ 26) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์มีรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้น ทำให้เวลาบรรจุแบบสุญญากาศ ยังคงมีอากาศหลงเหลืออยู่บางส่วนและอาจเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศเจริญได้บ้างในช่วงแรกของการเก็บรักษาและมีจำนวนลดลงภายหลังจากอากาศถูกใช้จนหมด อย่างไรก็ตาม ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2544)

ตารางที่ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน

วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
0	5 (ESPC)	< 10 (ESPC)
3	70 (ESPC)	7.5 (ESPC)
6	6.0×10^3	< 10 (ESPC)
9	28 (ESPC)	< 10 (ESPC)
12	1.2×10^2 (ESPC)	2.5 (ESPC)
15	1.7×10^2 (ESPC)	< 10 (ESPC)
18	1.0×10^2 (ESPC)	< 10 (ESPC)

หมายเหตุ ESPC (Estimated Plate Count) หมายถึง ปริมาณเชื้อที่เจริญบนอาหารเพาะเชื้อ ไม่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนีต่อจานเพาะเชื้อ

6.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

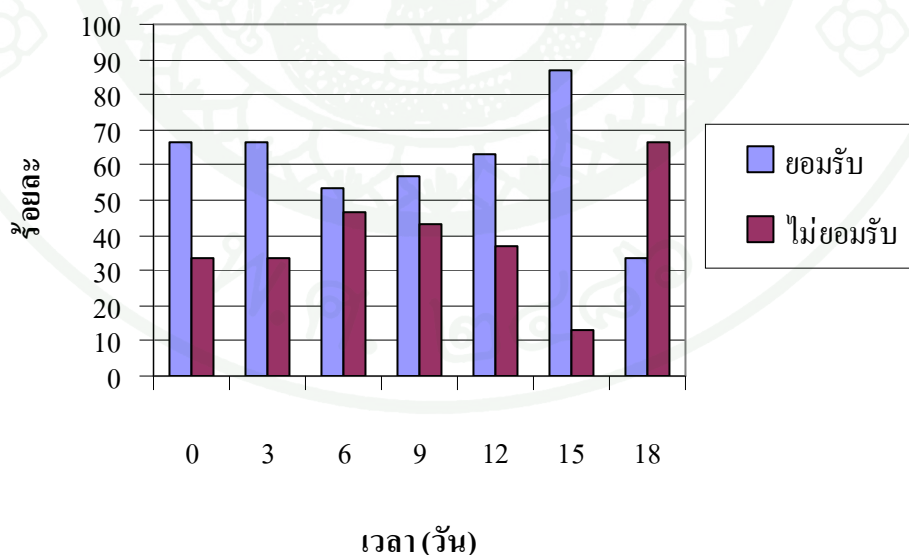
จากการทดสอบความชอบในคุณลักษณะด้านสีของเนื้อใน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test พบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์แฮมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาในวันที่ 0-15 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยคะแนนความชอบยังคงสูงกว่า 5 ในขณะที่แฮมปลาที่เก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน มีคะแนนความชอบด้านสีของเนื้อใน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมลดลง โดยมีคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมต่ำกว่า 5 (ตารางที่ 27) เมื่อพิจารณาการยอมรับผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคมากกว่าร้อยละ 50 ยังคงให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บเป็นระยะเวลา 15 วัน แต่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 18 วัน (ภาพที่ 12) โดยสาเหตุที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์เนื่องจากมีรสเปรี้ยวและเค็มเกินไป มีเนื้อสัมผัสไม่ยืดหยุ่น และมีกลิ่นหืน

ตารางที่ 27 คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วัน

วันที่	สีของเนื้อใน	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	6.60±0.99 ^c	6.47±0.97	5.60±1.63 ^a	5.97±1.30 ^a	6.03±1.23 ^a
3	7.00±1.03 ^{abc}	6.83±1.04	6.00±1.30 ^a	5.87±1.32 ^a	5.87±1.16 ^a
6	6.90±0.72 ^{abc}	6.40±1.64	5.07±1.62 ^a	5.60±1.47 ^a	5.57±1.40 ^a
9	7.23±0.71 ^a	6.77±1.65	5.47±1.59 ^a	6.10±1.44 ^a	5.63±1.65 ^a
12	6.70±0.80 ^{bc}	6.30±1.22	5.23±1.65 ^a	5.47±1.66 ^a	5.50±1.50 ^a
15	7.17±0.72 ^{ab}	7.27±0.93	5.90±1.69 ^a	5.93±1.59 ^a	6.10±1.53 ^a
18	6.07±1.06 ^c	6.70±1.29	4.17±1.58 ^b	4.43±1.26 ^b	4.30±1.49 ^b

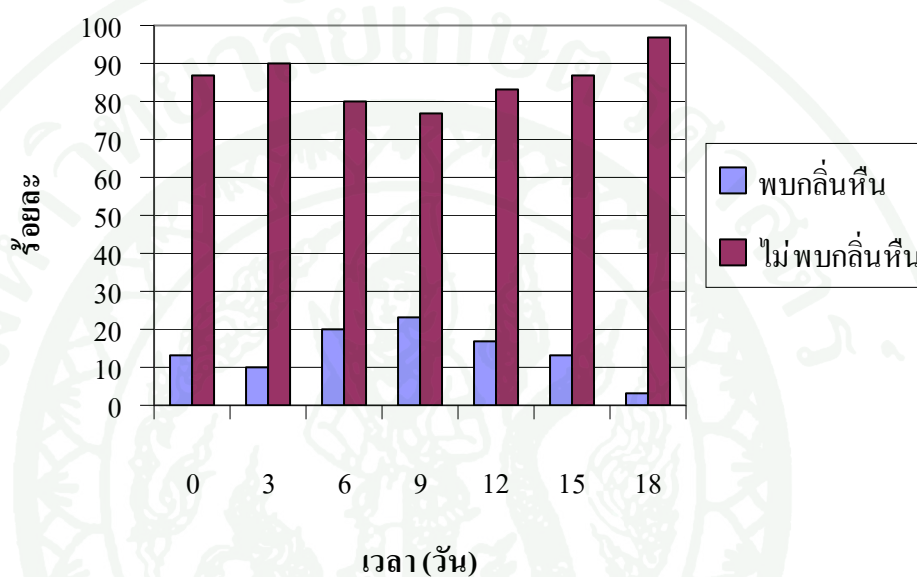
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 12 การยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 วัน

อย่างไรก็ตามแม้ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักและมีค่าที่ไม่สูงมาก แต่ผู้บริโภคร้อยละ 3.33 -23.33 ก็พบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ที่เก็บตั้งแต่วันที่ 0-18 (ภาพที่ 14) และเป็นสาเหตุให้ผู้บริโภคส่วนหนึ่งไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ การที่ผู้บริโภคมพบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์นั้น อาจเนื่องมาจาก ผลิตภัณฑ์มีการสัมผัสกับอากาศในขณะที่มีการทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนบรรจุ จึงทำให้เกิดการออกซิเดชันของไขมันที่อยู่ในอาหารทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้น



ภาพที่ 13 การพบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 วัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค สามารถสรุปผล ได้ดังนี้

1. จากการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์ พบว่า แหนมปลาที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดจะบรรจุในถุงพลาสติกหรือห่อด้วยใบตอง มีรูปร่างเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือทรงกระบอกรัดหัวท้าย โดยแหนมดิบมีขนาดบรรจุ 250 – 1000 กรัม ราคา 28-69 บาท และแหนมปรุงสุก มีน้ำหนัก/ชิ้นประมาณ 75 – 100 กรัม ราคาชิ้นละ 10 – 12 บาท สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปแช่เย็นประเภทผลิตภัณฑ์พื้นบ้านที่เป็นแบบพร้อมอุ่นบริโภค จะมีบรรจุภัณฑ์เป็นแบบบรรจุถุงแบบสุญญากาศชั้นเดียวหรือบรรจุถุงแบบสุญญากาศแล้วมีซองพลาสติกหุ้มอีกชั้น และแบบที่บรรจุในกล่องพลาสติกแล้วมีซองพลาสติกหุ้มด้านนอก ขนาดบรรจุมีตั้งแต่ 75- 400 กรัม ราคา 12 - 76 บาท และจากการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคโดยการทำการอภิปรายแบบกลุ่ม ทำให้ได้แนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ พัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกแบบแหนม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 เซนติเมตร สูงประมาณ 10 เซนติเมตร ปรุงสุกโดยการทอดและบรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ

2. ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต พบว่า การเติมเชื้อบริสุทธิ์ของ *L. plantarum* ในปริมาณ 10^6 CFU/g ลงไปในแหนมปลาจะช่วยลดระยะเวลาการหมักให้สั้นลง โดยทำให้ค่า pH ต่ำกว่า 4.6 ภายใน 24 ชั่วโมง และแหนมปลาที่ได้มีคะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่นและความชอบรวมที่สูงกว่าแหนมปลาที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์ สำหรับสูตรที่ใช้ในการผลิตแหนมปลา ประกอบด้วย เนื้อปลาดร็อยละ 69 ข้าวสุกบดร็อยละ 13.8 กระเทียมบดร็อยละ 13.8 เกลือร็อยละ 2 และน้ำตาลร็อยละ 1.4 โดยมีกรรมวิธีการผลิต คือ นำเนื้อปลาดร็อยผสมกับเกลือเป็นเวลา 5 นาที โดยใช้เครื่องผสม เติมน้ำมันที่เหลืกลงไปแล้วนวดผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำตาลละลายเชื้อบริสุทธิ์ของ *Lactobacillus plantarum* ในน้ำกลั่นซึ่งมีความเข้มข้นของเชื้อเท่ากับ 10^8 cfu/ml ลงไปประมาณ 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 2 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติก (PP) ขนาด $2\frac{1}{4} \times 8$ นิ้ว จำนวน 90 กรัม รัดหัวท้ายด้วยหนังยาง บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้วไปทดสอบความชอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากท้องตลาดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด พบว่า ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่พัฒนา

ได้ยังคงมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นเปรี้ยว ความเปรี้ยว ความเค็ม ความขี้ดหยุ่น และความชอบรวมน้อยกว่าผลิตภัณฑ์เหนมปลาจากท้องตลาด

3. จากการศึกษากรรมวิธีการทอดผลิตภัณฑ์เหนมปลาและสภาวะในการอุ่นผลิตภัณฑ์ ได้กรรมวิธีในการทอดเหนมปลา คือ ทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิน้ำมันเริ่มต้น 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที และในการอุ่นผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคนึ่งบรรจุในถุงลามิเนตชนิด (Nylon/LLDPE) แบบสุญญากาศที่ผ่านการแช่เย็นแล้ว จำนวน 1 ชิ้น จะใช้การอุ่นผลิตภัณฑ์พร้อมภาชนะบรรจุที่มีการเปิดปากถุงเล็กน้อย ด้วยเตาไมโครเวฟ โดยหากใช้กำลังไฟ 360 วัตต์ จะใช้เวลา 2 นาที กำลังไฟ 600 วัตต์ จะใช้เวลา 1.30 นาที และกำลังไฟ 800 วัตต์จะใช้เวลา 1 นาที

4. ผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคนึ่งที่ได้รับการพัฒนาแล้วมีสีน้ำตาลเหลือง โดยมีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 54.39, 10.64 และ 22.97 ตามลำดับ มีค่าเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง การเกาะรวมตัวกัน ความขี้ดหยุ่น และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวเท่ากับ 68.86 N, 0.28, 5.16 mm และ 99.70 Nmm ตามลำดับ มีคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่า pH เท่ากับ 4.41 ปริมาณกรดแลคติก กลีโค โปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าร้อยละ 1.26, 2.49, 17.62, 8.36, 65.78 และ 3.50 ตามลำดับ และมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2544)

5. จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคนึ่งด้วยวิธี Central Location Test กับผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 76 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยในอนาคตหากมีผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายผู้บริโภคร้อยละ 59 จะซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 24 ไม่ซื้อ และอีกร้อยละ 17 ไม่แน่ใจ

6. จากการศึกษาอายุการเก็บ พบว่า ผลิตภัณฑ์เหนมปลาพร้อมบริโภคนึ่งมีอายุการเก็บ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยค่า TBA และค่า pH ของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และยังคงมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุงสุกแล้วแช่เย็นหรือต้องอุ่นก่อนบริโภค

ข้อเสนอแนะ

1. ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่พัฒนาได้ยังคงมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นเปรี้ยว ความเปรี้ยว ความเค็ม ความยืดหยุ่น และความชอบร่วนน้อยกว่าผลิตภัณฑ์แหนมปลาจากท้องตลาดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างในด้านชนิดของเชื้อ ส่วนประกอบ ชนิดของเครื่องมือ และกรรมวิธีการผลิต ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้เทียบเท่าหรือดีกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยอาจศึกษาถึงการลดปริมาณเกลือลง การเติมวัตถุจับหรือเชื้อสายพันธุ์อื่นๆ ลงไป รวมถึงกรรมวิธีการผลิตโดยใช้เครื่องมือแบบต่าง ๆ เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น นอกจากนี้อาจมีการศึกษาถึงการเติมผักชนิดต่าง ๆ ลงไปในผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและสร้างความแปลกใหม่ให้ผลิตภัณฑ์

2. ในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้มีการศึกษาถึงการนำเชื้อบริสุทธิ์ไปผลิตเป็นกล้าเชื้อในทางการค้า ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงเรื่องดังกล่าวต่อไป

3. ผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคควรมีอายุการเก็บไม่น้อยกว่า 1 เดือนเพื่อให้สามารถวางจำหน่ายในท้องตลาดได้นาน แต่จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บเพียง 15 วัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2544. **เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหารทั่วไปที่มีไขมันอาหาร**
ควบคุมเฉพาะ. แหล่งที่มา : <http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/cheme/confict23.htm>, 2 ธันวาคม 2549
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. **การบรรจุอาหาร (Food packaging).** บริษัท เอส.พี.เอ็ม การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- นงเยาว์ ชัยยินดีภูมิ. 2535. **การศึกษาพันธุศาสตร์เบื้องต้นของแบคทีเรียแลคติกและการนำไปหมักได้กรอกเปรี้ยว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นภา โล่ห์ทอง. 2535. **กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต.** หจก.ฟิ้นนี้พับลิชชิง, กรุงเทพฯ.
- นฤดม บุญ-หลง และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2529. **การพัฒนากกรรมวิธีการผลิตและคุณภาพปลาหมักแบบพื้นบ้านสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก: กรรมวิธีการผลิตปลาสาม.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นาถสุดา วิสวงค์. 2522. **การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นเมือง : ปลาเจ้า ปลาสาม และสามพัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2544. **หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 1.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ปาริชาติ หลายชูไทย, สุวิทย์ อัจริยะเมต และ สุมาลัย ศรีคำไลทอง. 2544. การศึกษาศักยภาพของอาหารพร้อมบริโภคของไทยในตลาดเป้าหมาย. โครงการวิจัยที่ ภ. 44-11 การเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตและควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภค รายงานฉบับที่ 1. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2546. แบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม 3 (1) : 62-69.

ผ่องเพ็ญ รัตตกุล และ สุภาพรณ สุขประทุม. 2528. พัฒนาการผลิตและเก็บรักษาส้มฟัก น. 175-188 ใน รายงานประจำปี 2528. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.

พิเชฐ อัฐกอ. 2552. ผงชูรสมุมมองจากความเป็นจริง. แหล่งที่มา : <http://www.ku.ac.th/e-magazine/february46/known/glutamate.html>, 20 สิงหาคม 2552

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2534. การพัฒนาอาหารหมักพื้นบ้านโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร 2 (1) : 36-40.

มัทนา แสงจินดาวงศ์. 2545. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และ นงนุช รักสกุลไทย. 2542. การผลิตแหนมปลาและจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหมัก. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุน วิจัยมก. ปีงบประมาณ 2541 โครงการวิจัยรหัส สท-อ 6.41 สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เขาวเรศ ทองนอก, ชาญชัย ศรีเพชร, กัลยาภรณ์ จันตรี, อุบล ชื่นสำราญ, นราภรณ์ ศิริกังวาน, วรพจน์ หริตกุล และ กาญจนศักดิ์ จารุปาน. 2545. การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารและวัตถุเจือปนในแหนมปลาในบริเวณกรุงเทพฯ. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวนดุสิต, กรุงเทพฯ.

วิษุฒิ จันทราพรชัย. 2549. การประเมินคุณภาพทางกายภาพด้านสี, น.368-389. ใน รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิปัตม์ รักษ์เผ่า. 2539. **ผลของเชื้อเริ่มต้นผสมในการหมักหมมต่อการลดปริมาณ**

Staphylococcus aureus. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมยศ ดันดวงศ์วานิช, สุรางรัตน์ จงประสพทรัพย์, พัทธนันท์ ศรีม่วง และ สุวรรณิ บุญถึง. 2546.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมักจากปลาน้ำจืด. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวนดุสิต, กรุงเทพฯ.

เหมวดี พลรัฐ. 2543. ปลาต้มผัก บ้านหมี่ดำรับนี้ขายดีจริงจริง. **เดลินิวส์** (22 มี.ค. 2543) : 7.

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 1.

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อรรพรรณ คงพันธ์, รัชมิพร จิระเดชประไพ และวัชร กงรัตน์. 2550. **การแปรรูปสัตว์น้ำ**. กลุ่มวิจัย

และพัฒนาอาหารจากสัตว์น้ำ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อดิสร เสวตวิวัฒน์. 2533. **ผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกต่อชาลโมเนลลาในการหมัก**

หมม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Adams, M.R., R.D. Cooke and P. Rattagool. 1985. Fermented fish products of South East Asia.

Trop. Sci. 25 : 61-73.

A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis**. 17th ed. Association of Official Analytical

Chemists, Arlington, Verginia.

A.P.H.A. 1992. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food.**
3rd ed. American Public Health Association, Washington, D.C.

Day, B.P.F. 2000. Chilled food packaging, pp. 135-150. *In* M. Stringer and C. Dennis, eds.
Chilled Foods : A Comprehensive Guide. 2nd ed. Woodhead Publishing Limited,
Cambridge.

Fellows, P. 2000. **Food Processing Technology : Principles and Practice.** CRC Press,
Cambridge.

Hu, Y., W. Xia and C. Ge. 2008. Characterization of fermented silver carp sausage inoculated
with mixed starter culture. **LWT - Food Sci. and Technol.** 41 : 730-738.

Moreira, R.G., M.E. Castell-Perez and M.A. Barrufet. 1999. **Deep-Fat Frying : Fundamentals
and Applications.** An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland.

National Research Council of Thailand (NRCT). 1981-1982. **Report on Thai Traditional
Fermented Food Research Project : Phase I.** 51 p.

Paludan-Müller, C., H. H. Huss and L. Gram. 1999. Characterization of lactic acid bacteria
isolated from a Thai low-salt fermented fish product and the role of garlic as substrate for
fermentation. **Int. J. Food Microbiol.** 46 : 219-229.

Pearson, D. 1976. **The Chemical Analysis of Foods,** 7th ed. Churchill Livingstone, Edinburgh
London and New York.

Resurreccion, A.V.A. 1998. **Consumer Sensory Testing for Product Development.** Aspen
publication, Gaithersburg, Maryland.

Riebroy, S., S. Benjakul and W. Visessanguan. 2008. Properties and acceptability of Som-fug, a Thai fermented fish mince, inoculated with lactic acid bacteria starters. **LWT - Food Sci. and Technol.** 41 : 569-580.

_____, _____, _____, K. Kijrongrojana and M. Tanaka. 2004. Some characteristics of commercial Som-fug produced in Thailand. **Food Chem.** 88 : 527-535.

Saisithi, P., C. Wongkhalaung, M. Boonyaratanakornkit, P. Yongmanitchai, P. Chimanage and S. Maleehuans. 1986. **Improvement of Thai Traditional Fermented Fish Product : Som-Fug.** Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok, FAO report. 78 p.

Stauffer, C.E. 1996. **Fats and Oils.** Eagan Press, U.S.A.

Tanasupawat, S. and K Komagata. 1995. Review, Lactic acid bacteria in fermented foods in Thailand. **World J. Microbiol. Biotechnol.** 11 : 253–256.

Valyasevi, R. and R. S. Rolle. 2002. An overview of small-scale food fermentation technologies in developing countries with special reference to Thailand : scope for their improvement. **Int. J. Food Microbiol.** 75 : 231-239.

Yamprayoon, J., S. Vichannikorankich, A. Ostergaard, A. Sukho and S. Warotaipan. 1998. Quality changes during processing, fermentation and storage of low-salt carbohydrate fermented Thai fish product (som-fak). **Fish Technology Research and Inspection Vol II**, p. 73-88.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
แบบสอบถาม

ภาคผนวก ก1 แบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจผู้บริโภคเพื่อคัดเลือกผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

แบบสอบถาม

การสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

คำชี้แจง : แบบสอบถามชุดนี้เป็นงานสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวสิริโชค วงศ์ศรีไพศาล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

คำอธิบาย : แหนมปลา เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากเนื้อปลาลาบด ผสมกับ ข้าวสุก กระเทียม และเกลือ แล้วนำไปอัดให้แน่นในภาชนะบรรจุ หมักจนมีรสเปรี้ยว ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แน่นและยืดหยุ่น

ผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค เป็นการนำเอาแหนมปลาที่หมักได้ทีไปผ่านการทำให้สุก บรรจุในภาชนะที่เหมาะสม และเก็บรักษาโดยการแช่เย็น โดยมีวิธีบริโภค คือ นำไปอุ่นด้วยไมโครเวฟแล้วสามารถรับประทานได้ทันที

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ผู้วิจัย

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคแหยมปลา

1. ท่านรับประทานแหยมปลาลบ่อยแค่ไหน

- () มากกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ () 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์
() 1-2 ครั้งต่อเดือน () น้อยกว่า 1 ครั้งต่อเดือน

2. ท่านซื้อแหยมปลาในรูปแบบใดบ่อยที่สุด (เลือกเพียง 1 ข้อ)

- () แบบปรุงสุกพร้อมบริโภค
() แบบดิบที่ต้องนำไปปรุงสุกด้วยตัวเอง
() ไม่ได้ซื้อเอง (กรุณาข้ามไปตอบข้อ 6)

3. ท่านซื้อแหยมปลาครั้งละประมาณเท่าใด

- () 1 ชิ้น () 2 ชิ้น
() 3 ชิ้น () มากกว่า 3 ชิ้น

4. ค่าใช้จ่ายในการซื้อแหยมปลาต่อครั้งประมาณเท่าไร

- () ต่ำกว่า 20 บาท () 20 – 30 บาท
() 31 – 40 บาท () มากกว่า 40 บาท

5. สถานที่ที่ท่านนิยมซื้อแหยมปลา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () ซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น ท็อปส์ ฟู้ดแลนด์ โฮมเฟรชมาร์ท
() ซูเปอร์สโตร์ เช่น โลตัส บิ๊กซี คาร์ฟูร์
() ตลาด / ริมถนน
() งานแสดงสินค้า
() อื่น ๆ โปรดระบุ

6. ท่านพบปัญหาในการรับประทานแหยมปลาหรือไม่

- () ไม่พบปัญหา
() พบปัญหา คือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
○ รสชาติเปรี้ยวเกินไป ○ รสชาติเค็มเกินไป
○ กลิ่นกระเทียมแรง ○ ไม่สะดวกในการรับประทาน
○ เนื้อสัมผัสไม่ยืดหยุ่น ○ หาชื้อยาก
○ มีกลิ่นคาว ○ อื่น ๆ โปรดระบุ

7. เมื่อเลือกซื้อแหนมปลาท่านให้ความสำคัญกับคุณลักษณะของแหนมปลาและปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ในระดับใด

คุณลักษณะ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. รสชาติ					
2. สี					
3. กลิ่น					
4. ความยืดหยุ่น					
5. รูปร่าง					
6. ความสะอาด					
7. ความสะดวกในการซื้อ					
8. ความสะดวกในการ					
9. ความมีชื่อเสียงของผลิตภัณฑ์					
10. ความสวยงามของภาชนะ					
11. ราคา					
12. คุณค่าทางโภชนาการ					

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

8. ท่านต้องการผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคในรูปแบบใด (เลือกเพียง 1 ข้อ)

- () นึ่ง () ทอด
() อบ () ย่าง

9. ท่านต้องการผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคที่มีรูปร่างแบบใด (เลือกเพียง 1 ข้อ)

- () ชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ตอบข้อ 10 ต่อไป) 
- () ทรงกระบอก (ตอบข้อ 11 ต่อไป) 
- () สี่เหลี่ยมลูกเต๋า (ตอบข้อ 12 ต่อไป) 
- () ทรงกระบอกแบบแบน (ตอบข้อ 13 ต่อไป) 
- () อื่น ๆ โปรดระบุรูปร่างและขนาด.....(ตอบข้อ 14 ต่อไป)

10. ขนาดความกว้าง ความยาวและความหนาของชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทันต้องการคือ (เฉพาะคนที่เลือกรูปร่างแบบชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้า)

2 x 4 ซม.
ความหนา 1.5 ซม.

() ขนาดกว้าง 2 ซม. ยาว 4 ซม. หนา 1.5 ซม. (ตอบข้อ 14 ต่อไป)

4 x 6 ซม.
ความหนา 1.5 ซม.

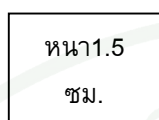
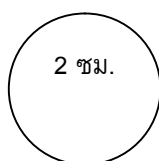
() ขนาดกว้าง 4 ซม. ยาว 6 ซม. หนา 1.5 ซม. (ตอบข้อ 14 ต่อไป)

4 x 10 ซม.
ความหนา 2 ซม.

() ขนาดกว้าง 4 ซม. ยาว 10 ซม. หนา 2 ซม. (ตอบข้อ 14 ต่อไป)

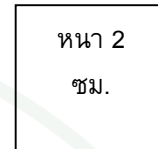
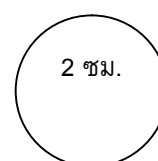
() อื่นๆ โปรดระบุ..... (ตอบข้อ 14 ต่อไป)

11. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาของทรงกระบอกที่ทันต้องการคือ (เฉพาะคนที่เลือกรูปร่างแบบทรงกระบอก)



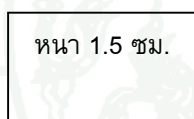
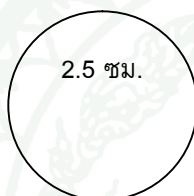
() เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. หนา 1.5 ซม.

(ตอบข้อ 14 ต่อไป)



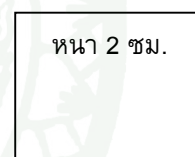
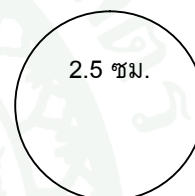
() เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. หนา 2 ซม.

(ตอบข้อ 14 ต่อไป)



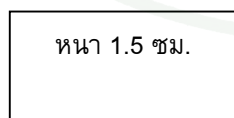
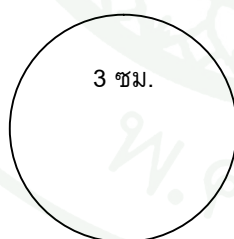
() เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. หนา 1.5 ซม.

(ตอบข้อ 14 ต่อไป)



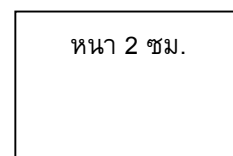
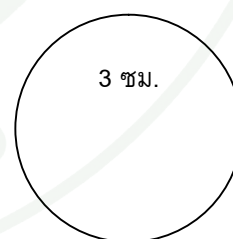
() เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. หนา 2 ซม.

(ตอบข้อ 14 ต่อไป)



() เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. หนา 1.5 ซม.

(ตอบข้อ 14 ต่อไป)

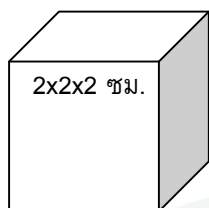


() เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. หนา 2 ซม.

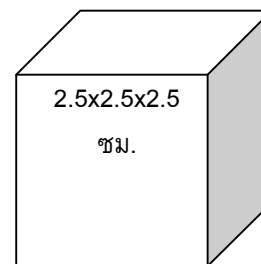
(ตอบข้อ 14 ต่อไป)

() อื่นๆ โปรดระบุ.....(ตอบข้อ 14 ต่อไป)

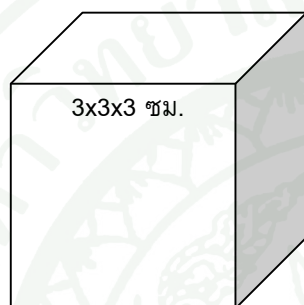
12. ขนาดของสี่เหลี่ยมลูกเต๋าที่ท่านต้องการคือ (เฉพาะคนที่เลือกรูปร่างแบบสี่เหลี่ยมลูกเต๋า)



() 2x2x2 ซม. (ตอบข้อ 14 ต่อไป)



() 2.5x2.5x2.5 ซม. (ตอบข้อ 14 ต่อไป)

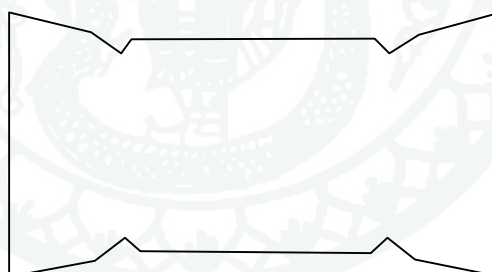


() 3x3x3 ซม. (ตอบข้อ 14 ต่อไป)

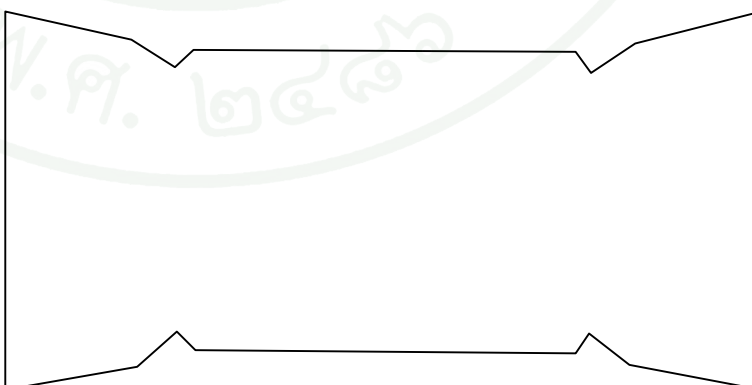
() อื่นๆ โปรดระบุ.....(ตอบข้อ 14 ต่อไป)

13. ขนาดของทรงกระบอกแบบแบนที่ท่านต้องการคือ (เฉพาะคนที่เลือกรูปร่างทรงกระบอกแบบแบน)

() 3.5x6.5 ซม.
(ตอบข้อ 14 ต่อไป)



() 5x10 ซม.
(ตอบข้อ 14 ต่อไป)



() อื่นๆ โปรดระบุ..... (ตอบข้อ 14 ต่อไป)

14. จากรูปร่างและขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ท่านเลือก ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์เหมมปลาพร้อมบริโภคควรมีขนาดบรรจุกี่ชิ้น

- () 1 ชิ้น () 2 ชิ้น () 3 ชิ้น
 () 4 ชิ้น () 5 ชิ้น () 6 ชิ้น
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

15. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์เหมมปลาพร้อมบริโภคควรบรรจุแบบใด

- () บรรจุถุงแบบธรรมดา () บรรจุถุงแบบสุญญากาศ
 () บรรจุในกล่องพลาสติก () อื่น ๆ โปรดระบุ

16. จากขนาดบรรจุที่ท่านเลือกในข้อ 14 ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์เหมมปลาพร้อมบริโภคควรมีราคาเท่าใด

- () ต่ำกว่า 16 บาท () 16-20 บาท () 21-25 บาท
 () 26-30 บาท () 31-35 บาท () มากกว่า 35 บาท

17. ในอนาคตท่านคิดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์เหมมปลาพร้อมบริโภคหรือไม่

- () ซื้อ เพราะ.....
 () ไม่ซื้อ เพราะ.....
 () ไม่แน่ใจ เพราะ.....

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลทั่วไป

18. เพศ

- () ชาย () หญิง

19. อายุ

- () ต่ำกว่า 20 ปี () 20 - 29 ปี () 30 - 39 ปี
 () 40 - 49 ปี () 50 ปีขึ้นไป

20. การศึกษา

- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษา () มัธยมศึกษาตอนต้น
 () มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. () อนุปริญญา / ปวส.
 () ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี

21. อาชีพ

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

22. รายได้ของท่านต่อเดือน

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

23. ภูมิลำเนาของท่าน

- () กรุงเทพฯ และปริมณฑล () ภาคกลาง () ภาคเหนือ
() ภาคใต้ () ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ () ภาคตะวันออก
() ภาคตะวันตก

😊 ขอขอบคุณค่ะ 😊

ภาคผนวก ก2 ใบรายงานผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test ที่ใช้ในการ
คัดเลือกผลิตภัณฑ์หม่อมปลาจากท้องตลาดเพื่อใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบ

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อ _____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ : หม่อมปลา

คำอธิบาย : กรุณาทดสอบตัวอย่าง แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะตามสเกลที่กำหนดให้

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

คุณลักษณะ	รหัส _____	รหัส _____	รหัส _____	รหัส _____
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
กลิ่นรส				
เนื้อสัมผัส				
รสชาติ				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ก3 ใบรายงานผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test ที่ใช้ในการ
คัดเลือกสูตรพื้นฐาน

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อ _____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ : แหนมปลา

คำอธิบาย : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบและบอกความรู้สึกที่มีต่อตัวอย่างใน
แต่ละคุณลักษณะตามสเกลที่กำหนดให้ กรุณาใช้ปากกาหรือดินสอเขียน

สเกลความชอบ

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

สเกลความรู้สึก

- 1 = ลดลงมาก
- 2 = ลดลงเล็กน้อย
- 3 = พอได้แล้ว
- 4 = เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- 5 = เพิ่มขึ้นมาก

คุณลักษณะ	รหัส _____		รหัส _____		รหัส _____	
	คะแนน ความ ชอบ	คะแนน ความรู้สึก	คะแนน ความ ชอบ	คะแนน ความรู้สึก	คะแนน ความ ชอบ	คะแนน ความรู้สึก
กลิ่นรสกระเทียม						
ความเปรี้ยว						
ความเค็ม						
ความยืดหยุ่น						
ความชอบรวม						

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ก4 ใบรายงานผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test ที่ใช้ในการ
การศึกษาคุณภาพของแหนมปลาที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการผลิต

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อ _____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ : แหนมปลา

คำอธิบาย : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบและบอกความรู้สึกที่มีต่อตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะตามสเกลที่กำหนดให้ กรุณาใช้ปากกาหรือดินสอเขียน

สเกลความชอบ

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

สเกลความรู้สึก

- 1 = ลดลงมาก
- 2 = ลดลงเล็กน้อย
- 3 = พอได้แล้ว
- 4 = เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- 5 = เพิ่มขึ้นมาก

คุณลักษณะ	รหัส _____		รหัส _____		รหัส _____		รหัส _____	
	คะแนน ความ ชอบ	คะแนน ความ รู้สึก	คะแนน ความ ชอบ	คะแนน ความ รู้สึก	คะแนน ความ ชอบ	คะแนน ความ รู้สึก	คะแนน ความ ชอบ	คะแนน ความ รู้สึก
กลิ่นเปรี้ยว								
กลิ่นกระเทียม								
กลิ่นรสกระเทียม								
ความเปรี้ยว								
ความเค็ม								
ความขี้ดหยุ่น								
ความชอบรวม								

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ก5 ใบรายงานผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test ที่ใช้ใน
เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์หมกปลาที่ได้รับการพัฒนาแล้วกับผลิตภัณฑ์หมกปลา
จากท้องตลาด

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบ

ตัวอย่าง : หมกปลา

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะตามคำอธิบาย
คะแนนความชอบที่กำหนดให้ กรุณารับประทานแครกเกอร์และดื่มน้ำทุกครั้งก่อนทดสอบตัวอย่าง
ต่อไป

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส _____	รหัส _____
ลักษณะปรากฏ		
กลิ่นเปรี้ยว		
กลิ่นกระเทียม		
กลิ่นรสกระเทียม		
ความเปรี้ยว		
ความเค็ม		
ความยืดหยุ่น		
ความชอบรวม		

ข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ก6 ใบรายงานผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test ที่ใช้ในการศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์หมอนปลาพร้อมบริโภค

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบ

ตัวอย่าง : หมอนปลา

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบโดยทำเครื่องหมาย x ลงในช่องว่างตามความชอบที่มีต่อตัวอย่างตามคุณลักษณะที่กำหนด

รหัสตัวอย่าง _____

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้หรือเลขๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏภายนอก									
สีน้ำตาลของเปลือกนอก									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง _____

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้หรือเลขๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏภายนอก									
สีน้ำตาลของเปลือกนอก									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ก7 ใบรายงานผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test ที่ใช้ในการศึกษาสถานะในการอุ่นผลิตภัณฑ์หมกปลาพร้อมบริโภค

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบ

ตัวอย่าง : หมกปลา

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะตามสเกลที่กำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส_____	รหัส_____	รหัส_____
เนื้อสัมผัส			
ความชอบรวม			

ข้อเสนอแนะ _____

ภาคผนวก ก8 แบบสอบถามที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

คำชี้แจง : แบบสอบถามชุดนี้เป็นงานทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวศิริโชค วงศ์ศรีไพศาล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

คำอธิบาย: ผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากเนื้อปลาลอด ข้าวสุก กระเทียม น้ำตาลและเกลือ แล้วนำไปอัดให้แน่นในภาชนะบรรจุ หมักจนมีรสเปรี้ยว จากนั้นนำไปทำให้สุกโดยการทอด บรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาโดยการแช่เย็น โดยมีวิธีบริโภค คือ นำไปอุ่นด้วยไมโครเวฟแล้วสามารถรับประทานได้ทันที

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ผู้วิจัย

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับ
ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () ต่ำกว่า 20 ปี () 20 - 29 ปี () 30 - 39 ปี
() 40 - 49 ปี () 50 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ

- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษา () มัธยมศึกษาตอนต้น
() มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. () อนุปริญญา / ปวส.
() ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

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

5. รายได้ของท่านต่อเดือน

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

6. ภูมิลำเนาของท่าน

- () กรุงเทพฯ และปริมณฑล () ภาคกลาง () ภาคเหนือ
() ภาคใต้ () ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ () ภาคตะวันออก
() ภาคตะวันตก

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมเพื่อบริโภค

วิธีการบริโภค

ตัดเปิดปากถุงเล็กน้อย นำเข้าอุ่นในไมโครเวฟที่ความร้อนสูง (กำลังไฟ 800 w)
ประมาณ 1 นาที นำผลิตภัณฑ์ออกมาหั่นแล้วจึงรับประทาน

7. ท่านคิดว่าวิธีการบริโภคผลิตภัณฑ์แผนมปลานี้เป็นอย่างไร

- () สะดวก
() ยุ่งยาก
() เฉย ๆ

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผนมปลาพร้อมบริโภค

8. กรุณาตรวจสอบภาษาณะบรรจุและลักษณะปรากฏภายนอกของผลิตภัณฑ์แล้วให้คะแนนความชอบโดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างตามที่ท่านรู้สึก

ปัจจัย	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
รูปแบบภาษาณะบรรจุ									
ลักษณะปรากฏภายนอก (ทั้งชิ้น)									

9. ท่านคิดว่าขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์แผนมปลาพร้อมบริโภคที่ท่านเห็นนี้มีความเหมาะสมหรือไม่

- () เหมาะสมดีแล้ว () มากเกินไป () น้อยเกินไป

10. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคตามขนาดบรรจุที่ท่านเห็นนี้ควรมีราคา___บาท

11. กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างตามที่ท่านรู้สึก

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบโดยรวม									

12. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคนี้หรือไม่

() ยอมรับ

() ไม่ยอมรับ เพราะ

13. หากมีผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคนี้จำหน่ายในท้องตลาดในรูปแบบอาหารแช่เย็น ท่านจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ เพราะ.....

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

() ไม่แน่ใจ เพราะ.....

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ก9 ใบรายงานผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic scaling test ที่ใช้ในการศึกษาอายุการเก็บ

ใบรายงานผลการทดสอบ

ตัวอย่าง : แหนมปลา

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างตามความรู้สึกที่มีต่อตัวอย่าง

รหัสตัวอย่าง _____

1. ความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้หรือเฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
สีของเนื้อใน									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

2. ท่านพบกลิ่นหืนในตัวอย่างหรือไม่

☐ พบ กลิ่น _____

☐ ไม่พบ

3. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

☐ ยอมรับ

☐ ไม่ยอมรับ เพราะ _____



การอภิปรายแบบกลุ่ม (Focus group discussion)

1. การแนะนำ

Moderator กล่าวแนะนำตัว พร้อมทั้งอธิบายถึงวัตถุประสงค์ รายละเอียดและข้อกำหนดต่างๆ ในการทำ focus group discussion

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาแนวความคิดผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภค

1.2 ข้อกำหนดพื้นฐาน

- จะมีการบันทึกเสียงในขณะอภิปราย
- กรุณาพูดเสียงดังฟังชัด
- เมื่อต้องการแสดงความคิดเห็น กรุณาบอกชื่อก่อนทุกครั้ง
- กรุณายกมือแทรกขึ้นมาในขณะให้ผู้ร่วมอภิปรายท่านอื่นกำลังแสดงความคิดเห็นอยู่

1.3 การแนะนำตัว

ให้ผู้ร่วมอภิปรายบอกชื่อ อายุและงานอดิเรก

2. ถามคำถาม

ถามคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคและการซื้อแหนมปลา และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมปลาพร้อมบริโภคโดยมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์แหนมปลาและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปแช่เย็นแบบพร้อมอุ้มน้ำบริโภคประกอบการอภิปราย คำถามที่ใช้ในการอภิปรายมีดังนี้

- 2.1 เหตุผลที่ท่านรับประทานแหนมปลาคืออะไร
- 2.2 ช่วงเวลาใดที่ท่านนิยมรับประทานแหนมปลา
- 2.3 ท่านซื้อหรือรับประทานแหนมปลาบ่อยเพียงใด
- 2.4 ปริมาณในการซื้อหรือบริโภคแหนมปลาแต่ละครั้งของท่านเป็นเท่าใด
- 2.5 ท่านนิยมซื้อแหนมปลาในลักษณะใดมากที่สุด แบบดิบหรือปรุงสุก
- 2.6 ท่านนิยมซื้อแหนมปลาจากที่ใด
- 2.7 ในการเลือกซื้อแหนมปลาท่านพิจารณาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านใดบ้าง
- 2.8 ปัญหาที่ท่านพบในการซื้อหรือบริโภคผลิตภัณฑ์แหนมปลา มีอะไรบ้าง

2.9 หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผนมปลาพร้อมบริโภคขึ้นมา ท่านอยากให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นอย่างไร

2.10 ภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์แผนมปลาพร้อมบริโภคควรเป็นอย่างไร

2.11 ขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์แผนมปลาพร้อมบริโภคควรเป็นเท่าใด

2.12 ราคาขายของผลิตภัณฑ์แผนมปลาพร้อมบริโภคควรเป็นเท่าใด

2.13 ถ้ามีผลิตภัณฑ์แผนมปลาพร้อมบริโภควางจำหน่ายท่านจะซื้อบริโภคหรือไม่ เพราะเหตุใด

3. สรุป-ปิด

3.1 กล่าวปิดการทำ Focus group discussion

3.2 กล่าวขอบคุณผู้เข้าร่วมอภิปรายกลุ่ม

3.3 แจกของที่ระลึกให้กับผู้เข้าร่วมอภิปรายกลุ่ม



การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. วิธีหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ชั่งตัวอย่างແໜ່ນปลาสดละเอียดจำนวน 5 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นลงไป 5 มิลลิลิตร คนผสมให้เข้ากัน วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter

2. วิธีวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก (A.O.A.C., 2000)

ชั่งตัวอย่างແໜ່ນปลาสดละเอียดจำนวน 10 กรัม ใส่ลงในถุงพลาสติกขนาดเล็ก เติมน้ำกลั่นลงไป 10-20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบางใส่ลงในขวดปริมาตร ลิ้งตัวอย่างที่ติดในถุงและบนผ้าขาวบางด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้งจนได้สารละลายในขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เทสารละลายลงในขวดรูปชมพู่ นำไปต้มให้เดือดเพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทิ้งให้เย็น แล้วนำไปไทเทรตกับ 0.1N NaOH จนได้สีชมพูอ่อนโดยใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาปริมาณกรดแลคติกจากสูตร

$$\text{ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)} = \frac{V \times N \times 90.09 \times 100}{W \times 1000}$$

โดยที่ V = ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของ NaOH (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเกลือ (A.O.A.C., 2000)

ชั่งตัวอย่างແໜ່ນปลาที่บดละเอียดแล้วจำนวน 3-5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย ผสมให้เข้ากัน เติม 0.1 N AgNO₃ ลงไปให้มากเกินพอที่จะให้คลอไรด์ตกตะกอนหมด เติม 50% HNO₃ ลงไป 20 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดโดยใช้ไฟอ่อน ๆ จนกระทั่งตะกอนอื่น ๆ ละลายหมด ยกเว้นตะกอน AgCl (ต้มนานประมาณ 15 นาที) ทิ้งให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร และ ferric alum solution (สารละลายอิ่มตัวของ FeNH₄(SO₄)₂·12H₂O) อีก 5 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตกับ 0.1 N NH₄SCN จนได้สีน้ำตาลอ่อนอย่างถาวร คำนวณหาปริมาณเกลือจากสูตร

$$\text{ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)} = \frac{0.00584 (V_1 - V_2) \times 100}{W}$$

โดยที่ V_1 = ปริมาตรของ 0.1 N AgNO_3 ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของ 0.1 N NH_4SCN ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4. วิธีการวิเคราะห์หาความชื้น (A.O.A.C., 2000)

หาน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยอะลูมิเนียม โดยนำเข้าตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desicator) ทำการชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ (ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม) ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 3-5 กรัม ใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว เกลี่ยตัวอย่างให้สม่ำเสมอ นำเข้าตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

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

5. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000)

หาน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยกระเบื้องเคลือบ โดยการเผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผาทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก เเผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ (ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม) ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวหรือเทาอ่อน ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก เเผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

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

6. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาล (A.O.A.C., 2000)

อุปกรณ์

1. ขวดสำหรับย่อยโปรตีน (digestion tube) และอุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ
2. เครื่องย่อยและเครื่องกลั่นหาไนโตรเจน
3. เครื่องชั่งไฟฟ้า (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
4. กระดาษกรอง (filter paper)

สารเคมี

1. กรดซัลฟริกเข้มข้น (H_2SO_4)
2. สารเร่งปฏิกิริยา (catalysts) เตรียมโดยผสมคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) กับ โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ในอัตราส่วน 0.5 : 10
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้นร้อยละ 32 เตรียมโดยชั่ง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
4. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม เตรียมโดย นำสารละลายโบรโมครีซอลกรีน (ละลายโบรโมครีซอลกรีน 0.1 กรัมในเอทานอล 100 มิลลิลิตร) ผสมกับ สารละลายเมธิลเรด (ละลายเมธิลเรด 0.1 กรัมในเอทานอล 100 มิลลิลิตร) ในอัตราส่วน 1:1
5. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยละลายกรดบอริก 40 กรัมด้วย น้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนเตาให้ความร้อน ต้มและคนจนละลายหมดจากนั้นปรับ ปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ร้อนจนได้ปริมาตรประมาณ 800 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้ว หยดสารละลายอินดิเคเตอร์ผสมจนสารละลายมีสีชมพูม่วง หลังจากนั้นจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ 1000 มิลลิลิตร
6. สารละลายกรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 0.1 N เตรียมโดย ปิเปต HCl ความเข้มข้น 37% มา 8.2 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร จากนั้นนำมาเทียบมาตรฐานหาความ เข้มข้นโดยใช้สารละลาย 0.1 N NaOH ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.5-1 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 10-15 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10-15 มิลลิลิตรแล้วเขย่าเบา ๆ
3. นำไปย่อยบนเครื่องย่อยที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 420 องศาเซลเซียสในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยให้ทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นหาไนโตรเจน โดยตั้งปริมาณของน้ำกลั่นเท่ากับ 50 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 เท่ากับ 90 มิลลิลิตร กลั่นเป็นเวลา 4 นาที
5. รองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่เติมสารละลายอินดิเคเตอร์แล้ว
6. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับ 0.1 N HCL จนได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน
7. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2-6

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{14 \times (a-b) \times N \times F \times 100}{W \times 1000}$$

โดยที่ a = ปริมาณของ HCl ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

b = ปริมาณของ HCl ที่ใช้ในการไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของ HCl (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

F = ค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน ซึ่งอาหารทั่วไป = 6.25

8. วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจาก A.O.A.C. (2000))

ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้วประมาณ 1 กรัม ให้น้ำหนักที่แน่นอน ลงใน กระจกกรอง ห่อตัวอย่างให้มิดชิดแล้วใส่ลงในทิมเบลที่แห้งและสะอาด ต่อเข้ากับชุดสกัดที่ ประกอบด้วยชุดให้ความร้อน สกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ที่มีจุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส โดยเทปิโตรเลียมอีเธอร์จำนวน 90 มิลลิลิตรลงในถ้วยอะลูมิเนียมที่ใช้สำหรับรองรับไขมันที่ สกัดได้โดยอบและชั่งให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว จากนั้นประกอบเข้ากับชุดกลั่น สกัดไขมัน โดยจุ่มทิมเบลที่มีตัวอย่างลงในปิโตรเลียมอีเธอร์ที่มีการให้ความร้อนตลอดเวลา (boiling) นาน 25 นาที และยกทิมเบลที่มีตัวอย่าง โดยมีปิโตรเลียมอีเธอร์ไหลผ่านและชะไขมันออกจากตัวอย่าง ตลอดเวลา (rinsing) เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ออก (evaporation) นาน 10 นาที นำถ้วยอะลูมิเนียมที่มีไขมันไปอบในตู้อบร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_3 - W_2) \times 100}{W_1}$$

โดยที่ W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมก่อนสกัดไขมัน (กรัม)

W_3 = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมหลังสกัดไขมัน (กรัม)

9. TBA Number (Pearson, 1976)

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่น TBA
2. Spectrophotometer

สารเคมี

1. สารละลายกรดไทโอบาร์บิทรिक (TBA reagent) เตรียมโดยละลายกรดไทโอบาร์บิทรिक 2.883 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 90 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้กรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 90

2. 4 M HCl

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อม้า 10 กรัม ปั่นผสมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที ปั่น เทใส่ขวดสำหรับกลั่น
2. ล้างตัวอย่างที่ติดอยู่ในโถปั่นหลาย ๆ ครั้งด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร
3. เติม 4 M HCl ลงไป 2.5 มิลลิลิตร เพื่อให้ pH ลดต่ำลงถึง 1.5 เติม antifoam ลงไป 2-3 หยด
4. นำไปกลั่นอย่างรวดเร็วให้ได้ของเหลว 50 มิลลิลิตรภายใน 15 นาที
5. เปิดของเหลวที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดสอบ เติมสารละลายกรดไทโอบาร์บิทรिक ลงไป 5 มิลลิลิตร ปิดฝา เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที
6. ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทนตัวอย่าง
7. หลังจากต้มในน้ำเดือดครบ 35 นาที แล้วนำหลอดไปทำให้เย็นภายใน 10 นาที
8. วัดค่า Optical Density (OD) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร แล้วนำไปคำนวณค่า TBA Number

$$\text{TBA Number (mg malonaldehyde/kg)} = 7.8 \times \text{OD}$$

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

1. วิธีการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000)

1.1 เตรียมตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ลงในถุง stomacher ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) เติมน้ำสารละลายบัฟเฟอร์ ที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วลงไป 90 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที ด้วยเครื่องตีผสม (stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10 ทำการเจือจางตัวอย่างลงไปครั้งละ 10 เท่า โดยใช้อัตราส่วนสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรต่อสารละลายบัฟเฟอร์ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่ต้องการ

1.2 ใช้วิธี spread plate technique โดยปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ กัน 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง Plate count agar (PCA) ที่ทิ้งให้ผิวหน้าอาหารแห้งแล้ว โดยในแต่ละระดับความเจือจางทำ 2 ซ้ำ

1.3 ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วกระจายตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร รอจนผิวหน้าอาหารแห้ง กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

1.4 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี มานับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี

1.5 หาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วยค่า dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ แล้วรายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

2. วิธีการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียแลคติก (A.O.A.C., 2000)

ทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม CaCO_3 ร้อยละ 1 และ bromocresol purple ร้อยละ 0.004 ลงไป นับจำนวนโคโลนีที่สร้างบริเวณใสและอาหารเลี้ยงเชื้อรอบโคโลนีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

3. วิธีการตรวจหาปริมาณยีสต์และรา (A.O.A.C., 2000)

ทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) ที่เติม 10% Tartaric acid ลงไปร้อยละ 1 และบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3-5 วัน โดยไม่ต้องกลับจานเพาะเชื้อ นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน

โคโลนีอยู่ระหว่าง 10-200 โคโลนี บันทึกลงผล หาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับจำนวนได้ แล้วรายงานผลเป็น โคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

4. วิธีการตรวจหาปริมาณ *Staphylococcus aureus* (A.O.A.C., 2000)

- 4.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
- 4.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง Mannitol salt egg yolk (MS-EY) agar หรือ Baird parker agar-EY โดยทำ 2 ซ้ำ/ระดับความเจือจาง
- 4.3 ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วกระจายตัวอย่างให้ทั่วผิวน้ำอาหาร รอจนผิวน้ำอาหารแห้ง กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง
- 4.4 สังเกตลักษณะโคโลนีเฉพาะของ *S. aureus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MS-EY agar จะมีสีขาวเหลือง ขนาดเล็กและมีบริเวณทึบแสง (opaque zone) สีขาวเหลืองรอบ ๆ โคโลนี ส่วนบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird parker agar-EY โคโลนีจะมีจะมีลักษณะกลมขอบเรียบ ขนาด 2-3 มิลลิลิตร มีสีเทาหรือสีดำ โดยสีที่ขอบโคโลนีจะอ่อนกว่าที่ตรงกลางโคโลนี รอบ ๆ โคโลนีมีโซนทึบแสงที่ล้อมรอบด้วยโซนใสอีกชั้นหนึ่ง เมื่อแตะโคโลนีด้วยเข็มเย็บเชื้อจะมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว นำโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวไปทดสอบ coagulase ต่อ
- 4.5 ในการทดสอบ coagulase ให้เลือกโคโลนีที่สงสัยอย่างน้อยชนิดละ 1 โคโลนี ถ่ายลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Brain Heart Infusion (BHI) 0.3 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติม coagulase plasma 0.5 มิลลิลิตร ลงใน BHI ที่บ่มเพาะเชื้อไว้แล้ว อบที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส ใน water bath ตรวจสอบการจับตัว (clot) ทุก ๆ 2 ชั่วโมง สังเกตและบันทึกผล ภายใน 6 ชั่วโมง รายงานผลโดยการคำนวณจากจำนวนโคโลนีที่ให้ผลบวกในการทดสอบ coagulase รายงานผลเป็น CFU/g

5. วิธีการตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มและ *Escherichia coli* (A.O.A.C., 2000)

- 5.1 เตรียมตัวอย่างอาหารเช่นเดียวกับการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
- 5.2 ปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ 1 มิลลิลิตรลงในอาหาร Lauryl sulfate tryptose broth (LST) 10 มิลลิลิตร ที่มีหลอดดักแก๊ส (Durham tube) โดยทำ 3 หลอด/ระดับความเจือจาง
- 5.3 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

5.4 ตรวจสอบผลที่ได้ให้ผลบวก โดยจะเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส (presumptive test)

5.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีแก๊สลงในอาหาร Brilliant green lactose bile broth (BGLB) และ EC broth 10 มิลลิลิตร ที่มีหลอดดักแก๊ส (Durham tube)

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

5.5.2 EC broth นำไปบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.05 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สทั้งหมดในขั้นนี้ (confirm test) นำไปหาค่า MPN ของฟีคัลโคลิฟอร์มจากตาราง MPN

5.6 การตรวจหา *E. coli*

5.6.1 ใช้ลูปเขี่ยเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในข้อ 5.5.2 มา streak ลงบนอาหาร Eosin methylene blue (EMB) agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.6.2 เลือกโคโลนีที่มีสีเข้มคล้ำ อาจมีเงาโลหะหรือไม่มีก็ได้ ถ่ายเชื้อลงในอาหาร PCA-slant บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5.6.3 ทดสอบปฏิกิริยา IMViC ได้แก่

Indole production (Indole test) ทำโดยถ่ายเชื้อจาก PCA-slant ลงใน Tryptose broth บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบการสร้างอินโดล โดยเติม Kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอด ถ้าเกิดสีชมพูหรือสีแดงที่ผิวหน้าแสดงว่าให้ผลบวก

Voges-Proskauer reactive compounds (VP test) ทำโดยถ่ายเชื้อจาก PCA-slant ลงใน MR-VP medium บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดขนาด 13x100 มม. เติม 0.6 มิลลิลิตรของ alpha-naphthol ในสารละลายแอลกอฮอล์ และ 0.2 มิลลิลิตรของสารละลาย creatinine-KOH ลงไป เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ้ามีสีชมพูแดงเกิดขึ้นแสดงว่าให้ผลบวก

Methyl red reactive compounds (MR test) นำ MR-VP medium ที่เหลือจากการทำ VP test ไปบ่มต่ออีกที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นเติมสารละลายเมทิลเรดลงไป 5 หยด ถ้าเกิดสีแดงแสดงว่าให้ผลบวก ถ้าเกิดสีเหลืองแสดงว่าให้ผลลบ

Citrate utilization ทำโดยถ่ายเชื้อจาก PCA-slant ลงบนอาหาร Simmon citrate agar บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลบวกให้สีน้ำเงิน

5.6.4 ย้อมสีแบบแกรม (Gram stain) เพื่อดูการติดสี

5.6.4 คำนวณค่า MPN ของ *E. coli* ต่อกรัมของอาหารจากหลอดที่ทดสอบแล้วว่าไม่มีแบคทีเรียรูปท่อน แกรมลบ และได้ผลการทดสอบ IMViC เป็น +++ หรือ ++

6. วิธีการตรวจหา *Salmonella* sp. (A.O.A.C., 2000)

6.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธี aseptic technique ลงในถุง stomacher เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ Lactose broth (LB) ลงไป 225 มิลลิลิตร ตีผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที ด้วยเครื่องตีผสม รัดปากถุงด้วยหนังยาง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6.2 ใช้ปิเปตถ่ายเชื้อจาก LB มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite cystine broth (SC) และ Tetrathionate broth (TT) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6.3 เชื้อจาก TT และ SC มา streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose lysine desoxycholate agar (XLD) และ Bismuth Sulfite agar (BSA) บ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

6.4 ตรวจดูลักษณะโคโลนีของ *Salmonella* sp. ซึ่งบน XLD โคโลนีจะมีสีชมพู อาจมีหรือไม่มีสีดำตรงกลางโคโลนี โดยมากมักมีสีดำขนาดใหญ่อยูตรงกลาง หรือ มีสีโคโลนีเกือบดำทั้งโคโลนี บางชนิดโคโลนีมีสีเหลือง ตรงกลางโคโลนีอาจมีหรือไม่มีสีดำส่วนบน BSA โคโลนีจะมีสีน้ำตาล เทา หรือดำ บางครั้งมี metallic sheen อาหารบริเวณรอบ ๆ มักเป็นสีน้ำตาลในตอนแรก แล้วเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อบ่มไว้นานขึ้น *Salmonella* บางชนิดให้โคโลนีสีเขียว และอาหารเลี้ยงเชื้อที่อยู่รอบ ๆ มีสีเข้มหรือไม่เปลี่ยนสี เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

6.5 การทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี โดยเชื้อจากโคโลนีที่มีลักษณะของ *Salmonella* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Triple sugar iron agar (TSI) และ Lysine iron agar (LIA) บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บน TSI เชื้อ *Salmonella* จะให้ผล slant เป็นสีแดง (เกิดต่าง) และ butt เป็นสีเหลือง (เกิดกรด) อาจมีสีดำและเกิดแก๊สถ้ามีการสร้าง H_2S ส่วนบน LIA ถ้าใช้ *Salmonella* อาหารเลี้ยงเชื้อยังมีสีม่วงเหมือนเดิม อาจมีสีดำและเกิดแก๊สถ้ามีการสร้าง H_2S จากนั้นเชื้อจาก TSI มา streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Mac Conkey's agar แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลักษณะของ *Salmonella* บน Mac Conkey's agar คือ โคโลนีไม่มีสี บางครั้งมีสีเข้มตรงกลาง ทำการเชื้อเชื้อที่มีลักษณะของ *Salmonella* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Urea broth และ Tryptophan broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้าใช้ *Salmonella* ใน Urea broth อาหารจะไม่เปลี่ยนสี ส่วนใน Tryptophan broth เมื่อเติม Kovac's reagent ลงไป 0.4-0.6 มิลลิลิตรแล้ว อาหารจะไม่เปลี่ยนสี

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

6.7 รายงานผลว่าพบหรือไม่พบ *Salmonella* sp. ในตัวอย่าง 25 กรัม

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

7.1 เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

7.2 ปิเปตต์ตัวอย่างที่ทำการเจือจางแล้วปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าที่แห้งของอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptose sulfite cycloserine egg yolk (TSC-EY) agar หรือ Shahidi ferguson perfringens (SFP) agar แล้วเกลี่ยให้ทั่วผิวอาหาร

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

7.4 นับโคโลนีสีดำ มีบริเวณทึบแสงสีขาว (opaque white zone) นำมาทดสอบยืนยัน

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

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

7.5.2 Stab ลง Lactose gelatin medium บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *C. perfringens* สามารถเฟอร์เมนแล็กโทส เกิดฟอง และมีกรดเกิดขึ้น ทำให้อาหารเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลืองและมีเอนไซม์ย่อยเจลาตินได้ ทดสอบได้โดยการแช่หลอดในน้ำแข็ง นานประมาณ 30 นาที เจลาตินที่ถูกย่อยสลายแล้วจะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง

7.6 รายงานว่าพบหรือไม่พบ *C. perfringens*

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวสิริโชค วงศ์ศรีไพศาล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 2 มิถุนายน 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดสุรินทร์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนผู้ช่วยสอนจากภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร