



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการปลาสามสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

โดย อาจารย์ ดร. มาโนชญ์ สุนธิ์วัฒนานนท์ และคณะ

พฤษภาคม 2551

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ปลาส้มสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. อาจารย์ ดร.มาโนชญ์ สุธีรพัฒนานนท์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียัณณ์ รอดทอง

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สาขาวิชาจุลชีววิทยา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Executive summary

จากการเข้าเยี่ยมชมและเก็บตัวอย่างปลาสดที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าแต่ละแห่งใช้ชนิดของปลา ปริมาณ และสูตรส่วนผสมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปลาสดที่ได้มีคุณภาพทางเคมี ประสาทสัมผัสที่แตกต่างกัน เมื่อทำการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และราที่มีปริมาณเกินกว่าที่มาตรฐานเลขที่ มอก.34 กำหนด และพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารในกลุ่ม Coliform bacteria (Coliforms) และ *Escherichia coli* ในตัวอย่างปลาสดร้อยละ 88 และ 77 ตามลำดับ และพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคลในกลุ่ม *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างปลาสดร้อยละ 24 และ 59 ตามลำดับ ในขณะที่จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมักปลาสด คือ จุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก ซึ่งพบปริมาณในช่วง 6.5966 ถึง 8.7364 logCFU/กรัม ชนิดที่พบเด่นคือ *Lactobacillus brevis*, *Weissella confusa* (*Lactobacillus coprophilus*), *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* (*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 2), *Pediococcus pentosaceus* และ *Pediococcus damnosus* เมื่อนำข้อมูลที่ได้ศึกษามาใช้ในการพัฒนากรรมวิธีผลิตปลาสดให้มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ พบว่าปลาที่เหมาะสมสำหรับการหมักปลาสด ได้แก่ ปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ และปลาซิว จากการทดลองหมักปลาสดปลาตะเพียนโดยใช้เกลือเคี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่แยกได้จากการเก็บตัวอย่างปลาสดที่มีชื่อเสียง และจากการทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการจำนวน 28 สายพันธุ์ คณะผู้วิจัยได้พัฒนาจนกระทั่งได้สูตรเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกสำหรับการหมักปลาสดจำนวน 4 สูตร คือ เกลือผสม SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยใช้ระยะเวลาในการหมักเพียง 2 วัน อีกทั้งไม่พบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* และลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์เมื่อเทียบกับการหมักโดยไม่เติมเกลือ (Control) เมื่อทำการศึกษากรรมวิธีการสลายก้าง พบว่าการให้ความร้อนและความดันสูงแก่ปลาสดทอดในภาชนะปิดสนิทนาน 45 นาทีสามารถทำให้ก้างปลานิ่ม และได้รับความยอมรับจากผู้บริโภคสูง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ปลาสดดังกล่าวมีอายุการเก็บนานถึง 64.2 สัปดาห์ (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) เมื่อใช้เกลือ 2 ใน 4 สูตรสำหรับการหมักปลาตะเพียนเพื่อผลิตปลาสดก้างนิ่มพร้อมรับประทาน พบว่าการใช้เกลือ SUT1 และ SUT2 ได้คะแนนความยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด

บทคัดย่อ

การเข้าเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสำที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 11 แห่ง พบว่าปลาที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาสำ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ปลาสำที่ผลิตจากปลาตะเพียน และปลาสำที่ไม่ได้ผลิตจากปลาตะเพียน ได้แก่ ปลานวลจันทร์ ปลาจิ้น และปลายี่สก ส่วนขั้นตอนการผลิตในการหมักปลาสำตัวประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการเตรียมปลา ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม คือ กระเทียมและข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวสุก ขั้นตอนการผสมปลากับส่วนผสม และขั้นตอนการบรรจุและการหมัก ในส่วนของสูตรส่วนผสมประกอบด้วย 4 ส่วนผสมหลัก คือ ปลา กระเทียม เกลือ และข้าวสุก ในอัตราส่วนร้อยละ 58.32-84.04, 4.20-29.15, 0.76-6.67 และ 6.67-15.75 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของปลาสำ 17 ตัวอย่าง ร่วมกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 13 ตัวอย่าง พบว่าปลาสำที่ได้รับ การยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคสูงมีค่าความเป็นกรด-ด่างช่วง 4.46-4.85 ปริมาณกรด ทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ช่วงร้อยละ 0.82-1.44 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ไม่เกินร้อยละ 4.00 โดยน้ำหนัก การศึกษาทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างปลาสำที่มีอายุหมัก 3 วัน จำนวน 17 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง 16 แห่ง พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 6.8228 ถึง 8.7202 logCFU/กรัม และยีสต์และราอยู่ในช่วง 4.3010 ถึง 8.1931 logCFU/กรัม ตัวอย่างปลาสำร้อยละ 88 ที่พบการปนเปื้อนของ Coliform bacteria (Coliforms) ซึ่งมีค่า MPN ในช่วง 9 ถึง >1100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตัวอย่างร้อยละ 77 พบการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* เมื่อตรวจสอบในขั้นยืนยันผลและวิเคราะห์ชนิดพบว่าคือ *E. coli*, *Enterobacter* sp. (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Enterobacter aerogenes* และ *Enterobacter cloacae*), *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella* sp. และ *Citrobacter* sp. และพบแบคทีเรียแกรมลบชนิดอื่นอีกคือ *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Erwinia* sp. และ *Serratia* sp. ผลการตรวจหา *Salmonella* spp. ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสำ พบตัวอย่างปลาสำร้อยละ 24 ให้ผลบวกของการทดสอบขั้นต้น แต่เมื่อทดสอบในขั้นยืนยันและวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียพบว่าเป็น *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella* sp., *Pantoea* sp. และ *Proteus mirabilis* ส่วน *Staphylococcus aureus* พบปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสำร้อยละ 59 มีทั้ง *S. aureus*, *S. caprae*, *S. haemolyticus*, *S. sciuri*, *S. xylosum*, *S. simulans* และพบ *Micrococcus* sp. สำหรับการตรวจหาจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมักปลาสำในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก พบปริมาณในช่วง 6.5966 ถึง 8.7364 logCFU/กรัม ซึ่งชนิดที่พบเด่นคือ *Lactobacillus brevis*, *Weissella confusa* (*Lactobacillus coprophilus*), *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* (*Leuconostoc*

mesenteroides subsp. *mesenteroides*/ *dextranicum* 2), *Pediococcus pentosaceus* และ *Pediococcus damnosus*

การศึกษาและพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาหมึกในหึ่งปฏิบัติการให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ ได้พัฒนาสูตรส่วนผสมที่ประกอบด้วยปลาสด เกลืออนาโมย กระเทียม และข้าวเจ้าสุกในปริมาณ 2.00, 0.15, 0.20 และ 0.40 กิโลกรัม ตามลำดับ ทำให้ได้ปลาหมึกที่มีคุณลักษณะด้านรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ทั้งที่หมักอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส และพบว่าปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ และปลาสวายเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการหมักปลาหมึกด้วยสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมข้างต้น เมื่อใช้เวลาหมัก 3 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นได้พัฒนาสูตรกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกสำหรับกระบวนการหมักปลาหมึก โดยทดลองใช้กล้าเชื้อเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จำนวน 28 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์เฉพาะของ *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* และ *Lactococcus lactis* ให้ผลผลิตภัณ์ปลาหมึกที่มีแนวโน้มในทางที่มีคุณภาพดี จึงได้พัฒนาสูตรกล้าเชื้อผสมและสามารถสรุปสูตรที่เหมาะสมได้ 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ประกอบด้วยสายพันธุ์เฉพาะของ *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus pentosaceus* สูตรที่ 2 ประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Leuconostoc mesenteroides* สูตรที่ 3 ประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* และ *Lactobacillus brevis* และสูตรที่ 4 ประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Lactococcus lactis* ที่ให้ผลผลิตภัณ์ปลาหมึกที่ผู้บริโภคยอมรับตั้งแต่หมักได้ 2 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และพบการปนเปื้อนของ Coliforms และ *E. coli* น้อยกว่าอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาหมึกที่หมักโดยอาศัยจุลินทรีย์จากธรรมชาติ และไม่พบการปนเปื้อนทั้ง *Salmonella* spp. และ *S. aureus*

การศึกษาระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่มีผลต่อก้างฝอยของปลาตะเพียนในระบบจำลอง พบว่าระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันที่เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงมีผลให้ก้างปลาเกิดความสึกกร่อนมากขึ้น ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นของเกลือกลับช่วยลดความสึกกร่อนและเสียหายของก้างปลาได้ เมื่อนำปลาหมึกทอดไปบรรจุกระป๋องและผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนาน 45, 60 และ 75 นาที เพื่อสลายก้าง พบว่าปลา ข้าว และกระเทียมมีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความดันเพิ่มขึ้น ในขณะที่คุณภาพทางเคมีของปลาหมึกที่ทอดหลังผ่านกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยปลาหมึกทอดบรรจุกระป๋องที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที ได้คะแนนความยอมรับโดยรวมสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับปลาหมึกทอดที่ไม่ผ่าน และผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 60 และ 75 นาที จากการทดสอบความยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่ผลิตจากปลาหมึก ปลาตะเพียนที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก จำนวน 2 สูตร (SUT1 และ SUT2) และหมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ (Control) เป็นเวลา 2 วัน โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับปลาสามก้านนี้พร้อมรับประทานที่ผลิตจากการหมักปลาตะเพียนด้วยกล้าเชื้อ SUT1 และ SUT2 สูงกว่าปลาสามก้านที่หมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ (Control) อายุการเก็บของปลาสามก้านสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่บรรจุกระป๋อง ด้วยวิธี Accelerated Shelf life Testing (ASLT) โดยใช้การวัดความหืนจากค่า TBA ไม่เกิน 2.33 mg/MDA kg ร่วมกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าการเก็บปลาสามก้านสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บ 82.3, 64.2, 39.5 และ 24.0 สัปดาห์ ตามลำดับ

Abstract

Having visited 11 well-known pla-som production sites in the northern, the central, and the northeastern regions in Thailand, it was clear that two types of fish were used as raw materials in pla-som production; common silver barb (*Puntius gonionotus*) and non-silver barb such as small scale mud carp (*Cirrhina microlepis*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), and rohu (*Labeo rohita*). Surveyed processes of pla-som production had four important steps-cleaning of fish, ingredients preparation (garlic and cooked rice or sticky rice), mixing of fish and ingredients, and packing and fermentation. Typical chemical compositions for the surveyed pla-som were 58.32-84.04% fish, 4.20-29.15% garlic, 0.76-6.67% salt, and 6.67-15.75% cooked rice by weight. Based on chemical analysis of 17 samples and sensory test of 13 samples by trained panelists, pla-som that was regarded as highly acceptable had pH in the range of 4.46-4.85, acidity as lactic acid from 0.82-1.44% and no more than 4% of salt. For the microbiological investigation of 17 plaa-som samples fermented for 3 days and collected from 16 well-known production sources in Thailand, it was found that the average numbers total viable counts, and yeasts and molds were in the range of 6.8228 to 8.7202 and 4.3010 to 8.1931 logCFU/g, respectively. Plaa-som samples in the proportion of 88% were contaminated with coliform bacteria (coliforms) at the MPN values of 9 to >1100 per g of sample, and 77% with *Escherichia coli*. When the positive presumptive test for coliforms were confirmed, and pure isolates were identified, *E. coli*, *Enterobacter* sp. (particularly *Enterobacter aerogenes* and *Enterobacter cloacae*), *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella* sp. and *Citrobacter* sp. as well as other Gram-negative bacteria belonging to *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Erwinia* sp. and *Serratia* sp. were detected. For the preliminary detection of *Salmonella* spp., plaa-som samples in the proportion of 24% give positive results, but selected bacterial isolates from the positive results were confirmed as species of other genera belonging to *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella* sp., *Pantoea* sp. and *Proteus mirabilis*. *Staphylococcus aureus* were also detected in 59% of plaa-som samples. Other bacterial species including *S. caprae*, *S. haemolyticus*, *S. sciuri*, *S. xylosus*, *S. simulans* and *Micrococcus* sp., were also detected from the *S. aureus* detection step. Lactic acid bacteria, the bacterial group having been reported to play important roles for plaa-som fermentation, were detected at high density (6.5966-8.7364 logCFU/g). The dominant lactic acid bacterial isolates found were identified as *Lactobacillus brevis*, *Weissella confuse* (*Lactobacillus coprophilus*), *Lactobacillus*

plantarum, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* (*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 2), *Pediococcus pentosaceus*, and *Pediococcus damnosus*.

To obtain the plaa-som product coping with the consumer desire, optimal conditions for fermentation process were investigated. Ingredients: sanitary salt, garlic, and cooked rice (0.15, 0.20 and 0.40 kg respectively) added to 2 kg of fresh fish with incubating at both 25 and 30°C, could provide the best quality of plaa-som according to its chemical, physical, and sensory qualities. Three fresh fish varieties: common silver barb (*Puntius gonionotus*, small scale mud carp (*Cirrhina microlepis*), and striped catfish (*Pangasius sutchi*), were found to be the suitable raw materials for plaa-som production using the ingredients optimized with incubating at 30°C for 3 days. Plaa-som prepared by inoculating the single starter culture selected from 28 dominant isolates of different strains of lactic acid bacteria obtained were performed. Specific strains of *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides*, and *Lactococcus lactis* provided the tendency of high plaa-som quality. Mixed starter cultures were then developed. Four formulas of mixed lactic acid bacterial cultures were found to be suitable for plaa-som production. These formulas consisted of (1) specific strains of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus*; (2) specific strains of *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* and *Leuconostoc mesenteroides*; (3) specific strains of *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus brevis*; and (4) specific strains of *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* and *Lactococcus lactis*. The starter cultures could reduce fermentation time from 3 to 2 days, and obviously reduce the numbers of coliforms and *E. coli* contaminated in the fermented fish products compared to the product without starter culture inoculation. None of *Salmonella* spp. and *S. aureus* were also detected in the fermented products.

Study of the influence of high pressure and heat on fish bone strength of common silver bard suggested that long time and high heat in combination of low pH reduce the strength of intermuscular bone, ribs, and vertebrae significantly. However, high concentration of salt maintained the structure of the bone. Deep-fried pla-som that had been cooked at 121°C and under pressure at 15 lb/in² for 45, 60, and 75 minutes to disintegrate the bone showed darker browning as the cooking time increased. However, little has changed on chemical properties. Using deep-fried pla-som without high pressure cooking as a control, the sample cooked for 45 minutes received highest score in sensory test. Pla-som fermented with bacterial culture SUT1 and SUT2 for 2 days also received higher score from 50 untrained people than the one fermented with indigenous culture. According to accelerated shelf life testing (ASLT) method, deep-fried pla-som packed in metal cans kept at 4, 25, 35, and 45°C had

shelf-life of 82.3, 64.2, 39.5, and 24.0 weeks, respectively. The criteria used as a shelf-life cut off was rancidity measured in TBA value not greater than 2.33 mg/MDA kg in conjunction with overall sensory scores and microbiological test.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
Executive Summary	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	จ
สารบัญเรื่อง	ซ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	4
บทที่ 3 การเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสามและเก็บตัวอย่างปลาสามที่ได้จากแหล่งผลิตในภาคเหนือ กลาง และตะวันออกเฉียงเหนือ	16
บทที่ 4 การศึกษาคุณภาพทางเคมี และประสาทสัมผัสของปลาสามจากการเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสาม ที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในท้องตลาดในภาคเหนือ กลาง และตะวันออกเฉียงเหนือ	31
บทที่ 5 การศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาสาม	65
บทที่ 6 การศึกษาและพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาสามให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ ผู้บริโภคต้องการ	128
บทที่ 7 การศึกษากรรมวิธีการผลิตปลาสามกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน	260
บทที่ 8 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และการศึกษาอายุการเก็บของปลาสามสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน	294
บทที่ 9 บทสรุป	317
บทที่ 10 บรรณานุกรม	325
บทที่ 11 ภาคผนวก	331

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	รหัสตัวอย่างปลาสดปลาตะเพียนที่เก็บจากแหล่งผลิตและตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	29
3.2	รหัสตัวอย่างปลาสดปลานวลจันทร์ และปลาจีนที่เก็บจากแหล่งผลิต และตลาดสดในภาคเหนือ และภาคกลาง	30
4.1	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์กลุ่มปลาสดปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	39
4.2	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์กลุ่มปลาสดที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	43
4.3	คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาสดดิบในกลุ่มปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	46
4.4	คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาสดดิบในกลุ่มปลาที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง และจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	47
4.5	คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาสดทอดในกลุ่มปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	56
4.6	คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาสดทอดในกลุ่มปลาที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง และจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	57
5.1	รายละเอียดผลิตภัณฑ์ปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในท้องตลาด	75
5.2	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในท้องตลาดและการวิเคราะห์ทางสถิติ	78
5.3	ค่า MPN จากการตรวจวิเคราะห์ Coliforms และ <i>E. coli</i> ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาสดหมักได้ 3 วัน ที่ผลิตจากแหล่งที่ได้รับความนิยมสูงจากผู้บริโภคในปัจจุบันจำนวน 17 ตัวอย่างจาก 16 แหล่งผลิต	85
5.4	แบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms และ <i>E. coli</i> ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า	88
5.5	แบคทีเรียในกลุ่ม <i>Salmonella</i> spp. ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า	90
5.6	แบคทีเรียในกลุ่ม <i>Staphylococcus aureus</i> ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า	103
5.7	แบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการและให้การยอมรับ 7 อันดับแรก จากตัวอย่างปลาสดที่ศึกษา 17 ตัวอย่าง	114

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6.1	ส่วนผสมของวัตถุดิบเพื่อหมักให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาสำจากปลาตะเพียนที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภครต้องการ	130
6.2	ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยของผลิตภัณฑ์ปลาสำจากปลาตะเพียนที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 3 วัน	140
6.3	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียกรดเล็กน้อยที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาหมักจากการใช้ปลาตะเพียนเป็นวัตถุดิบ	141
6.4	ส่วนผสมของวัตถุดิบเพื่อหมักให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาสำจากปลาตะเพียนขาวที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภครต้องการ (การหมักปลาสำที่มีการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ครั้งที่ 2)	142
6.5	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียกรดเล็กน้อย ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปลาสำที่หมักจากการใช้ปลาตะเพียนเป็นวัตถุดิบ (การหมักที่มีการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ครั้งที่ 2)	143
6.6	ส่วนประกอบของปลาสำสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองทำการหมักเพื่อปรับสูตรส่วนผสมครั้งที่ 1	145
6.7	ส่วนประกอบของปลาสำสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองทำการหมักเพื่อปรับสูตรส่วนผสมครั้งที่ 2	146
6.8	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสำหมักจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบระยะเวลาหมักต่างกัน	149
6.9	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสำหมักจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบชนิดของปลา	150
6.10	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสำทอด (ปลา 5 ชนิด) โดยประมาณในภาพรวมของผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 13 คน	151
6.11	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดเล็กน้อย ของผลิตภัณฑ์ปลาสำหมักจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบระยะเวลาหมักต่างกัน	164
6.12	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดเล็กน้อยของผลิตภัณฑ์ปลาสำหมักจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบชนิดของปลา	165
6.13	แบคทีเรียกรดเล็กน้อยชนิดเด่นที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสำที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ	167
6.14	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสำหมักในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส	171
6.15	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียกรดเล็กน้อยที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสำหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส (เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์เมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้น) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียกรดเล็กน้อยที่สำรวจพบในผลิตภัณฑ์	173

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6.16	ปลาส้มหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส (เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ระยะหมักเดียวกันของปลาหมัก 2 อุณหภูมิหมัก)	174
6.17	รายชื่อสายพันธุ์ รหัส และแหล่งที่มาของแบคทีเรียเล็กดิกชนิดเด่นที่เลือกเป็นกล้าเชื้อเพื่อทดลองหมักปลาส้มในห้องปฏิบัติการ	175
6.18	คุณภาพทางเคมีของปลาส้มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดิกของการหมักชุดที่ 1 และ 2 เป็นระยะเวลา 0 วัน	179
6.19	คุณภาพทางเคมีของปลาส้มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดิกของการหมักชุดที่ 1 และ 2 เป็นระยะเวลา 4 วัน	180
6.20	คุณภาพทางเคมีของปลาส้มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดิกของการหมักชุดที่ 3 และ 4 เป็นระยะเวลา 0 วัน	183
6.21	คุณภาพทางเคมีของปลาส้มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดิกของการหมักชุดที่ 3 และ 4 เป็นระยะเวลา 3 วัน	184
6.22	คุณภาพทางเคมีของปลาส้มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดิกของการหมักชุดที่ 3 และ 4 เป็นระยะเวลา 4 วัน	185
6.23	คุณภาพทางเคมีของปลาส้มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดิกของการหมักชุดที่ 1-4 เป็นระยะหมัก 0 วัน	187
6.24	คุณภาพทางเคมีของปลาส้มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดิกของการหมักชุดที่ 1-4 เมื่อระยะเวลา 4 วัน	188
6.25	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กดิกที่ตรวจพบในการหมักปลาส้มชุดที่ 1-2 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลามัก 0 วัน	191
6.26	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กดิกที่ตรวจพบในการหมักปลาส้มชุดที่ 1-2 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลามัก 4 วัน	192
6.27	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กดิกที่ตรวจพบในการหมักปลาส้มชุดที่ 3-4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลามัก 0 วัน	195
6.28	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กดิกที่ตรวจพบในการหมักปลาส้มชุดที่ 3-4 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลามัก 3 วัน	196
6.29	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กดิกที่ตรวจพบในการหมักปลาส้มชุดที่ 3-4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลามัก 4 วัน	197

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6.30	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กดึกที่ตรวจพบในการหมักปลาซึ่มชุดที่ 1-4 ระยะเวลาหมัก 0 วัน	200
6.31	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และจำนวนแบคทีเรียเล็กดึกที่ตรวจพบในการหมักปลาซึ่มทั้ง 34 เชื้อ ระยะเวลาหมัก 4 วัน	201
6.32	คุณภาพทางเคมีของปลาซึ่มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดึกแบบเชื้อผสม (MIX 1 และ MIX 2) โดยเปรียบเทียบในแต่ละวันของการหมัก	204
6.33	คุณภาพทางเคมีของปลาซึ่มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดึกแบบเชื้อผสม โดยเปรียบเทียบระหว่าง MIX1 ระหว่าง MIX2	204
6.34	คุณภาพทางเคมีของปลาซึ่มที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1	210
6.35	คุณภาพทางเคมีของปลาซึ่มที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดเล็กดึกแบบผสม (SUT1-4) ครั้งที่ 2	211
6.36	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มดิบที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 1 วัน	232
6.37	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มดิบที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 2 วัน	233
6.38	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มดิบที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 3 วัน	234
6.39	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มดิบที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 4 วัน	235
6.40	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มดิบที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 5 วัน	236
6.41	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มทอดที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 1 วัน	237
6.42	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มทอดที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 2 วัน	238
6.43	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาซึ่มทอดที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดเล็กดึก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 3 วัน	239

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6.44	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดที่เติมกลิ่นเนื้อของเบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 4 วัน	240
6.45	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดที่เติมกลิ่นเนื้อของเบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 5 วัน	241
6.46	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดที่เติมกลิ่นเนื้อเบคทีเรียกรดแล็กติกแบบผสม (SUT1-4) ครั้งที่ 2 ระยะเวลาหมักวันที่ 2	246
6.47	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดที่เติมกลิ่นเนื้อเบคทีเรียกรดแล็กติกแบบผสม ครั้งที่ 2 ระยะเวลาหมัก 2	247
6.48	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และเบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในปลาสดที่หมักด้วยกลิ่นเนื้อของเบคทีเรียกรดแล็กติก โดยเปรียบเทียบระยะเวลาหมัก	249
6.49	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และเบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในปลาสดที่หมักด้วยกลิ่นเนื้อของเบคทีเรียกรดแล็กติก โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง MIX1 และ MIX 2	249
6.50	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และเบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาสดที่เติมกลิ่นเนื้อของเบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1	252
6.51	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และเบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาสดที่เติมกลิ่นเนื้อของเบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 2	253
6.52	ค่า MPN จากการตรวจวิเคราะห์ Coliforms และ <i>E. coli</i> ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาสดหมักในห้องปฏิบัติการที่หมักได้ 3 วัน	254
6.53	เบคทีเรียปนเปื้อนที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาสดอายุหมัก 3 วัน ที่หมักในห้องปฏิบัติการ โดยใช้กลิ่นเนื้อเบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4) และที่ไม่เติมกลิ่นเนื้อ (Control)	255
7.1	คุณภาพทางเคมีของปลาสดที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วันและ 7 วัน	279
7.2	คุณภาพทางเคมีของปลาสดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที	279
7.3	คะแนน QDA ปลาสดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลาต่าง ๆ	284
7.4	คุณภาพทางเคมีของปลาสดสำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	287
7.5	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 50 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาสดสำเร็จรูป	291

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
7.6	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ และในปลาสำหรับทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	292
8.1	คุณภาพทางเคมีของปลาสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	301
8.2	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูปเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	311
8.3	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูปเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	312
8.4	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูปเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	313
8.5	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูปเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	314
8.6	ค่าคงที่ (k) และ ค่า Regression coefficient (R^2) ของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ของคุณภาพทางเคมีในปลาสำเร็จรูป	315

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการผลิตปลาต้ม	6
3.1 ตัวอย่างการเตรียมวัตถุดิบปลาและส่วนผสมอื่น ๆ จากแหล่งผลิตที่เข้าเยี่ยมชม	26
3.2 ตัวอย่างการคลุกเคล้าวัตถุดิบปลากับส่วนผสมอื่น ๆ และการหมักปลาต้มจากแหล่งผลิตที่เข้าเยี่ยมชม	27
4.1 ลักษณะของตัวอย่างปลาต้มดิบ และปลาต้มทอดที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส	51
4.2 การจัดรูปแบบการทดสอบทางประสาทสัมผัส	52
5.1 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของจุลินทรีย์ที่พบจากตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ	79
5.2 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของยีสต์และราที่พบจากตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ	80
5.3 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms ที่เจริญบนอาหาร EMB agar ซึ่งแยกได้จากตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย	91
5.4 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร MacConkey agar จากการตรวจหา Coliforms, <i>E. coli</i> และ <i>Salmonella</i> spp. ในตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย	94
5.5 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร Bismuth sulfite agar จากการตรวจหา <i>Salmonella</i> spp. ในตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย จากการใช้ XLD agar ในขั้นต้นแล้ว	98
5.6 ตัวอย่างรูปร่างของเซลล์ของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms ที่แยกได้จากตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย	99
5.7 ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีตามระบบ API 20E (bioMérieux, Inc.) ของแบคทีเรียชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาต้มที่ผลิตจากต่างแหล่งผลิต (E23, E24, X15, X23, และ X33 จากแหล่งผลิต 2 แหล่ง ในภาคกลาง และ X28 จากภาคเหนือ) และให้ผลการระบุชนิดเช่นเดียวกันคือ <i>Klebsiella pneumoniae</i>	100
5.8 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร Baird-Parker agar จากการตรวจหา <i>Staphylococcus aureus</i> ในตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย	104
5.9 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่พบจากตัวอย่างปลาต้มจากแหล่งผลิต ที่เจริญบนอาหาร Trypticase soy agar และคัดเลือกจากลักษณะ โคโลนีของ <i>Staphylococci</i>	105

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.10	ตัวอย่างรูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ของ Staphylococci ที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย	106
5.11	ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียด้วยระบบ API STAPH (bioMérieux, Inc.) ซึ่งแบคทีเรียที่ทดสอบเป็นชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาสดที่ผลิตจากต่างแหล่งผลิต (B41, E24, B69, B89, B95 และ B18 จากแหล่งผลิต 4 แหล่ง ในภาคเหนือ และ B54 จากภาคกลาง) และได้จากวิธีการตรวจหา <i>Staphylococcus aureus</i>	107
5.12	ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียเล็กดึกที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาแบคทีเรียโดยใช้อาหาร MRS agar	109
5.13	ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียเล็กดึกที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเหนือ เมื่อตรวจหาแบคทีเรียโดยใช้อาหาร MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO ₃	111
5.14	ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดเล็กดึกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO ₃ ในอาหารบางจานเลี้ยงเชื้อ) และเป็นไอโซเลตเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง	116
5.15	ตัวอย่างรูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ของแบคทีเรียกรดเล็กดึกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง (ย้อมสีเซลล์แบคทีเรียแบบ Gram stain และถ่ายภาพจาก Light microscope กำลังขยาย 1,000 เท่า)	120
5.16	ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีตามระบบ API 50CH/CHL (bioMérieux, Inc.) ของแบคทีเรียกรดเล็กดึกชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาสด	123
6.1	การเตรียมวัตถุดิบเพื่อทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ	153
6.2	การทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ	155
6.3	ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 1 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด	157
6.4	ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 2 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด	158
6.5	ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 3 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด	159
6.6	ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 4 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด	160
6.7	ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 5 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด	161

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
6.8	ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 ในอาหารบางจานเลี้ยงเชื้อ) และแยกได้จากปลาสดที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ	168
7.1	กระบวนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของก้างปลาตะเพียนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง	262
7.2	กระบวนการผลิตปลาสดก้างนิ่มพร้อมรับประทาน	263
7.3	การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภายในของก้างปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด	269
7.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภายในของก้างฝอยปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์	270
7.5	การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภายในของก้างปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด	272
7.6	ลักษณะปรากฏของปลาสดดิบ ปลาสดทอด และปลาสดทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันที่ระยะเวลาต่าง ๆ	274
7.7	ปลาสดดิบ ปลาสดทอดและปลาสดก้างนิ่มสำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	288
7.8	ลักษณะการจัดรูปแบบสำหรับการเสิร์ฟปลาสดก้างนิ่มพร้อมรับประทานเปรียบเทียบกับระหว่างปลาสดที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1 และ SUT2) ปลาสดที่หมักโดยไม่เติมกล้ำ (Control)	291
8.1	ปลาสดก้างนิ่มพร้อมรับประทานบรรจุในกระป๋องเหล็กเคลือบดี	302
8.2	ปริมาณความชื้นของปลาสดสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	303
8.3	ปริมาณความชื้นอิสระ (a_w) ของปลาสดสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	300
8.4	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปลาสดสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	304
8.5	ปริมาณกรดทั้งหมดรูปกรดแล็กติกฐานเปียกของปลาสดสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	305
8.6	ปริมาณกรดทั้งหมดรูปกรดแล็กติกฐานแห้งของปลาสดสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	306
8.7	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ของปลาสดสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	307
8.8	ปริมาณ TBA ของปลาสดสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์	308

บทที่ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปลาสามเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านของไทยที่นิยมทำจากปลาตะเพียน ปลาแคด ปลาสร้อย ปลาเนื้ออ่อน โดยทำการหมักปลากับข้าวสุก กระเทียมบด และเกลือ ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิดประมาณ 2 วัน เพื่อรอจำหน่ายแต่ยังไม่พร้อมรับประทาน ซึ่งเมื่อรวมระยะเวลาการขนส่งและช่วงระยะเวลาจำหน่ายต้องใช้เวลารวมประมาณ 5-7 วัน เพื่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติเฉพาะของปลาสามโดยสมบูรณ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสถานที่เก็บจนเกิดรสเปรี้ยว (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548) ปลาสามที่ขายกันในท้องตลาดมีอายุการรอจำหน่ายค่อนข้างสั้นประมาณ 7-15 วัน ด้วยเหตุผลนี้ราคาของปลาสามจึงค่อนข้างแพงเมื่อผ่านพ่อค้าคนกลาง ผู้ผลิตที่เป็นเกษตรกรไม่สามารถกำหนดราคาผลิตภัณฑ์ปลาสามได้ ถึงแม้ตลาดยังมีความต้องการสูง เนื่องจากว่าต้องขายปลาสามทันทีที่ผลิต ทำให้ตลาดที่รับปลาสามทำการขยายได้ไม่เต็มที่ และต้องอยู่ใกล้กับแหล่งผลิต ปัญหาอีกอย่างหนึ่งก็คือ วัตถุดิบที่ใช้ทำปลาสามที่ผู้บริโภคคุ้นเคยและยอมรับจะเป็นปลาตะเพียนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งตามธรรมชาติของปลาตะเพียนจะมีเนื้อที่มีก้างฝอยเป็นจำนวนมาก ทำให้ยากต่อการรับประทาน นอกจากนี้คุณภาพของปลาสามที่นำมาประกอบอาหารจะค่อนข้างแปรผัน เนื่องจากปลาสามเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุสั้นจึงต้องใช้ทันทีที่ต้องการโดยไม่มีการคำนึงถึงอายุการหมัก ทำให้คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันมาก

จากที่มีรายงานการศึกษาในปี 2543 พบว่าปลาสามที่ผลิตในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีมูลค่ามากกว่า 60 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548) จากนั้นมีรายงานการสำรวจแหล่งผลิตปลาสามเมื่อเดือนพฤษภาคม 2548 พบว่ามีมูลค่ากว่า 250 ล้านบาทต่อปี และมีอัตราการเติบโตค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ประเทศในแถบเอเชียที่มีผลิตภัณฑ์คล้ายปลาสามมีหลายประเทศ ได้แก่ ประเทศฟิลิปปินส์ เรียกว่า “Burong-isda” ประเทศเกาหลี เรียกว่า “Jol-kal” และประเทศญี่ปุ่น เรียกว่า “Funa-shushi” แสดงว่าผลิตภัณฑ์นี้มีศักยภาพในการทำให้เป็นอาหารเศรษฐกิจทั้งตลาดภายในและตลาดต่างประเทศ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

จากการตรวจวิเคราะห์ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่น พบว่าผลิตภัณฑ์ແໝและปลาสามมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียชนิดอีโคไลและยีสต์เกินมาตรฐาน และพบเชื้อซาลโมเนลลาร้อยละ 66.7 (6 ใน 9) (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์, 2547) และจากรายงานของ Valyasevi และ Rolle (2002) เสนอว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสาม ซึ่งเป็นการหมักโดยใช้จุลินทรีย์ตามธรรมชาติมักให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ควรมีการศึกษาเพื่อหาสภาวะการหมักที่เหมาะสมร่วมกับการใช้เกลือ เพื่อให้

ปลาซึ่มที่ได้มีคุณภาพทั้งทางจุลชีววิทยา เคมี กายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส อีกทั้งการยืดอายุ การเก็บซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการควบคุมค่า Aw การควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกัน การหมักเกินเวลา (over fermentation) ซึ่งเป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจาง เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ และผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลง

ก้างฝอยเป็นปัญหาใหญ่ในการรับประทานอาหารที่ทำจากปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ และ ปลาจีน เมื่อรับประทานต้องระมัดระวังก้างฝอยนี้ ทำให้ผู้บริโภคจำนวนหนึ่งลังเลหรือตัดสินใจไม่ บริโภคปลาซึ่ม เนื่องจากกลัวอันตรายจากก้างติดคอ ถึงแม้ว่าสามารถบริโภคได้โดยไม่กลัวอันตรายจาก ก้างฝอย แต่ก็ไม่สะดวกในการบริโภคจำเป็นต้องเลือกก้างออกก่อนขณะบริโภค ดังนั้นการผลิต ปลาซึ่มที่สามารถรับประทานได้ทั้งตัว โดยไม่มีปัญหาเรื่องก้างฝอยจึงเพิ่มโอกาสในการแข่งขันของ ปลาซึ่มและเป็นการเพิ่มปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ด้วย นอกจากนี้ปลาซึ่มที่ผ่านการแปรรูปแล้ว เช่น ปลาซึ่มทอด ควรมีการศึกษาวิธีการบรรจุหีบห่อที่เหมาะสม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เนื้อสัมผัส และกลิ่นรสที่ดีทำให้ไปถึงมือผู้บริโภคที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งผลิตได้

การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมักปลาซึ่ม คุณลักษณะของปลาซึ่มที่ ผลิตได้จากแหล่งต่าง ๆ ที่มีชื่อเสียงในประเทศไทย รวมถึงกรรมวิธีการผลิตปลาซึ่มที่ไม่มีการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ก่อโรคหรือสารพิษจากจุลินทรีย์ และแก้ปัญหาอายุการเก็บของปลาซึ่ม การรักษาคุณภาพทาง ประสาทสัมผัสของปลาซึ่มทั้งที่อยู่ในสภาพหมัก และที่ผ่านการแปรรูปเป็นอาหารสำเร็จรูป แล้วโดย การใช้การแปรรูปอาหารที่เหมาะสม รวมทั้งพัฒนาการบรรจุหีบห่อหลังการแปรรูปเพื่อให้ปลาซึ่มมีอายุ การเก็บและคงคุณภาพสูงสุดที่ผู้บริโภคต้องการ ซึ่งทั้งหมดจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของตลาด และการยอมรับคุณภาพของปลาซึ่มเพิ่มขึ้น

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้จะทำให้ทราบข้อมูลด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทาง ประสาทสัมผัส รวมทั้งจุลินทรีย์ที่สำคัญในกระบวนการหมักปลาซึ่ม อิทธิพลของปัจจัยภายนอกต่อ คุณภาพของปลาซึ่มทั้งระหว่างการหมักและระหว่างการเก็บรักษา วิธีการเก็บรักษาปลาซึ่มให้มีอายุ การเก็บนานขึ้นและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำมาใช้พัฒนาฝีมือขั้นตอนการผลิต ปลาซึ่มที่ลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและปลอดภัยจากก้างฝอย

จากการสำรวจแหล่งผลิตปลาซึ่มพร้อมทั้งเก็บตัวอย่างปลาซึ่มที่ได้รับความนิยมสูงจากผู้บริโภค ในปัจจุบัน พบว่าแต่ละแหล่งผลิตมีกระบวนการหมักปลาที่มีสูตรของส่วนผสมระหว่างปลา ข้าวสุก (มีทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า) กระเทียม และเกลือที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรายได้มา และราคาของวัตถุดิบ ที่หาได้หรือแม้กระทั่งถึงความสะดวกของกระบวนการผลิต บางแห่งมีการปรับเปลี่ยนสูตรเพื่อให้ เหมาะกับสภาวะ และสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งได้นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ประกอบด้วยการวิเคราะห์ ปริมาณเกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยวิธีมาตรฐานของ AOAC นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบทาง ประสาทสัมผัสแบบ Quantitative Descriptive Analysis (QDA) กับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนอย่างดี จำนวน 10 คน ด้านการวิเคราะห์จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาซึ่ม ทำการวิเคราะห์จุลินทรีย์กลุ่มหลักที่ทำ

ให้เกิดกระบวนการหมัก จุลินทรีย์ปนเปื้อนในกลุ่มหลักที่ทำให้เกิดโรคเนื่องจากอาหารและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารตามวิธีมาตรฐานของ AOAC การศึกษาในช่วงนี้ยังได้แยกและเลือกเก็บไอโซเลทของจุลินทรีย์ที่พบเด่นจากปลาสด เพื่อศึกษาบทบาทของจุลินทรีย์นั้น ๆ ต่อกระบวนการผลิตปลาสดที่ได้คุณภาพคงที่ ปลอดภัย และมีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา คุณลักษณะทางเคมี ทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของปลาสดที่ได้รับการคัดเลือกเป็นสินค้าคุณภาพ OTOP และปลาสดที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรม และได้รับความนิยมสูงจากผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารในปลาสด ได้แก่ Coliform bacteria, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus*
3. เพื่อศึกษาและแยกจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตปลาสดคุณภาพและนำมาใช้ในการหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการให้ได้คุณลักษณะตามที่ต้องการ
4. เพื่อศึกษาและพัฒนาปลาสดกึ่งนึ่งสำเร็จรูปโดยการแปรรูปด้วยความร้อนและบรรจุกระป๋อง
5. เพื่อศึกษาและพัฒนาภาชนะบรรจุที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์และการตลาด
6. เพื่อจัดทำระบบการผลิตปลาสดที่มีคุณภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้นที่เป็นรูปธรรม และตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ

- ทราบการปนเปื้อนและสาเหตุการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่มีผลต่อคุณภาพปลาสด
- ได้จุลินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตปลาสดที่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาดและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค
- ได้เทคโนโลยีการผลิตปลาสดกึ่งนึ่งพร้อมบริโภคในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม
- สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและระบบการผลิตที่มีมาตรฐานและความปลอดภัยสู่อุตสาหกรรมทุกระดับ
- ได้องค์ความรู้สู่การกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาสด

ปลาสด หรือ ส้มปลา เป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดหนึ่ง ที่ผลิตมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง เกิดจากการหมักปลาสดที่คัดแต่งทำความสะอาดแล้วกับข้าวเหนียวหนึ่งหรือข้าวสอย (ข้าวสุก) กระเทียม และเกลือ จากนั้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเก็บไว้ 2 วัน เพื่อรอจำหน่ายแต่ยังไม่พร้อมรับประทาน ซึ่งเมื่อรวมระยะเวลาการขนส่งและช่วงระยะเวลาจำหน่ายต้องใช้เวลารวมประมาณ 5-7 วัน ที่จะเป็นปลาสดโดยสมบูรณ์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสถานที่เก็บจนเกิดรสเปรี้ยว (ถ้าอุณหภูมิสูงหรืออากาศร้อนจะใช้เวลาเพียง 2 วัน ในขณะที่การผลิตในฤดูหนาวต้องใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 7 วัน) ในบางท้องถิ่นที่ใช้ข้าวสอยเป็นส่วนผสมมักเรียกปลาสดชนิดนี้ว่า ปลาข้าวสุก (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

ปลาสดแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสด มาตรฐานเลขที่ มผช. 26/2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) คือ

1. ปลาสดตัว เป็นปลาสดที่ทำจากปลาทั้งตัวที่ผ่านการคัดแต่งควักไส้ทำความสะอาดแล้ว
2. ปลาสดชิ้น เป็นปลาสดที่ได้จากเนื้อปลาล้วนที่ผ่านการแล่หรือหั่นขวางเป็นชิ้นใหญ่
3. ปลาสดเส้น เป็นปลาสดที่ทำจากเนื้อปลาล้วนที่หั่นเป็นเส้น และ
4. ปลาสดฟักหรือแหลมปลา เป็นปลาสดที่ทำจากเนื้อปลาล้วนที่บดหรือสับ

วัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการผลิตปลาสด ประกอบด้วย

1. ปลาสด ปลาน้ำจืดที่นำมาใช้ในการผลิตปลาสด คือ ปลาตะเพียน และปลาทูน่า ปัจจุบันจำนวนปลาตะเพียนที่ผลิตได้ในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีน้อยลง จึงใช้ปลาจีน ปลาสร้อย ปลานวลจันทร์ มาเป็นวัตถุดิบแทนปลาตะเพียน แต่นิยมทำเป็นปลาสดชิ้นมากกว่าปลาสดตัว ปลาสดที่ดีควรมีสีชมพู เนื้อแน่น และรสชาติดี

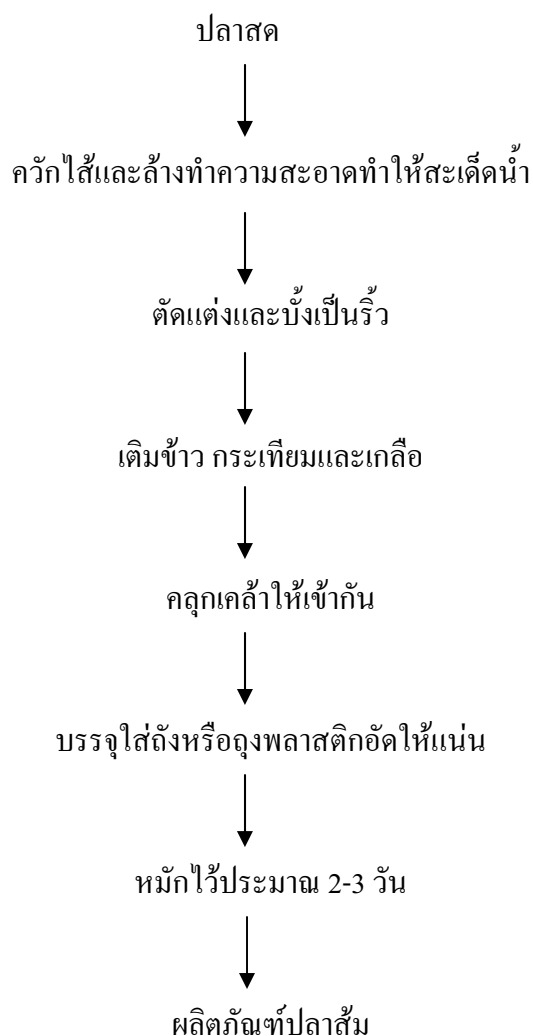
2. เกลือ มักใช้เกลือสมุทรป่นสะอาดมีความเค็มสูง บางแห่งอาจใช้เกลือสินเธาว์ เกลือเม็ด หรือเกลือต้มทดแทนเกลือสมุทร เนื่องจากมีราคาถูกกว่า โดยเกลือทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในการหมักปลาสด และรักษาสภาพการหมักให้เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการหมักปลาสด คือ แบคทีเรียในกลุ่ม lactic acid bacteria

3. ข้าวเหนียวหนึ่งหรือข้าวสุก ที่ผ่านการล้างน้ำสะอาด เพื่อกำจัดเมือกและทำให้เมล็ดข้าวไม่ติดกัน ข้าวเหนียวหนึ่ง หรือข้าวสุกเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ และทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะของปลาสาม

4. กระเทียม เป็นตัวช่วยเพิ่มกลิ่นรสให้กับผลิตภัณฑ์ปลาสาม ส่วนผสมอื่นที่อาจมีการเติมลงไป ก็คือ ผงชูรสหรือน้ำตาลเพื่อปรุงแต่งรสชาติให้ดีขึ้น และอาจเติมสีผสมอาหารเพื่อให้เกิดสีแดงมากขึ้น

การผลิตปลาสาม (ดังรูปที่ 1) จะเริ่มจากการนำปลาสด เช่น ปลาทะเพียน, ปลาขาว (ควรใช้ปลาสดมาทำการแปรรูป เนื่องจากปลาจะเน่าเสียง่ายถ้าเก็บไว้ภายใต้สภาวะอากาศร้อนหลังจากปลาตายจะเกิดการย่อยสลายตัวเอง ซึ่งเกิดจากเอนไซม์ซึ่งมีอยู่ในกล้ามเนื้อปลาโดยเฉพาะเอนไซม์คาเทปซิน (cathepsins) ทำการย่อยโปรตีนในกล้ามเนื้อปลา ส่งผลให้เกิดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ซึ่งผลิตเอนไซม์ที่ทำให้เกิดกลิ่นที่ผิดปกติระหว่างการหมัก) มาทำความสะอาดด้วยการล้างน้ำ ขอดเกล็ด ผ่าท้อง ควักไส้ออก ตัดแต่งโดยการบั้งด้านข้างลำตัวปลา เพื่อทำให้เกลือเข้าไปในเนื้อของปลาได้เร็ว และยังเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละแหล่งผลิต แล้วล้างน้ำสะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำก่อนนำมาเคล้าหรือนวดกับเกลือ กระเทียม ข้าวเหนียวหนึ่งหรือข้าวสุก ผงชูรสหรือน้ำตาลแล้วบรรจุในภาชนะปิด เช่น ถุงพลาสติก ปิ๊บโลหะ กระดาษเคลือบ หรือถังพลาสติก นำมาเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องนาน 2-3 วัน เพื่อให้เกิดการหมักจนได้ปลาสามที่สามารถบริโภคได้ ระยะเวลาการหมักขึ้นอยู่กับสภาพอากาศหรืออุณหภูมิในสถานที่ผลิต ในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ที่มีอากาศร้อนจะใช้เวลาเพียง 2 วัน สำหรับช่วงในเดือนธันวาคม-มกราคม ที่มีอุณหภูมิต่ำอาจใช้เวลา 7 วัน จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ปลาสาม ในทางปฏิบัติแล้วผู้ผลิตจะจำหน่ายส่งให้พ่อค้าคนกลางทันทีเมื่อบรรจุเสร็จ เพื่อเพิ่มอายุเวลาการจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

ลักษณะปลาสามที่ดีตามประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสาม มาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548) มีสาระสำคัญดังนี้ คือ ต้องเป็นปลาชนิดเดียวกัน ต้องมีสี กลิ่น รสเป็นไปตามธรรมชาติของปลาสามแต่ละประเภท ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืน หรือกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ ลักษณะเนื้อของปลาสามต้องคงสภาพตามลักษณะประเภทของเนื้อปลา เนื้อแน่น ไม่ยุ่ย ไม่พบสิ่งแปลกปลอม เช่น เส้นผม ชิ้นส่วนของแมลง หนอน หนู และนก ดิน ทราย และกรวด รวมถึงห้ามใช้โซเดียมหรือโพแทสเซียมไนเตรด โซเดียมหรือโพแทสเซียมไนไตรต์ โซเดียมบอเรต (บอแรกซ์) ฟอสเฟต และสี ปลาสามต้องมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 4.0-6.0 ในส่วนของจุลินทรีย์ กำหนดไว้ว่าต้องไม่พบซาลโมเนลลา (*Salmonella*) ในตัวอย่าง 25 กรัม ไม่พบคลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจน (*Clostridium perfringens*) ในตัวอย่าง 0.1 กรัม อีโคไล (*E. coli*) ด้วยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่มีราปรากฏให้เห็น และต้องปราศจากพยาธิในตัวอย่างปลาสาม



รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตปลาซึ่ม

แหล่งที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548

จากรายงานของสภาวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand) เมื่อปี 2525 (อ้างถึงโดยอรรณ, 2544) โดยใช้ตัวอย่างปลาซึ่ม 80 ตัวอย่าง พบว่ามีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.0-4.6 ปริมาณกรดแล็กติกร้อยละ 2.12-4.01 ปริมาณแบคทีเรีย 1.6×10^6 ถึง 6.1×10^{10} CFU/กรัม แบคทีเรียที่พบได้แก่ *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus* และ *Bacillus*

2.2 จุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อการผลิตอาหารหมัก

แบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria) มีความสำคัญในการสร้างกรดอินทรีย์ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดแล็กติก) ระหว่างกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์อาหาร แบคทีเรียกลุ่มนี้ยังมีระบบเอนไซม์ที่ควบคุมกับการเกิดกรด การเกิดกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของอาหารหมักต่างชนิดต่าง ๆ แบคทีเรียกรดแล็กติกที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีอยู่ 6 สกุลหลัก ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ก่อโรค คือ *Lactococcus* (ในนม) *Lactobacillus* (ในนม เนื้อ ผัก และ รัญพืช) *Leuconostoc* (ในผักและนม) *Pediococcus* (ในผักและเนื้อ) *Oenococcus oeni* (ในไวน์) และ *Streptococcus thermophilus* (ในนม) (Klaenhammer *et al.*, 2002) นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียในกลุ่มนี้อีกหลายชนิดในสกุล *Lactobacillus* ที่อาศัยในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ และเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ด้านสารเสริมชีวิต (Probiotics) ซึ่งมีผลให้คนและสัตว์มีสุขภาพดี และมีแบคทีเรียกรดแล็กติกอีกหลายชนิดที่ให้ประโยชน์ในแง่การผลิตสารเคมี และสารชีวภาพซึ่งได้แก่ พอลิเมอร์ทางชีวภาพ (Biopolymers) จาก *Leuconostoc* spp. การผลิตเอนไซม์จาก *Lactobacillus brevis* การผลิตแอลกอฮอล์และกรดแล็กติกจาก *Lactobacillus casei*, *L. lactis*, *L. delbrueckii* และ *L. brevis* (Gold *et al.*, 1996; Hofvendahl and Hahn-Hagerdal, 2000)

Tanasupawat and Komagata (1995) รายงานถึงบทบาทของแบคทีเรียกรดแล็กติกในอาหารหมักที่อาศัยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบประเภทปลา เนื้อสัตว์อื่น และพืชผัก แบคทีเรียกรดแล็กติกสร้างกรดจึงทำให้เกิดรสเปรี้ยวและเกิดผลิตภัณฑ์หมัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Homofermentative strains ของ *Lactobacillus pentosus*, *L. plantarum* และ *Pediococcus pentosaceus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบเป็นกลุ่มเด่นในอาหารหมักที่มีปริมาณเกลือต่ำ ในขณะที่พบสายพันธุ์ของ *P. halophilus* ในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง และยังมีพบ *L. sake*, *Lactobacillus* spp., *P. acidilactici* และ *P. urinaequi* อีกด้วย สำหรับ Heterofermentative strains ที่พบได้แก่ *L. brevis*, *L. confusus*, *L. fermentum*, *L. vaccinostercus*, *Lactobacillus* spp. และ *Leuconostoc* spp. และในบางโอกาสพบสายพันธุ์ของแบคทีเรียกลุ่มอื่นในสกุล *Staphylococcus*, *Enterococcus* และ *Halobacterium*

แบคทีเรียกรดแล็กติกสกุลอื่นที่มีรายงานการพบในอาหารหมัก ได้แก่ *Tetragenococcus muriaticus* sp. nov. เป็น Moderate halophilic lactic acid bacterium ชนิดใหม่ที่แยกได้จาก Fermented squid liver sauce และเจริญได้ดีในอาหารที่เค็ม 10% NaCl ที่อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 30 องศาเซลเซียส (Satomi *et al.*, 1997)

การหมักอาหารหมักคองจากวัตถุดิบประเภทเนื้อปลาที่นิยมผลิตกันในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การหมักประเภทที่เค็มเกลือปริมาณสูง (ร้อยละ 20-30) ลงในวัตถุดิบ ปริมาณเกลือสูงมีผลลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ และการหมักที่ใช้เกลือปริมาณน้อยกว่าการหมักประเภทแรก และมีการเพิ่มแหล่งของคาร์บอน (คาร์โบไฮเดรต) จึงทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น

ระหว่างกระบวนการหมัก และจุลินทรีย์กลุ่มเด่นที่พบ คือ แบคทีเรียในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก (Tanasupawat and Komagata 1995; Steinkraus, 1996)

แบคทีเรียกรดแล็กติกเป็นจุลินทรีย์กลุ่มหลักที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (Orillo and Pedersson, 1968; Saisithi *et al.*, 1986; Olympia *et al.*, 1992; Østergaard *et al.*, 1998) ซึ่งมีบทบาทหลักในการผลิตกรดอินทรีย์ (กรดแล็กติก) ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมักลดลง ซึ่งทั้งค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำลงและกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้น ช่วยในการถนอมและยืดอายุของผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้ (Owens and Mendoza, 1985) ในบางผลิตภัณฑ์มีการเติมกระเทียมซึ่งมีส่วนช่วยเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในกระบวนการหมัก (Paludan-Müller *et al.*, 1999) เนื่องจากกระเทียมมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำตาลฟรุกแทน (fructans) ประมาณร้อยละ 23-28 โดยน้ำหนัก และน้ำตาลซูโครส ฟรุกโทส และกลูโคสอีกประมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก (Andersen and Sørensen, 1999) ความเข้มข้นของเกลือในผลิตภัณฑ์ปลาหมักอยู่ในช่วงร้อยละ 1-10 โดยน้ำหนัก ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ (Saisithi, 1987) เกลือมีผลโดยตรงต่อการเจริญของจุลินทรีย์และอัตราการหมัก และมีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส

กรณีปลาหมักชนิดที่เรียกว่าส้มผัก มีรายงานด้านจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการหมักปลา คือ Lactobacilli (*Lactobacillus brevis*, *L. plantarum* และ *L. fermentum*), Pediococci (*Pediococcus pentosaceus*) และ Staphylococci ที่ไม่สร้าง Coagulase (Saisithi *et al.*, 1996; Phithakpol *et al.*, 1995)

Pediococcus pentosaceus เป็นแบคทีเรียกรดแล็กติกที่สามารถแยกได้จากวัสดุประเภทพืช (Plant materials) ผลิตภัณฑ์เนยแข็ง (Bacterial-ripened cheeses) แบคทีเรียชนิดนี้ใช้เป็นก้ำเชื้อเพื่อการผลิตกรดในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งไส้กรอกหมัก แดงกวา และถั่ว (Green bean) หมัก การหมักนมถั่วเหลือง และหญ้าหมัก (Silage) (Simpson and Taguchi, 1995)

Paludan-Müller *et al.* (1999) ได้ศึกษาแบคทีเรียกรดแล็กติกในกระบวนการผลิตส้มผัก ซึ่งเมื่อนำแบคทีเรียกรดแล็กติกที่แยกได้จากวัตถุดิบ (ปลา ข้าว กระเทียม ใบตอง) และกระบวนการผลิตส้มผักมาระบุชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมี พบว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากปลา คือ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* และ *Leuconostoc citreum* จากข้าวสาคู คือ *Lactococcus paracasei* subsp. *paracasei* และจากกระเทียมและใบตอง คือ *Weisella confuse* และในวัตถุดิบยังพบ *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus* และ *Pediococcus pentosaceus* สภาพกรดที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักส้มผักเป็นผลมาจาก Homofermentative lactobacillus species ซึ่งก็คือ *Lactobacillus plantarum* และ *L. pentosus* นอกจากนี้ยังได้มีการทดลองใช้ก้ำเชื้อเพื่อผลิตส้มผักโดยใช้เชื้อผสมของสายพันธุ์ของ Starch-fermenting *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* และ *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* เชื้อผสมของสายพันธุ์ของ Garlic-fermenting *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus pentosaceus* และเชื้อผสมของสายพันธุ์ของทั้ง Starch-fermenting strains และ Garlic-fermenting

strains ซึ่งพบว่าการใช้ทั้ง Starch-fermenting strains และ Garlic-fermenting strains ให้ผลดีที่สุดทั้งการผลิตรกรดและความเป็นกรด-ด่างที่ลดลง

Kopermsub *et al.* (2006) ศึกษาแบคทีเรียกรดแล็กติกที่แยกได้จากกระบวนการหมักปลาซึ่มโดยใช้อาหาร Modified MRS agar (MRS agar ที่เติม 0.1%(w/v) CaCO_3 และ 0.005% (w/v) bromothymol blue) เพื่อยืนยันการสร้างกรดของแบคทีเรีย พบว่าเชื้อเด่นที่แยกจากปลาซึ่มคือ *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp. และ *Aerococcus* spp. คิดเป็นร้อยละ 79, 18 และ 3 ของโคโลนีทั้งหมดที่คัดเลือกมาวิเคราะห์ชนิด ตามลำดับ และพบ *Carnobacterium* spp. และ *Enterococcus* spp. ในปริมาณน้อย *Lactobacillus* spp. เป็นจุลินทรีย์เด่นที่สุดในกระบวนการหมักปลาซึ่มที่ตรวจพบทุกวันตลอดระยะเวลาหมัก 8 วัน

โดยปกติแล้วปลาซึ่มและสั้มฟักจะมีอายุการเก็บประมาณ 5 วัน ที่อุณหภูมิห้อง การหมักนานเกินไปจะทำให้เกิดน้ำเยิ้มและสีซีดจาง ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีรายงานว่าทำให้เกิดการเน่าเสียของปลาซึ่ม คือ ยีสต์ ได้แก่ *Pichia* spp. และ *Candida* spp. ที่สามารถเจริญได้ที่สภาวะความเป็นกรดสูง (Phithakpol *et al.*, 1995) และยังพบแบคทีเรีย *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Staphylococcus aureus* และ *Klebsiella* (Saisithi *et al.*, 1996)

การผลิตอาหารหมักที่มีการพัฒนาการใช้กลูต้าเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดในปัจจุบัน คือ การผลิตไส้กรอกหมัก (Fermented sausages) ทั้งในยุโรปและเอเชีย กลูต้าเชื้อที่ใช้นี้ทั้งเพื่อประโยชน์ด้านกลิ่นรสของอาหารที่ดีขึ้น ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหาร และผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Leroy *et al.*, 2006) จุลินทรีย์ที่เลือกใช้เป็นกลูต้าเชื้อจึงมักมีสมบัติดังต่อไปนี้คือ มีความสามารถในการสร้างสารประกอบที่ให้กลิ่นรส สารส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค และแบคทีริโอซิน (Bacteriocins) หรือสารชนิดอื่นที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ มีความสามารถในการทำให้เกิดสีที่ต้องการ มีสมบัติของสารเสริมชีวนะ (Probiotics) และขาดความสามารถในการสร้างสารไบโอจีนิกเอมีนและสารพิษ

กลูต้าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการผลิตเป็นการค้ามักมีข้อจำกัดที่ว่า กลูต้าเชื้อที่ผลิตจากประเทศหรือภูมิภาคใดมักใช้ได้ผลดีกับประเทศหรือภูมิกษานั้น เมื่อนำไปใช้ในที่มีสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไป กลูต้าเชื่อนั้นไม่สามารถแสดงสมบัติที่ดีได้ครบถ้วน (Samelst *et al.*, 1998)

แบคทีเรียกรดแล็กติกหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus pentosus*, *L. plantarum*, *L. sakei* และ *L. curvatus* นิยมใช้เป็นกลูต้าเชื้อในการผลิตอาหารหมักประเภทเนื้อสัตว์ เนื่องจากความสามารถในการสร้างกรดแล็กติก (Hugas and Monfort, 1997; Doßmann *et al.*, 1998; Coppola *et al.*, 2000) สายพันธุ์ของ *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevisiae* และ *Micrococcus varians* เป็นแบคทีเรียหลักที่ใช้เตรียมกลูต้าเชื้อผสมในการผลิตไส้กรอกเปรี้ยวของไทย (Phromraksa *et al.*, 2003, 2004)

กรณีการหมักปลา (Fish fermentation) สายพันธุ์ของ *Leuconostoc mesenteroides* มีความเป็นไปได้มากที่สุดในการพัฒนาเป็นกล้าเชื้อเพื่อการผลิตปลาหมักจากปลาแฮร์ริง (Herring) (Gelman *et al.*, 2001)

ในผลิตภัณฑ์อาหาร มีรายงานการพบ *Staphylococcus carnosus* ว่ามีบทบาทสำคัญในการหมักไส้กรอก เนื่องจากให้ผลในด้านการสร้างกลิ่นรสและปฏิกิริยาการเกิดสี (Schleifer and Fischer, 1982) จึงมีการนำสายพันธุ์ของ *S. carnosus* มาใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตไส้กรอกหมัก (Fermented sausage) และแฮม (Cured ham) (Hammes and Knauf, 1994) Tanasupawat *et al.* (1991 และ 1992) ได้รายงานถึง *S. carnosus* ที่มีส่วนร่วมในการหมักปลาและซอสถั่วเหลืองในเอเชีย Di Maria *et al.* (2002) รายงานถึงการใช้ *S. xylosus* DSM 20266 เป็นกล้าเชื้อในการผลิต Soppresata molisana ซึ่งเป็นไส้กรอกของอิตาลี แบคทีเรียในสกุล *Micrococcus* และ *Staphylococcus* ยังเป็นแบคทีเรียที่พบได้ใน Fermented squid shiokara ซึ่งเป็นอาหารหมักของญี่ปุ่น (Wu *et al.*, 2000)

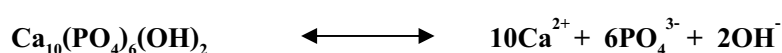
Staphylococcus xylosus เป็นแบคทีเรียอีกชนิดหนึ่งที่บางสายพันธุ์มีรายงานการนำไปใช้เป็นกล้าเชื้ออาหารหมักประเภทเนื้อสัตว์เพื่อให้เกิดกลิ่นรสที่ต้องการ (Tjener *et al.*, 2004) Kaban and Kaya (2006) รายงานผลการศึกษาที่ใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกพร้อมกับ *Staphylococcus xylosus* หรือ *S. carnosus* ในรูปแบบเชื้อผสม 2 สูตร คือ กล้าเชื้อสูตร A ประกอบด้วย *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus curvatus* และ *Staphylococcus xylosus* และกล้าเชื้อสูตร B ประกอบด้วย *Lactobacillus sakei* และ *Staphylococcus carnosus* ในการผลิตไส้กรอกชนิด Turkish dry-fermented sausage พบว่า การใช้กล้าเชื้อทั้งสองสูตรมีผลในการลดปริมาณเชื้อปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารทั้ง *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus/Staphylococcus* และแบคทีเรียในกลุ่ม *Enterobacteriaceae* ได้อย่างมีนัยสำคัญ

Kongkattikajorn *et al.* (2006) ศึกษาผลที่มีต่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) กรดอะมิโนอิสระ และปริมาณไบโอจีนิกเอมีน ในกระบวนการผลิตไส้กรอกจากเนื้อสุกรที่ผลิตในประเทศไทย (Thai fermented-ripened pork sausage) หรือที่เรียกว่า แหนม เมื่อทดลองเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติก ชนิด *Lactobacillus sakei* เพียงเชื้อเดียว และที่เติม *Lactobacillus sakei* ร่วมกับยีสต์ *Debaryomyces hansenii* ในกระบวนการหมักเนื้อสุกร พบว่าการเติมกล้าเชื้อทั้งสองรูปแบบมีผลให้ค่า pH ของแหนมที่หมักได้ต่ำกว่าแหนมที่ได้จากการหมักที่ไม่เติมกล้าเชื้อ และมีผลต่อการลดกิจกรรมของ Amino acid decarboxylase ทำให้สามารถควบคุมปริมาณไบโอจีนิกเอมีน (Cadavarine และ Tyramine) ที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหารได้

2.3 ปัญหาการปล่อยในผลิตภัณฑ์ปลาสด

ปลาสดเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ใช้ปลาทั้งตัวซึ่งปลาที่ใช้ในการผลิตปลาสด โดยเฉพาะปลาตะเพียนเป็นปลาที่มีเนื้อดีและรสชาติอร่อย แต่มีก้างฝอยเป็นจำนวนมากแทรกอยู่ตามเนื้อปลา ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาในการรับประทานจากอันตรายที่เกิดจากก้างฝอยของปลาได้ ก้างปลาทะเลโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนของโปรตีน, เกล็ด, แคลเซียม, ฟอสฟอรัส, น้ำมัน และความชื้นร้อยละ 34.2, 33.1, 11.9, 11.6, 5.6 และ 3.6 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (International Seafood of Alaska, Inc.) ซึ่งแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ก้างปลาามีโครงสร้างที่แข็งแรง การทำให้แคลเซียมในกระดูกปลาละลายออกมาจะสามารถทำให้ก้างปลาสลายความแข็งแรงได้ จากการศึกษาของ DePola et al. (1999) ได้ทำการทดลองในฟันของมนุษย์ พบว่าที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.5 จะเริ่มเกิดการลดลงของแคลเซียมในฟัน ในขณะที่ Touger-Decker (2000) ได้ทำการทดลองในเชิงทันตกรรมเกี่ยวกับฟันผุเนื่องจากกรดมีผลต่อการสูญเสียแคลเซียมของเนื้อฟัน พบว่ากรดมีผลต่อการลดลงของแคลเซียมในฟัน

ก้างปลาเป็นโครงสร้างแข็งที่มีองค์ประกอบเหมือนกับกระดูกและฟันของมนุษย์ คือ มีสารประกอบพวกไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) อยู่ในรูปผลึกของแข็ง (Solid crystal) มีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ซึ่งมีแคลเซียม (Calcium: Ca) ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) และไฮดรอกซี (Hydroxy: OH) เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีแคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญในการทำให้โครงสร้างของทั้งก้าง กระดูกและฟันแข็งแรง (Glimcher, 1959) จากรายงานทางทันตกรรมพบว่า ผู้ที่มีสุขภาพฟันดี แร่ธาตุต่าง ๆ จะอยู่ในสถานะสมดุล แต่เมื่อใดที่เกิดการเสียสมดุลของแร่ธาตุจะส่งผลให้เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุจากตัวฟัน (Demineralization) และการคืนกลับแร่ธาตุสู่ตัวฟัน (Remineralization) เพื่อให้เกิดสถานะสมดุล ดังสมการ



เมื่อใดที่สถานะในปากมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำโดยปกติมักเกิดหลังจากการรับประทานอาหาร เนื่องจากการที่เชื้อแบคทีเรียบางตัวในช่องปากย่อยสลายสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตเกิดเป็นกรดแล็กติก (Lactic acid) ขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในช่องปากลดลง และเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงต่ำกว่า 5.5 ถือเป็นการทำให้สถานะในปากมีไฮโดรเจนไอออน (Hydrogen ion) สูง จะมีการละลายผลึกสารประกอบของไฮดรอกซีอะพาไทต์ในเคลือบฟัน ซึ่งเป็นการปลดปล่อยแคลเซียม ฟอสฟอรัส และไฮดรอกซิลไอออนออกมา เพื่อให้ไฮดรอกซิลไอออนเข้าร่วมตัวกับไฮโดรเจนไอออน เกิดเป็นน้ำ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า กระบวนการสูญเสียแร่ธาตุจากตัวฟัน (Demineralization) สมการจะเลื่อนจากซ้ายไปขวา และเมื่อใดที่ความเข้มข้นของแคลเซียมไอออน และฟอสฟอรัสไอออนอยู่ในสถานะอิ่มตัว ซึ่งเป็นสถานะที่ระบบสูญเสียความเป็นกรด หรือการลดลงของไฮโดรเจนไอออน โดยอาจเกิดจากการทำงานของสารด้านการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (Buffer) ในน้ำลาย จะทำให้

แคลเซียมและฟอสฟอรัสเกิดการตกตะกอน (Precipitate) ของแร่ธาตุย้อนกลับสู่ตัวฟัน หรือที่เรียกว่า กระบวนการคืนกลับแร่ธาตุสู่ตัวฟัน (Remineralization) สมการจะเลื่อนกลับจากขวาไปซ้าย การเกิด กระบวนการสูญเสียแร่ธาตุจากตัวฟันและการคืนกลับแร่ธาตุสู่ตัวฟันจะเกิดขึ้นตลอดเวลา เพื่อรักษา สมดุล แต่เมื่อใดที่เกิดกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุจากตัวฟันมากกว่าการคืนกลับแร่ธาตุสู่ตัวฟัน จะทำให้เกิดการสึกกร่อนของฟัน หรือที่เรียกว่า โรคฟันผุนที่ลุ (Loos, 2000, Weledniger, 2001 และปิยะดา ประเสริฐสม, 2548)

การป้องกันโรคฟันผุทำได้โดยการชะลอกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุจากตัวฟันและเพิ่ม กระบวนการคืนกลับแร่ธาตุสู่ตัวฟันโดยการเติมเกลือบางชนิด เช่น โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium fluoride) และ/หรือ โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride) เข้าไปในระบบ เนื่องจากฟลูออไรด์ไอออนและคลอไรด์ ไอออนมีความสามารถในการเข้าแทนที่ไฮดรอกซิลไอออนที่สูญเสียไปจากผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ จากการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่างได้ จึงเป็นการลดและป้องกันการละลายของแคลเซียมออกจาก ฟัน ดังนั้นฟันจึงสึกกร่อนน้อยลง (Weledniger, 2001 และปิยะดา ประเสริฐสม, 2548)

โดยปกติอาหารที่มีก้างปลาอ่อนนิ่มจนสามารถรับประทานได้ คือ ปลาบรรจุกระป๋องที่ผ่าน กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและความดันสูง ซึ่งเชื่อว่าการที่ก้างปลาอ่อนตัวลงนั้นเป็นผล เนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงในภาชนะปิดสนิท (Zetataalk, 2004) ดังนั้นการ สลายก้างฝอยในผลิตภัณฑ์ปลาสามารถทำได้โดยใช้ปัจจัยร่วมจากความเป็นกรดของปลาและ ความร้อนเพื่อช่วยในการละลายแคลเซียมที่มีอยู่ในก้างส่งผลให้ก้างนิ่มและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2.4 การศึกษาอายุการเก็บของอาหาร

อายุการเก็บของอาหาร คือ ระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพในการรับประทานเป็นที่ ยอมรับของผู้บริโภคทั้งทางด้านความปลอดภัย และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งอายุการเก็บของ อาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 4 ปัจจัย คือ สูตรหรือส่วนประกอบ กระบวนการผลิต ภาชนะบรรจุ และ สภาพะของการเก็บรักษา (Steele, 2004) วิธีพื้นฐานของการประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารทำ ได้ดังนี้

1. Literature Value เป็นการประเมินหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เป็นชนิดเดียวกันหรือ คล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ที่ทราบอายุการเก็บแล้ว วิธีนี้มีความจำเพาะขึ้นอยู่กับแต่ละผลิตภัณฑ์
2. Distribution Turn Over วิธีนี้เป็นการเก็บข้อมูลของสินค้าโดยวัดจากระยะเวลาเฉลี่ยของการ เสื่อมเสียคุณภาพผลิตภัณฑ์เมื่อจัดส่ง และวางจำหน่าย ซึ่งไม่ใช่อายุการเก็บที่แท้จริง
3. Distribution Abuse Test วิธีนี้เป็นการหาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ระหว่างการจัดจำหน่าย กระจายสินค้าตามร้านค้าต่าง ๆ และระหว่างการเก็บรักษาสินค้า โดยการสุ่มตัวอย่างสินค้าจากร้านค้า

นำกลับมาทดสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ เพื่อประเมินอายุการเก็บสินค้าจากสภาพสิ่งแวดล้อมจริงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจากสภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการทดลอง

4. Consumer Complaints เป็นการประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์โดยใช้การร้องเรียนของผู้บริโภคเป็นดัชนีในการวัด ซึ่งในสหรัฐอเมริกามีการเก็บรวบรวมข้อมูลของการร้องเรียนเรื่องสินค้าจากผู้บริโภค นักวิจัยสามารถนำข้อมูลมาศึกษาเพื่อประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้

5. Accelerated Shelf Life Test (ASLT) เป็นวิธีการประเมินอายุการเก็บแบบเร่ง โดยนำผลิตภัณฑ์มาศึกษาในห้องปฏิบัติการภายใต้สภาวะเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ให้เกิดขึ้นเร็วกว่าปกติ โดยต้องกำหนดข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ และดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ เพื่อใช้ทำนายหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ (Australian Food Safety Centre of Excellence, 2005)

การทำนายอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร สามารถประเมินได้จากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารที่ลดลงหรือการเสื่อมเสียของอาหารซึ่งสามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงดังนี้

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical change) การทดสอบเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สามารถทดสอบได้หลายวิธี เช่น การวัดสี (Colour) ปริมาณความชื้น (Moisture content) ค่า Water activity (a_w) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความหนืด (Viscosity) และการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical change) ส่งผลให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารได้ทั้งทางด้านประสาทสัมผัส และทางคุณค่าโภชนาการ การเปลี่ยนแปลงส่งผลต่อคุณภาพที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Lipid oxidation) ซึ่งสามารถวัดการเกิดปฏิกิริยาได้หลายวิธี เช่น การหาค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value) การวัดปริมาณของกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) และการทดสอบกับกรดไทโอบาบิทริก (2-thiobarbituric acid, TBA test) เป็นต้น การเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ (Nonenzymatic browning reaction)

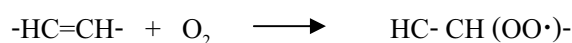
การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (Microbiological analysis) การเสี้ยวของอาหารโดยส่วนใหญ่เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย (Bacteria) ยีสต์ (Yeast) และรา (Mould) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนประกอบที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน การวัดคุณภาพทางจุลชีววิทยากระทำได้โดยการตรวจหาชนิด และตรวจนับปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์ปริมาณ Coliform bacteria และ *E. coli* การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และการวิเคราะห์หาปริมาณยีสต์และรา ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์นอกจากส่วนประกอบทางเคมีของอาหารแล้วยังเกี่ยวข้องกับสมบัติของอาหารเอง เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และค่า Water activity (a_w) เป็นต้น รวมถึงปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอกที่สำคัญ คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บ

ความร้อนที่ใช้ระหว่างกระบวนการผลิต และค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Australian Food Safety Centre of Excellence. 2005; Food Development Centre, 2006 และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2548)

การหืน (Rancidity) เป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมัน ทำให้อาหารที่มีไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบหรืออาหารประเภททอด มีกลิ่นรสผิดปกติ และอายุการเก็บลดลง การหืนเกิดขึ้นได้ 3 ชนิด คือ Hydrolytic rancidity, Oxidative rancidity และ Ketonic rancidity

1. Hydrolytic rancidity หรือ Lipolysis เป็นการหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไขมันและน้ำมันด้วยเอนไซม์ไลเปส และความชื้น การเกิด Lipolysis เป็นการย่อย (Hydrolysis) fatty acid จากโมเลกุลของ glyceride ได้ short-chained fatty acids ที่มีการระเหยได้สูง ทำให้อาหารมีกลิ่นหืนมาก การเกิดลิพอลิซิสจะเป็นปฏิกิริยาหลักที่เกิดขึ้นขณะทอดอาหารที่มีน้ำ หรือมีความชื้นสูงร่วมกับใช้อุณหภูมิสูง

2. Oxidative rancidity เป็นการหืนที่เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Autoxidation) ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็น peroxidation linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ดังสมการ



กลไกการเกิดออกซิเดชันแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ Initiation propagation และ Termination ขั้นตอนแรก คือ Initiation เป็นปฏิกิริยาเริ่มต้นของขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ โดยกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ทำให้เกิดไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (Hydroperoxide, ROOH) และอนุมูลอิสระ (Free radical, R·) และออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยาที่พันธะคู่เกิดเป็น diradical หลังจากนั้นเกิดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระกับออกซิเจนต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ คือ ขั้นตอน Propagation ซึ่งเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระได้เป็นอนุมูลเพอร์ออกไซด์ (ROO·) ไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (ROOH) และอนุมูลไฮโดรคาร์บอน (R·) อนุมูลที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับออกซิเจนต่อไป และเมื่อใดที่อนุมูลอิสระมาทำปฏิกิริยากันเองจะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระ ปฏิกิริยาที่จะหยุดลงนั้นคือ ขั้นตอน Termination ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้ได้สารประกอบที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระ

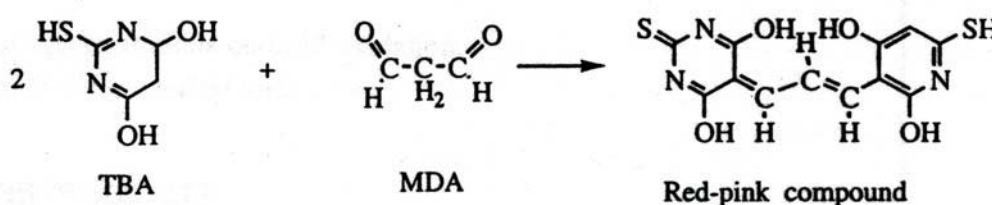
3. Ketonic rancidity เป็นปฏิกิริยา Enzymatic oxidation ที่โมเลกุลของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวได้เป็นสารประกอบคีโตน

การทดสอบการเกิดออกซิเดชันสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี ได้แก่

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid, FFA) เป็นการวัดปริมาณของกรดไขมันอิสระซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสหรือลิพอลิซิส (Lipolysis) สามารถวิเคราะห์ได้จากค่า Acid value (A.V.) หรือ ค่า Free fatty acid (FFA) ในการวิเคราะห์ค่า Acid value วัดได้จากจำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำใหกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมัน หรือน้ำมันจำนวนหนึ่งกรัมเป็นกลางพอดี ส่วน Free fatty acid (FFA) คือ ร้อยละโดยน้ำหนักของกรดไขมันนิยเทียบเป็นร้อยละ

ของกรดโอเลอิก หากค่า A.V. หรือ FFA สูง แสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระมาก ทำให้เกิดกลิ่นหืนมาก

การทดสอบกับกรดไทโอบาบิทริก (2-thiobarbituric acid, TBA test) เป็นการวัดผลิตภัณฑ์อันดับสองของปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ มาโลนาลดีไฮด์ (Malonaldehyde) เมื่อมาโลนาลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาบิทริก 2 โมเลกุล จะทำให้เกิดสีชมพูหรือสีแดง และดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 530, 532 หรือ 538 นาโนเมตร การเกิดออกซิเดชันอาจไม่จำเป็นต้องเกิดมาโลนาลดีไฮด์เสมอไป เพราะสารประกอบพวกแอลคานาล (Alkanals) แอลคีนาล (Alkenals) และ 2,4-ไดอีนาล (Dienals) เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาบิทริกจะให้สีเหลือง และดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร (Miller, 1998 และ นิธิยา รัตนานนท์, 2545)



แหล่งที่มา: Miller (1998)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารที่ลดลงหรือการเสื่อมเสียของอาหารสามารถใช้สมการเคมีของปฏิกิริยาจลนพลศาสตร์ (Chemical kinetic reaction) เพื่อแสดงอัตราการเสื่อมเสียของคุณภาพอาหาร และใช้ในการคำนวณหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ สมการที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ สมการของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ คือ $C_A - C_{A0} = -kt$ ($n = 0$) ใช้กับปฏิกิริยาซึ่งมีอัตราการเสื่อมเสียของคุณภาพอย่างคงที่ ส่วนสมการของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง คือ $\ln(C_A / C_{A0}) = -kt$ ($n = 1$) ใช้กับปฏิกิริยาที่มีอัตราการเสื่อมเสียคุณภาพไม่คงที่ โดยที่อัตราการเสื่อมเสียคุณภาพระหว่างการเก็บในระยะแรกเร็วกว่าระยะหลัง และอัตราการเสื่อมเสียคุณภาพจะลดลงเมื่อคุณภาพของอาหารเหลือน้อย จากสมการของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ และปฏิกิริยาอันดับหนึ่งกำหนดให้ค่า k คือ Reaction rate constant n คือ อันดับของปฏิกิริยา t คือ เวลา C_{A0} คือ ความเข้มข้นของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเริ่มต้น C_A คือ ความเข้มข้นของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพที่ไม่เป็นที่ยอมรับ (Labuza, 1982 และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2548)

บทที่ 3

การเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสามในภาคเหนือ กลาง และตะวันออกเฉียงเหนือ และการเก็บตัวอย่างปลาสามที่ได้จากแหล่งผลิตและตลาดสดในภาคเหนือ กลาง และ ตะวันออกเฉียงเหนือ

3.1 บทนำ

ปลาสามหรือสามปลาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตมากในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของประเทศไทย ได้จากการหมักปลาน้ำจืดสดที่ตัดแต่งทำความสะอาดแล้วกับข้าวเหนียวหนึ่งหรือข้าวเจ้าสุก กระเทียม และเกลือ จากนั้นเก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิททิ้งไว้ 2-3 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสถานที่เก็บจนเกิดรสเปรี้ยว (สำนักงานวิทยาศาสตร์แห่งชาติ, 2548; Saisithi et al., 1986) แต่เดิมแหล่งผลิตปลาสามที่สำคัญอยู่ในแถบในภาคอีสาน โดยกระจายอยู่ตามแหล่งน้ำ ลุ่มแม่น้ำ เขตน้ำท่วมขัง หรือน้ำหลากตามฤดูกาล เช่น เขตลุ่มแม่น้ำมูลในเขตจังหวัดอุบลราชธานีเขตลุ่มแม่น้ำชีในจังหวัดยโสธร เขตลุ่มแม่น้ำสงคราม และเขตน้ำท่วมขังในฤดูน้ำหลากในจังหวัดสกลนคร และนครพนม แต่ในปัจจุบันกลับพบว่าแหล่งผลิตปลาสามกระจายไปยังพื้นที่อื่น ๆ นอกเหนือจากจังหวัดที่กล่าวมา เนื่องจากปริมาณปลาจากแหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณลดลง อีกทั้งการขนส่งที่สะดวกจึงได้มีการนำปลาตะเพียนของภาคกลาง เช่น จังหวัดสุพรรณบุรี อ่างทอง สิงห์บุรี และพิษณุโลก เป็นต้น มาใช้ในการผลิต (สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2005) นอกจากนี้มีการใช้ปลาน้ำจืดอื่น ๆ เช่น ปลานวลจันทร์ ปลาจีน และปลาเยือก มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาสามด้วย ส่งผลให้มีการผลิตปลาสามกระจายไปยังทุกภาคทั่วประเทศไทย ดังนั้นได้จากผลิตภัณฑ์ปลาสามที่ผ่านการคัดเลือกให้เป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ในจังหวัดต่าง ๆ เช่น จังหวัดพะเยา ลำพูน เพชรบูรณ์ สิงห์บุรี ชัยนาท ลพบุรี ขอนแก่น และอุดรธานี เป็นต้น (ไทยตำบล คอท คอม, 2550)

คณะผู้วิจัยได้เยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสามที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของสูตรส่วนผสม และขั้นตอนการผลิตทั้งในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม พร้อมทั้งเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาสามจากแหล่งผลิตที่ได้เยี่ยมชม และที่มีวางจำหน่ายในตลาดสดมาศึกษาคุณภาพในด้านต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบ่งชี้ถึงคุณสมบัติของปลาสามที่ดี ซึ่งได้รับความนิยมนิยมจากผู้บริโภค

3.2 ระเบียบวิธีวิจัย

3.2.1 การเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาส้ม และการเก็บตัวอย่าง

คณะผู้วิจัยเดินทางไปเยี่ยมชมสถานประกอบการที่ผลิตปลาส้มที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และทำการเก็บข้อมูลในด้านขั้นตอนการผลิต สูตรส่วนผสม และสภาวะที่เหมาะสมในการหมักเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยขั้นตอนต่อไป

3.2.2 การเก็บตัวอย่างปลาส้ม

ตัวอย่างปลาส้มที่เก็บแบ่งได้ตามเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 1) ตัวอย่างปลาส้มจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงที่ได้เข้าเยี่ยมชมในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 2) ตัวอย่างปลาส้มที่มีชื่อเสียงจากตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อได้ตัวอย่างปลาส้มคณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างปลาส้มในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งระหว่างการเดินทางเพื่อนำกลับมามีวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการต่อไป

3.3 ผลการวิจัย

3.3.1 การเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาส้ม และการเก็บตัวอย่าง

คณะผู้วิจัยได้ทำการเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาส้มที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม แบ่งเป็นในภาคเหนือ 2 แห่ง ภาคกลาง 4 แห่ง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 แห่ง รวม 11 แห่ง ดังต่อไปนี้

1. แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 1
2. แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 2
3. แหล่งผลิตในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเหนือ แหล่งที่ 1
4. แหล่งผลิตในจังหวัดลพบุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1
5. แหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1
6. แหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 2
7. แหล่งผลิตในจังหวัดมหาสารคาม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1
8. แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1
9. แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 2
10. แหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1
11. แหล่งผลิตในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแหล่งที่ 1

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลทั้งทางด้านขั้นตอนการผลิต สูตรส่วนผสม และสภาวะที่เหมาะสมซึ่งได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 1

มีผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาหลายแบบ เช่น ปลาสามตัว ปลาสามฟักจะใช้ปลาจีนเป็นหลัก (บรรจุแบบเป็นแท่ง และแบบอัดเป็นก้อน) และปลาเส้น วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตค่อนข้างขาดแคลน และรับมาจากสะพานปลากรุงเทพฯ และ อ.บางเลน จ.นครปฐม โดยผู้รับเหมาขนปลาในหมู่บ้านจะสับปลัดเปลี่ยนกันไปรับปลา แหล่งผลิตแห่งนี้มีกำลังผลิต 250-400 กิโลกรัม/วัน

สถานที่ผลิต: โรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลานวลจันทร์	200	-
กระเทียมสับ	4	-
เกลือป่น	2.5	-
ข้าวเจ้าสุกคั้นน้ำ	ไม่เปิดเผย	-

วิธีการผลิต: นำปลานวลจันทร์มาขอดเกล็ด ล้างน้ำสะอาด 5 ครั้ง และล้างน้ำขาวข้าว 1 ครั้ง ล้างน้ำสะอาดอีก 5 ครั้ง ผสมกระเทียมสับ และเกลือป่น หมักทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จากนั้นเคล้ากับข้าวเจ้าสุกคั้นน้ำ ยัดท้องแล้วแบ่งบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน

2. แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 2

โดยปกติจะเป็นตัวแทนรับผลิตภัณฑ์จากกลุ่มแม่บ้านมาจำหน่ายให้ ในส่วนของการผลิตนั้นจะรับปลาจากกรุงเทพฯ และ จ.นครปฐม

สถานที่ผลิต: โรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลานวลจันทร์	10	84.04
กระเทียมสับ	0.5	4.02
เกลือป่น	0.7	5.88
ข้าวเหนียวสุกคั้นน้ำ	0.7	5.88

วิธีการผลิต: ปลาสามตัวจะใช้ปลานวลจันทร์เป็นหลัก เริ่มด้วยการขอดเกล็ด ล้างน้ำสะอาด 5 ครั้ง และล้างน้ำขาวข้าว 1 ครั้ง ล้างน้ำสะอาดอีก 5 ครั้ง ผสมกระเทียม และเกลือป่น จากนั้นหมักทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง แล้วเคล้ากับข้าวเหนียวสุกคั้นน้ำ ยัดท้องแล้วแบ่งบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ เก็บไว้ 3 วัน

3. แหล่งผลิตในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเหนือ แหล่งที่ 1

แหล่งผลิตแห่งนี้มีการบริหารในรูปแบบของบริษัท มีผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบรวมถึงปลาสามโดยปกติจะใช้ปลาฉลามจันทร์เป็นหลัก และผลิตเป็นปลาสามขึ้นเพราะตัวปลาขนาดใหญ่ ซึ่งทางบริษัทแห่งนี้มีบ่อเลี้ยงปลาเป็นของตัวเองจำนวน 200 บ่อ กระจายอยู่ในบริเวณที่ตั้งของบริษัท กำลังการผลิตประมาณ 4 ตัน/วัน ส่งขายทั้งในพื้นที่ จ.เพชรบูรณ์ และจังหวัดใกล้เคียง นอกจากนี้ยังส่งขายให้กับ TOP Supermarket ทั่วประเทศ ในกระบวนการผลิตนั้น บริษัทมีการจับปลาวันละ 2 รอบ คือ รอบเช้าปลาจะมาถึงโรงงานประมาณ 8.00 น. และรอบบ่ายประมาณ 14.00 น. จากนั้นทำการคัดแยกปลาออกเป็นประเภทต่าง ๆ ทำการคัดขนาด แล้วเข้าสู่กระบวนการผลิตของแต่ละประเภท

สถานที่ผลิต: โรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามขึ้น

ส่วนผสม: ไม่เปิดเผยข้อมูล

วิธีการผลิต: นำปลาฉลามจันทร์ปลามาขอดเกล็ดด้วยเครื่อง คัดไส้ ล้างน้ำสะอาด 3-5 น้ำ ทำการแล่ปลาออกเป็นชิ้น คลุกเคล้ากับเครื่องปรุงซึ่งได้แก่เกลือ กระเทียมสับหยาบ ข้าวเจ้าสุกล้างน้ำ ให้เข้ากันดี แล้วบรรจุในถังขนาดความจุ 17 กิโลกรัม/ถัง ส่งขายทั้งถัง หรือแบ่งบรรจุเป็นห่อ และบรรจุถุงสุญญากาศ (ส่งขาย Top Supermarket)

4. แหล่งผลิตในจังหวัดลพบุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1

ผลิตปลาสามตัวและปลาสามฟัก โดยในกลุ่มนี้มีปัญหาเรื่องของวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิต เพราะขาดแคลน ต้องทำการประมูลราคาเพื่อให้ได้วัตถุดิบมา

สถานที่ผลิต: โรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามตัว และปลาสามฟัก

ส่วนผสม: ไม่เปิดเผยข้อมูล

วิธีการผลิต: ใช้ข้าวเหนียวสุกไม่ล้างน้ำในการหมัก ส่วนข้อมูลด้านอื่น ๆ ไม่เปิดเผย

5. แหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1

มีผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาหลากหลายรูปแบบ รวมถึงปลาสามตัว และปลาสามฟัก

สถานที่ผลิต: ไม่มีโรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลาตะเพียน	10	76.35
กระเทียมโขลก	1	7.63
เกลือป่น	0.1	0.76
ข้าวเจ้าสุกล้างน้ำ	2	15.26

วิธีการผลิต: นำปลาตะเพียนมาขอดเกล็ดล้างน้ำให้สะอาด ใช้น้ำละลายแป้งข้าวเจ้า (อัตราส่วนแป้ง 300 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) ล้างในน้ำสุดท้าย จากนั้นหมักกับเกลือเม็ดที่ตำแล้วด้วยอัตราส่วนปลา 5 ส่วนกับเกลือ 1 ส่วนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำปลามาล้างน้ำ ก่อนนำกระเทียมโขลกมาเคล้ากับเกลือป่น และข้าวสุกล้างน้ำมาคลุกเคล้าปลาที่ล้างไว้ให้เข้ากัน ใส่ในถังหมักปิดฝาให้สนิท ทิ้งไว้ 3 คืน จึงนำมาบรรจุใส่ถุงปิดผนึกอย่างดี

ผลิตภัณฑ์: ปลาส้มปัก

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลานวลจันทร์	5	60.87
กระเทียมโขลก	1.5	18.26
เกลือป่น	0.2	2.43
ข้าวเจ้าสุกล้างน้ำ	1.5	18.26
น้ำตาลทราย	0.015	0.18

หมายเหตุ: น้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะคิดเป็น 15 กรัม

วิธีการผลิต: นำปลานวลจันทร์ กระเทียม ข้าวเจ้าสุก เกลือ และน้ำตาลทราย (ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ) คลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนบรรจุในถุงพลาสติกขนาดเล็ก

6. แหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 2

ในอดีตมีการผลิตปลาส้มขึ้น แต่ในปัจจุบันผลิตกุ้งเขียงปลา และปลาส้มปัก เนื่องจากปัญหาทางด้านการตลาด เพราะไม่มีกำลังนำส่งไปยังตลาดในพื้นที่ที่ไกลได้ และวัตถุดิบมีราคาค่อนข้างสูง

สถานที่ผลิต: ไม่มีโรงงานแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาส้มปัก

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลานวลจันทร์บด	1	-
กระเทียมบด	0.25	-
เกลือ	ไม่เปิดเผย	-
ข้าวเจ้าสุกล้างน้ำ	0.2	-

วิธีการผลิต: นำปลานวลจันทร์มาทำการแล่นแล้วนำเข้าเครื่องบด อัตราส่วนที่ใช้ ปลา 1 กิโลกรัม ใส่ในเครื่องนวดใส่เกลือ นวดจนเหนียว จากนั้นทำการผสมกระเทียมบด และข้าวเจ้าสุกล้างน้ำ เคล้าให้เข้ากัน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที นำมาบรรจุหีบห่อ หมักไว้ 3 วัน

7. แหล่งผลิตในจังหวัดมหาสารคาม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1

ผลิตแหม่ม ปลาส้มฟัก และปลาส้มตัว โดยได้รับการสนับสนุนจากประมงจังหวัด
สถานที่ผลิต: ไม่มีโรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาส้มตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลาตะเพียน นวลจันทร์ หรือปลาจีน	1	-
กระเทียมสับ	ไม่เปิดเผย	-
เกลือป่น	0.02	-
ข้าวเจ้าสุกคั้นน้ำ	ไม่เปิดเผย	-

วิธีการผลิต:

นำปลาปลาตะเพียน ปลายี่สก ปลานวลจันทร์ และปลาจีนเป็นหลัก ขอดเกล็ดแล้วเอาไส้ออก ล้างน้ำให้สะอาด ล้างน้ำขาวข้าว จากนั้นทำการหมักปลาด้วยเกลือ แล้วผสมกับข้าวเจ้าสุกที่ผ่านการล้างน้ำ และกระเทียมสับ เคล้าให้เข้ากัน แล้วนำบางส่วนยัดท้อง จากนั้นเก็บไว้ในถังหมัก 3 วัน สามารถรับประทานได้

ผลิตภัณฑ์: ปลาส้มฟัก

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลายี่สก หรือปลานวลจันทร์	1.0	-
เกลือ	0.02	-
น้ำตาลทราย	0.015	-
ผงชูรส	เล็กน้อย	-
กระเทียม	ไม่เปิดเผย	-

วิธีการผลิต: นำปลายี่สก และปลานวลจันทร์ บดแล้วผสมคลุกเคล้ากับเครื่องปรุง จากนั้นปั่นเป็นก้อนห่อใบตองให้แน่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1-3 วัน ก็สามารถรับประทานได้

8. แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1

ผลิตปลาส้มตัว และปลาส้มฟัก ได้รับการคัดเลือกเป็นสินค้า OTOP (ระดับ 3 ดาว)
สถานที่ผลิต: โรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาส้มตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลาตะเพียน	10.0	66.66
กระเทียมบด	3.0	20.00
เกลือ	1.0	6.67
ข้าวเหนียวสุกล้างน้ำ	1.0	6.67

วิธีการผลิต: นำปลาตะเพียนที่ขอดเกล็ดควักไส้ ล้างสะอาดมาหมักเกลือ นาน 3-4 ชั่วโมง จากนั้นคลุกเคล้ากับกระเทียมบด และข้าวเหนียวสุกที่ผ่านการล้างน้ำ เก็บในถังหมักโดยไม่ขัดข้อง

ผลิตภัณฑ์: ปลาส้มปาก

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
เนื้อปลาบด	2.0	-
กระเทียมบด	0.1	-
เกลือ	0.1	-
ข้าวเหนียวสุกล้างน้ำ	ไม่เปิดเผย	-
ผงชูรส	0.1	-
น้ำตาล	0.2	-

วิธีการผลิต: นำเนื้อปลา เคล้าส่วนผสมให้เข้ากันบรรจุเป็นห่อ

9. แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 2

ผลิตปลาสามตัว โดยใช้ปลาตะเพียนเป็นหลัก แต่ไม่ได้ผลิตเป็นประจำ ส่งขายตามหมู่บ้านใกล้เคียง ในบางครั้งนำลงไปขายหน้าตึก ปต.ท. ที่กรุงเทพฯ (ประมาณเดือนละ 2 ครั้ง) ส่วนใหญ่จะผลิตเพื่อจำหน่ายในงานใหญ่ หรือเมื่อทางหน่วยงานของจังหวัดต้องการ

สถานที่ผลิต: ไม่มีโรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลาตะเพียน	1.0	70.67
กระเทียมสับหยาบ	0.2	14.13
เกลือ	0.1	7.07
ข้าวเหนียวสุกล้างน้ำ	0.1	7.07
น้ำตาลทรายแดง	0.015	1.06

หมายเหตุ: เกลือ 1 กำมือคิดเป็น 0.1 กิโลกรัม และน้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะคิดเป็น 15 กรัม

วิธีการผลิต: นำปลาดูที่เขียนมาขอดเกล็ด คัดไส้ ออก ล้างน้ำให้สะอาด 5 น้ำ โดยใช้สารส้มก้อนตำให้ละเอียดละลายน้ำที่ใช้ล้างปลาในน้ำสุดท้าย จากนั้นนำเกลือ ข้าวเหนียวสุกที่ผ่านการล้างน้ำ กระเทียม สับแบบหยาบ และน้ำตาลทรายแดง 1 ช้อนโต๊ะ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วจึงนวดปลาด้วยเครื่องปรุงให้เข้ากัน ยัดท้องแล้วเก็บลงในถังโดยเรียงเป็นชั้น ๆ กดให้แน่น ปิดปากถุง ปิดฝาถัง หมักทิ้งไว้ 2-3 วัน

10. แหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1

ผลิตปลาสามปลาดูที่เขียนจากปลาดูที่เลี้ยงจากฟาร์มในแถบภาคกลาง และปลาดูที่เขียนแม่น้ำจากพ่อค้าในตลาดสดท้องถิ่นนำมาจำหน่ายให้ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าปลาดูที่เขียนเลี้ยง โดยในแต่ละครั้งที่ทำการผลิตใช้ปลา 300-400 กิโลกรัม

สถานที่ผลิต: โรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลาดูที่เขียน	10	-
กระเทียมโขลก	ไม่เปิดเผย	-
เกลือสมุทรตำละเอียด	1	-
ข้าวเหนียวสุก	1	-
โซเดียมไนไตรท์	ไม่เปิดเผย	-

วิธีการผลิต: นำปลาดูที่เขียนมาขอดเกล็ด ลอกหนังเพื่อให้ได้เนื้อปลาที่ขาวสวย จากนั้นผ่ากลางลำตัว คัดไส้ และดึงเหงือกออก แล้วล้างตามยาว 2 รอบ แล้วนำลงล้างในกะละมังที่บรรจุน้ำสะอาด เพื่อล้างเมือกออกให้สะอาด 2 ครั้ง จากนั้นนำลงล้างในกะละมังบรรจุน้ำสะอาดอีกครั้ง แล้วขูดล้างส่วนท้องและเอาเหงือกปลาออกให้หมด และล้างจนสะอาด จากนั้นนำปลาขึ้นใส่กะละมังสะเด็ดน้ำไว้ แล้วนำปลาดูที่เขียนที่เตรียมแล้วทาดด้วยเกลือสมุทร พักไว้ประมาณ 5 นาที นำข้าวเหนียวสุก กระเทียมโขลก และเติมโซเดียมไนไตรท์เล็กน้อย คลุกให้เข้ากัน นำขึ้นใส่กะละมัง คลุมด้วยพลาสติก กดทับด้วยเขียง และถ่วงบรรจุน้ำ 3-4 ชั่วโมง ก่อนบรรจุในถุงถุงละ 2 ตัว เติมน้ำหมักผสมน้ำ เพื่อให้เนื้อปลาดูชุ่มชื้นไม่แห้ง หรือ หากยังไม่จำหน่ายเก็บปลาหมักไว้ในถังน้ำแข็ง

11. แหล่งผลิตในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1

ผลิตปลาสามปลาดูที่เขียนเป็นหลัก โดยรับปลาดูที่เขียนจากฟาร์ม จ.สิงห์บุรี ซึ่งเลือกเฉพาะปลาขนาดกลาง หรือขนาด 2-3 ตัว/กิโลกรัม ซึ่งในแต่ละครั้งการผลิตใช้ปลา 300-400 กิโลกรัม ปลาสามที่หมัก แล้วสามารถเก็บไว้ในตู้แช่แข็งรอจำหน่ายได้ประมาณ 1-1.5 เดือน

สถานที่ผลิต: ไม่มีโรงเรือนแยกเป็นสัดส่วน

ผลิตภัณฑ์: ปลาสามตัว

ส่วนผสม:

	กิโลกรัม	คิดเป็นร้อยละ
ปลาตะเพียน	10	78.74
กระเทียมโหลก	0.2	1.57
เกลือสมุทรตำละเอียด	0.5	3.94
ข้าวเหนียวสุกล้างน้ำ	2	15.75
ดินประสิว	เล็กน้อย	-
ผงชูรส	เล็กน้อย	-

วิธีการผลิต: นำปลาตะเพียนมาขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดครีบ แล้วบั้งตามขวาง 2-3 รอย แล้วล้างปลาตะเพียนให้สะอาดนำขึ้นผึ่งจนสะเด็ดน้ำ แล้วค่อย ๆ นวดปลาด้วยเกลือสมุทรจนกระทั่งปลากับเกลือเข้ากันดี จากนั้นนำข้าวเหนียวสุกที่ผ่านการล้างในน้ำสะอาดจนเมล็ดข้าวใส กระเทียมโหลกพอแหลกและเติมดินประสิวลittle น้อย คลุกให้เข้ากันยัดใส่ในท้องปลาตะเพียน บรรจุลงถุงให้แน่น เทน้ำที่ได้จากการนวดและเคล้าไปด้วย จากนั้นนำถุงปลาใส่ลงในถังแบบมีฝาปิด ก่อนรัดปากถุงให้แน่น ปิดฝาดังให้เรียบร้อย หมักไว้ประมาณ 3 วัน แล้วนำออกจำหน่าย

จากการเยี่ยมชมสถานที่ผลิตปลาสามที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีการผลิตปลาสามทั้งในโรงเรือนที่ปิดมิดชิดแยกเป็นสัดส่วนสำหรับใช้ในการผลิตปลาสามโดยเฉพาะ ในโรงเรือนที่มีหลังคาแต่ผนังเปิดโล่ง หรือในห้องครัวภายในบ้าน ส่วนขั้นตอนการผลิตหลักในการหมักปลาสามตัวประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นตอนการเตรียมปลา เริ่มจากการขอดเกล็ด ควักไส้ และล้างน้ำให้สะอาด
2. ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ กระเทียม และการเตรียมข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวสุก
3. ขั้นตอนการผสมปลากับส่วนผสมอื่น ๆ
4. ขั้นตอนการบรรจุและการหมัก

โดยแต่ละแหล่งผลิตที่เข้าเยี่ยมชมจะมีรายละเอียดปลีกย่อยเล็กน้อยที่แตกต่างกัน ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมปลาแหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 เพียงแห่งเดียวที่มีการลอกหนังปลาตะเพียนออกทั้งหมดแทนการขอดเกล็ดปลา ส่วนแหล่งผลิตที่ในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1 มีการล้างปลาด้วยน้ำผสมเบิ้งข้าวเจ้า จากนั้นหมักปลาด้วยเกลือเม็ดทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง แล้วทำการล้างเกลือออกด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง ในขณะที่แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 2 ใช้น้ำผสมสารส้มล้างปลาหลังจากการขอดเกล็ด และควักไส้ หรือการใช้น้ำข้าวล้างปลาของแหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือแหล่งที่ 1 และ 2 ในขณะที่ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ กระเทียมมีการใช้ทั้งการโหลก การบด หรือสับกระเทียม ข้าวที่ใช้มีทั้งข้าวเหนียวสุกที่ผ่านและไม่ผ่านการล้างน้ำ ในขณะที่ข้าวเจ้าสุกต้องผ่านการล้างน้ำก่อนทุกแหล่งผลิต โดยแหล่งผลิตที่ใช้ข้าวเหนียวสุกไม่ล้างน้ำมี 3 แห่ง คือ แหล่งผลิตในจังหวัดลพบุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1 แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 2 และแหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือแหล่งที่ 1 ในขณะที่แหล่งผลิตปลาสำ้มที่ใช้ข้าวเหนียวสุกที่ผ่านการล้างน้ำมี 4 แห่ง ประกอบด้วยแหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 2 แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 และ 2 และแหล่งผลิตในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 ใช้ข้าวเหนียวสุกที่ผ่านการล้างน้ำ ส่วนแหล่งผลิตที่เข้าเยี่ยมชมที่เหลือจำนวน 5 แห่ง คือ แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 1 แหล่งผลิตในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเหนือ แหล่งที่ 1 แหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลางแหล่งที่ 1 และ 2 และแหล่งผลิตในจังหวัดมหาสารคาม แหล่งที่ 1 ใช้ข้าวเจ้าสุกที่ผ่านการล้างน้ำ ส่วนขั้นตอนการผสมปลา กับส่วนผสมอื่น ๆ มี 2 แบบ คือ การผสมปลา กับส่วนผสมเกลือ ข้าวสุก และกระเทียม โดยไม่หมักปลากับเกลือแล้วพักไว้ก่อนมี 3 แห่ง คือ แหล่งผลิตในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเหนือแหล่งที่ 1 แหล่งผลิตในจังหวัดมหาสารคาม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 และแหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแหล่งที่ 2 ส่วนแหล่งผลิตที่เหลือมีการหมักปลากับเกลือทิ้งไว้ก่อนการนำมาผสมกับข้าว และกระเทียม ในขณะที่ระยะเวลาในการหมักทุกแหล่งผลิตใช้เวลาประมาณ 3 วัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะทำการหมักรวมในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการหมัก จากนั้นจึงจำหน่ายทั้งแบบยกทั้งภาชนะให้ผู้รับไปจำหน่ายแบ่งบรรจุเอง และแบบบรรจุแยกถุงละ 0.5-1.0 กิโลกรัม

เมื่อพิจารณาถึงสูตรส่วนผสมของแต่ละแหล่งผลิต พบว่าในการผลิตปลาสำ้มมีส่วนผสมหลัก 4 อย่าง คือ ปลา กระเทียม เกลือ และข้าว ในขณะที่บางแห่งมีการเติมน้ำตาล และผงชูรสด้วย อย่างไรก็ตามแหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 และแหล่งผลิตในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 ยังมีการใช้ดินประสิว และโซเดียมไนไตรท์ ซึ่งตามประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสำ้ม มาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548) ห้ามใช้แล้วก็ตาม โดยจากข้อมูลของสูตรส่วนผสมของแหล่งผลิตที่มีการเปิดเผยข้อมูลพบว่า ในการผลิตปลาสำ้มตัวมีสัดส่วนของวัตถุดิบหลักโดยประมาณดังต่อไปนี้ ปลาร้อยละ 58.32-84.04 กระเทียมร้อยละ 4.20-29.15 เกลือร้อยละ 0.76-6.67 และข้าวร้อยละ 6.67-15.75 อย่างไรก็ตามการผลิตปลาสำ้มของแหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลางแหล่งที่ 1 มีการใช้เกลือในสูตรส่วนผสมต่ำเพียงร้อยละ 0.76 เนื่องจากในขั้นตอนการเตรียมปลา มีการหมักปลากับเกลือในอัตราส่วนปลา 5 ส่วน กับเกลืออีก 1 ส่วน ใช้นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำปลามาล้างก่อนนำไปหมักกับส่วนผสมอื่น ๆ ซึ่งหากโดยทั่วไปการหมักปลาสำ้มจะใช้เกลือระหว่างร้อยละ 5.83-6.67 ในส่วนของปลาสำ้มฟักสูตร และกรรมวิธีการผลิตไม่แตกต่างกันมากนัก อีกทั้งคณะผู้วิจัยมุ่งเน้นการศึกษาผลิตภัณฑ์ปลาสำ้มตัว และปลาสำ้มชิ้นจึงไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียดของปลาสำ้มฟัก



การเตรียมปลา



การล้างปลา



กระเทียมโขลกพอแหลก



การล้างข้าวเหนียวสุกด้วยน้ำ

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการเตรียมวัตถุดิบปลาและส่วนผสมอื่น ๆ จากแหล่งผลิตที่เข้าเยี่ยมชม



นวดปลากับเกลือ



คลุกกับข้าวและกระเทียม



ยัดท้องปลาด้วยส่วนผสม



บรรจุปลาลงในถุงพลาสติก



มัดปากถุงให้แน่น



ทับด้วยของหนัก

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการคลุกเคล้าวัตถุดิบปลากับส่วนผสมอื่น ๆ และการหมักปลาสำ้มจากแหล่งผลิตที่เข้าเยี่ยมชม

3.3.2 การเก็บตัวอย่าง

จากการที่คณะผู้วิจัยได้ทำการเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาส้มที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเก็บตัวอย่างปลาส้มจากแหล่งผลิต รวม 11 แห่ง ได้ทำการเก็บตัวอย่างจาก 8 แหล่งผลิต จำนวน 9 ตัวอย่าง พร้อมกันนี้ได้เก็บตัวอย่างปลาส้มที่มีวางจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 8 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างปลาส้มทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง ซึ่งส่วนใหญ่ปลาที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ ได้แก่ ปลาคะเพียน ปลานวลจันทร์ ปลาเยือกและปลาจีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาคะเพียนเป็นปลาที่นิยมนำมาใช้ผลิตเป็นปลาส้มมากที่สุด ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างจึงได้แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ปลาส้มปลาคะเพียน และปลาส้มที่ไม่ใช่ปลาส้มปลาคะเพียน ได้แก่ ปลาส้มปลานวลจันทร์และปลาส้มปลาจีน

กลุ่มที่ 1 ปลาส้มปลาคะเพียน

สถานประกอบการที่คณะผู้วิจัยเข้าเยี่ยมชม และเก็บตัวอย่างปลาส้มปลาคะเพียน จำนวน 5 แห่ง คือ

1. แหล่งผลิตในจังหวัดลพบุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1	จำนวน 1 ตัวอย่าง
2. แหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1	จำนวน 1 ตัวอย่าง
3. แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1	จำนวน 1 ตัวอย่าง
4. แหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1	จำนวน 2 ตัวอย่าง
5. แหล่งผลิตในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1	จำนวน 1 ตัวอย่าง

ปลาส้มปลาคะเพียนจากตลาดสด จำนวน 4 ตัวอย่าง จาก

1. ตลาดสดจังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 1
2. ตลาดสดจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 1
3. ตลาดสดจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 1
4. ตลาดสดจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 2

รวมจำนวนตัวอย่างปลาส้มปลาคะเพียนที่นำมาทำการศึกษาในครั้งนี้จำนวน 10 ตัวอย่าง จากการเยี่ยมชมแหล่งผลิต 5 แห่ง จำนวน 6 ตัวอย่าง และตัวอย่างจากตลาดสดจำนวน 4 ตัวอย่าง ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการกำหนดรหัสของแต่ละตัวอย่างเพื่อย้ำถึงในการวิเคราะห์ และการรายงานผลแสดงดังในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รหัสตัวอย่างปลาส้มปลาตะเพียนที่เก็บจากแหล่งผลิต และตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตัวอย่างที่	ผลิตภัณฑ์ปลาส้ม	รหัส
1	แหล่งผลิตในจังหวัดลพบุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1	FLB
2	แหล่งผลิตในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคกลาง แหล่งที่ 1	FIS
3	แหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1	FKU
4	แหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 (ตัวอย่างที่ 1)	MYYS
5	แหล่งผลิตในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งที่ 1 (ตัวอย่างที่ 2)	MYGS
6	ตลาดสดในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแหล่งที่ 1	JMUb
7	ตลาดสดในจังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 1	FMN
8	ตลาดสดในจังหวัดยโสธร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 1	YLYS
9	ตลาดสดในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 1	MAUb
10	ตลาดสดในจังหวัดอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอย่างที่ 2	MTUb

กลุ่มที่ 2 ปลาส้มที่ไม่ใช่ปลาส้มปลาตะเพียน

สถานประกอบการที่คณะผู้วิจัยเข้าเยี่ยมชม และเก็บตัวอย่างปลาส้มปลานวลจันทร์จำนวน 3 แหล่ง คือ

1. แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 1 จำนวน 1 ตัวอย่าง
2. แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 2 จำนวน 1 ตัวอย่าง
3. แหล่งผลิตในจังหวัดแพร่ ภาคเหนือ แหล่งที่ 1 จำนวน 1 ตัวอย่าง

ปลาส้มปลานวลจันทร์ และปลาจีนจากตลาดสดจำนวน 4 ตัวอย่าง คือ

1. ปลาส้มปลานวลจันทร์จากตลาดสดในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือตัวอย่างที่ 1
2. ปลาส้มปลานวลจันทร์จากตลาดสดในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือตัวอย่างที่ 2
3. ปลาส้มปลานวลจันทร์จากตลาดสดในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือตัวอย่างที่ 3
4. ปลาส้มปลาจีนจากตลาดสดในจังหวัดลำพูน ภาคเหนือตัวอย่างที่ 1

รวมจำนวนตัวอย่างปลาส้มปลานวลจันทร์และปลาจีนที่นำมาทำการศึกษาในครั้งนี้ จำนวน 7 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิต 3 แหล่ง และจากตลาดสด 4 ตัวอย่าง โดยรหัสของแต่ละตัวอย่างแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รหัสตัวอย่างปลาสำปันานวลจันทร์ และปลาจันทน์ที่เก็บจากแหล่งผลิต และตลาดสดใน
ภาคเหนือ และภาคกลาง

ลำดับที่	ผลิตภัณฑ์ปลาสำ	รหัส
1	แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 1	FTMP
2	แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือ แหล่งที่ 2	FSiMP
3	แหล่งผลิตในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเหนือ แหล่งที่ 1	FJPb
4	ตลาดสดในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือตัวอย่างที่ 1	FDMP
5	ตลาดสดในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือตัวอย่างที่ 2	FCMP
6	ตลาดสดในจังหวัดพะเยา ภาคเหนือตัวอย่างที่ 3	FSMP
7	ตลาดสดในจังหวัดลำพูน ภาคเหนือตัวอย่างที่ 1	JPLP

3.4 สรุป

จากการเข้าเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสำที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวม 11 แห่ง พบว่าปลาที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาสำ ได้แก่ ปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ ปลาจันทน์ และปลายี่สก และโดยส่วนใหญ่มีการสร้างโรงเรือนเฉพาะที่ปิดมิดชิดสำหรับใช้ในการผลิตและบรรจุปลาสำ ส่วนขั้นตอนการผลิตหลักในการหมักปลาสำตัวประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการเตรียมปลา ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ กระเทียม และการเตรียมข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวสุก ขั้นตอนการผสมปลากับส่วนผสมอื่น ๆ และขั้นตอนการบรรจุและการหมัก ซึ่งแต่ละแห่งมีรายละเอียดปลีกย่อย และเทคนิคการผลิตที่ต่างกันเล็กน้อย ในส่วนของสูตรส่วนผสม พบว่าประกอบด้วยส่วนผสมหลัก 4 อย่าง คือ ปลา กระเทียม เกลือ และข้าว ซึ่งจากการเข้าเยี่ยมชมและสอบถามจากผู้ผลิตที่มีการเปิดเผยข้อมูล พบว่าในการผลิตปลาสำต้องใช้ปลาร้อยละ 58.32-84.04 กระเทียมร้อยละ 4.20-29.15 เกลือร้อยละ 0.76-6.67 และข้าวร้อยละ 6.67-15.75 ในขณะที่บางแห่งมีการเติมน้ำตาล ผงชูรส และดินประสิวด้วย พร้อมกันนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างจาก 8 แหล่งผลิตจำนวน 9 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างปลาสำที่มีวางจำหน่ายในตลาดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 8 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างปลาสำทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพในด้านอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 4

การศึกษาคุณภาพทางเคมี และประสาทสัมผัสของปลาสดจากการเยี่ยมชม แหล่งผลิตปลาสดที่มีชื่อเสียง และจำหน่ายในท้องตลาดในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง

4.1 บทนำ

ปลาสดหรือสัปปะปลาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตมากในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของประเทศไทย ได้จากการหมักปลาน้ำจืดสดที่ตัดแต่งทำความสะอาดแล้วกับข้าวเหนียว หรือข้าวเจ้าสุก กระเทียม และเกลือ จากนั้นเก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิททิ้งไว้ 2-3 วัน ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิของสถานที่เก็บจนเกิดรสเปรี้ยว (สำนักงานวิทยาศาสตร์แห่งชาติ, 2548; Saisithi *et al.*, 1986) ลักษณะปลาสดที่ดีต้องมีกลิ่นรส รสชาติเป็นไปตามธรรมชาติของปลาสด ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืนอันไม่พึง ประสงค์ ลักษณะเนื้อของปลาแน่น ไม่ยุ่ยละ ไม่พบสิ่งแปลกปลอม เช่น เส้นผม ชิ้นส่วนของแมลง หนอน หนู และนก ดิน กรวด และทราย รวมถึงห้ามใช้โซเดียม/โพแทสเซียมไนไตรท์ โซเดียม/โพแทสเซียมไนเตรท โซเดียมบอเรต (บอแรกซ์) ฟอสเฟต และสีปลาสดต้องมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ ระหว่าง 4.0-6.0 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

จากตัวอย่างปลาสดที่ได้จากการเยี่ยมชมสถานที่ผลิต และจากตลาดสดในท้องถิ่นดังกล่าวไว้ในบทที่ 3 คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี และประสาทสัมผัส เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลคุณภาพขั้นพื้นฐาน และใช้เป็นแนวทางในการบ่งชี้ถึงคุณสมบัติของปลาสดที่ดี และได้รับความนิยมนิยมจากผู้บริโภค

4.2 ระเบียบวิธีวิจัย

4.2.1 การศึกษาคุณภาพองค์ประกอบทางเคมีของปลาสด (Chemical Analysis)

นำตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ได้เยี่ยมชม และที่มีวางจำหน่ายในพื้นที่ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเกลือ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแล็กติก และความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ก. การเตรียมตัวอย่าง

ทำการแล่เนื้อปลาสดที่ผ่านการหมักที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน โดยตัดส่วนหัว และหางออก และเอาก้างกลางออก แล้วสับบดเนื้อปลาสดให้ละเอียดด้วย Blender (MX-T2GN, เอ. พี. เนชั่นแนล

เซลล์ จำกัด, กรุงเทพฯ) เป็นเวลา 5 นาที ประกอบด้วย เนื้อปลาทั้งตัว ก้างอ่อน ขั้ว และกระเทียมทั้งที่บรรจุในส่วนท้อง และที่บริเวณผิวของตัวปลา เพื่อพร้อมที่จะใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

ข. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

วิเคราะห์ความชื้นตามวิธี AOAC (1997) โดยอบด้วยอุณหภูมิเยยมสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เก็บในตู้ดูดความชื้น จนกระทั่งอุณหภูมิของถ้วยอุณหภูมิเยยมถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นชั่งตัวอย่างปลาต้มให้ได้น้ำหนัก 1.0000 ± 0.1000 กรัม ใส่ลงในถ้วยอุณหภูมิเยยม อบตัวอย่างในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง แล้วเก็บในตู้ดูดความชื้น เมื่ออุณหภูมิของตัวอย่างเย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง บันทึกน้ำหนักสุดท้าย และคำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร

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

ค. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนที่มีทั้งหมดในตัวอย่างด้วย Kjeldahl Method (AOAC, 1997) แล้วเปลี่ยนปริมาณไนโตรเจนให้เป็นปริมาณโปรตีน โดยคูณด้วยค่าแฟกเตอร์ 6.25

ชั่งตัวอย่างปลาต้มให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.5000-1.0000 กรัม ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน ใส่สารผสมคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) (อัตราส่วน 1:10) ปริมาณ 5.00 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 15 มล. และสารป้องกันการเกิดโฟมจำนวน 5 หยด ย่อยบนเตาที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายใส ทิ้งให้เย็น จากนั้นนำมากลั่นด้วยเครื่องกลั่นไอน้ำ (Buchi Distillation Unit model B-324, BUCHI Labortechnik, Switzerland) โดยตั้งโปรแกรมของเครื่องกลั่นให้เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มล. และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 32 ปริมาตร 85 มล. ลงในขวดย่อยโปรตีน ทำการกลั่นประมาณ 7 นาที รองรับสารละลายที่กลั่นได้ด้วย กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มล. ที่ผสมอินดิเคเตอร์ (1.0000 g Bromocresol green and 0.2000 g Methyl red in 95% Ethanol) 4-5 หยด ที่บรรจุในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง สำหรับการวิเคราะห์ blank ทำตามขั้นตอนดังกล่าวโดยไม่มีการเติมตัวอย่างปลาต้ม คำนวณปริมาณโปรตีนจากสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(A - B) \times N \times 1.4007 \times F}{W}$$

เมื่อ	A	=	ปริมาตรกรดที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มล.)
	B	=	ปริมาตรกรดที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank (มล.)
	N	=	ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มอล)
	F	=	แฟกเตอร์ 6.25
	W	=	น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

ง. การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ

วิเคราะห์ปริมาณเกลือด้วยวิธี AOAC (2000) โดยการชั่งตัวอย่างปลาต้มให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ปริมาณ 1.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. เติม 0.1 นอร์มอลของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรด (AgNO_3) ปริมาตร 15 มล. แก้วขวดรูปชมพู่ให้ผสมกันดี และเติมกรดไนตริกเข้มข้นปริมาตร 10 มล. ต้มให้เดือดจนกระทั่งเนื้อปลาต้มย่อยหมด (ประมาณ 10 นาที) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มล. เติมเฟอร์ริกอัลลัมอินดิเคเตอร์ (Ferric alum indicator) ปริมาตร 5.0 มล. แก้วขวดรูปชมพู่ให้ผสมกัน นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 นอร์มอลของสารละลายโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (Potassium thiocyanate) จนได้จุดยุติสีน้ำตาลอ่อน และคำนวณปริมาณเกลือจากสูตร

$$\text{ปริมาณเกลือคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(A - B) \times N \times 0.05845 \times 100}{W}$$

เมื่อ	A	=	ปริมาตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรดที่ใช้ (มล.)
	B	=	ปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (มล.)
	N	=	ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (นอร์มอล)
	0.05845	=	แฟกเตอร์ของโซเดียมคลอไรด์ที่ทำปฏิกิริยาสมมูลกับซิลเวอร์ไนเตรด
	W	=	น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

จ. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดด้วยวิธี AOAC (2000) โดยการชั่งตัวอย่างปลาต้มให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนปริมาณ 5.00 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 มล. ผสมให้เข้ากันด้วยการนำไป homogenize (Nissei AM-8 homogenizer, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan) ที่ความเร็วรอบ 11,000 รอบต่อนาที นาน 60 วินาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 6000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส (K2R Series model 5440, Centurion Scientific Ltd.,UK) นำส่วนที่เป็นสารละลายใสมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 (Whatman No.4) จากนั้นนำสารละลายที่ผ่านการกรองมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein) เป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดจากสูตร

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมดคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{ml. NaOH} \times N \times 90.09 \times 100}{\text{Weight of sample (g)} \times 1000}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } N &= \text{ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)} \\ 90.09 &= \text{มวลโมเลกุลของกรดเล็กติก} \end{aligned}$$

จ. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

สำหรับการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (S20 SevenEasy™, Mettler Toledo International Inc, Switzerland) โดยการจุ่มหัวอ่านลงในตัวอย่างปลาสดที่ผ่านการบดละเอียดโดยตรง

ข. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

วิเคราะห์ปริมาณไขมันด้วยวิธี AOAC (1997) โดยใช้วิธีการสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) ด้วยเครื่องสกัดไขมันอัตโนมัติ (Auto extraction Unit, Model SOXTEC avanti 2050, Foss Electric, Sweden) นำตัวอย่างเนื้อปลาไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เก็บในตู้ดูดความชื้น จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวอย่างเนื้อปลาลดลงถึงอุณหภูมิห้อง ซึ่งให้น้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 75-80 มล. ลงในตัวอย่างเนื้อปลา นำไปใส่ในเครื่องเพื่อสกัด ซึ่งตัวอย่างปลาที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 1.0000 กรัม ใส่ลงใน Cellulose Thimble แล้วนำไปใส่ในเครื่องสกัดตั้งการทำงานของเครื่องให้ทำงานที่สภาวะอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 80 นาที นำตัวอย่างเนื้อปลาที่ผ่านการสกัดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนไม่มีปิโตรเลียมอีเทอร์เหลืออยู่ ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น บันทึกน้ำหนัก และคำนวณจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมันร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลังสกัด} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนสกัด}}$$

4.2.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างปลาสดที่เก็บจากแหล่งผลิต โดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกและคัดเลือก เพื่อให้ได้ข้อมูลทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ของปลาส้มดิบ และปลาส้มทอดด้วยวิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) จากนั้นนำข้อมูลที่นำมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ของข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SAS

ก. การฝึกและคัดเลือกผู้ประเมิน (Panelist Training and Screening)

ครั้งที่ 1 เป็นการฝึกเพื่อหาคุณลักษณะ (attributes) ที่จะใช้สำหรับกำหนดลงในแผ่นคะแนน (score sheet) โดยมีผู้เข้าทดสอบทั้งหมด 13 คน ซึ่งทั้งหมดเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสมาก่อน ลักษณะการฝึกเป็นการพิจารณาการเปิด (open discussion) โดยให้ผู้เข้าทดสอบชิมคุณลักษณะปรากฏ คมกลิ่น ปลาสดดิบ และมีการชิมด้วยสำหรับปลาสดทอดสุก และให้ผู้ทดสอบบอกว่าเห็นลักษณะปรากฏ (appearance) ได้รับกลิ่น (aroma) และกลิ่นรส (flavor) รวมทั้งรสชาติอะไรบ้าง แล้วสรุปผลคุณลักษณะปรากฏ กลิ่น และกลิ่นรสต่าง ๆ ของปลาสดดิบได้พอสังเขป คือ สีของหนังและเนื้อปลา สีของน้ำจากปลาสด ความชุ่มฉ่ำน้ำ ความมีเกล็ด เมื่อก ฟองก๊าซ ความมันวาวของเกล็ดขาว กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นกระเทียม กลิ่นเกลือ และลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณลักษณะของปลาสดทอดสุก คือ สีของหนัง และเนื้อปลา ความสมบูรณ์ของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อ ความมีเกล็ด กลิ่นน้ำมันไหม้ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นเกลือ กลิ่นกระเทียม ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรสเปรี้ยว เค็ม ขม กลิ่นรสอ่อยกลมกล่อม กลิ่นรสกระเทียม และความเลี่ยนมัน รวมถึงความรู้สึกที่ได้หลังการกลืน

ครั้งที่ 2 ฝึกผู้ประเมินให้มีความคุ้นเคยกับคุณลักษณะ (attributes) ที่ได้จากการสรุปในครั้งที่ 1 โดยการเตรียม Reference สำหรับคุณลักษณะต่าง ๆ คือ

ลักษณะด้านสีของเนื้อ และหนังปลาสดใช้แผ่นเทียบสี The RHS Colour Chart (The Royal Horticultural Society London, 1966, 1986, 1995) ในการเปรียบเทียบค่าสีภายใต้แสงสว่าง Daylight (D65)

คุณลักษณะความแน่นเนื้อ (firmness) ใช้ทูนาแซนวิชในน้ำเกลือ ตรานีล็ค (บริษัท ไทยรวมสิน พัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) แทนลักษณะยุ่ย (soggy) และใช้เนื้อปลาแมคเคอเรลทอดราดพริก ตราระยัม (บริษัท ผลิตภัณฑ์ปลากระป๋องสยาม จำกัด, สตูล, ประเทศไทย) แทนลักษณะเนื้อแน่น

ความมีเกล็ด (flakiness) ใช้ปลาตะเพียนหนึ่งไม่ทอดเกล็ดแทนลักษณะเกล็ดที่ระดับสูง (much)

กลิ่นน้ำมันโดนความร้อนสูง (heat oil aroma) ใช้ น้ำมันปาล์มผ่านการให้ความร้อนสูง 180 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เป็นตัวแทนของคุณลักษณะ heat oil aroma

กลิ่นเปรี้ยว (sour aroma) ใช้สารละลายร้อยละ 10 โดยปริมาตรของน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิล ตรานีล็ค (บริษัท เอช. เจ. ไสเนซ, เพนซิลวาเนีย, สหรัฐอเมริกา) เป็นตัวแทนกลิ่นเปรี้ยวที่ระดับสูง

กลิ่นคาวปลา (fishy aroma) ใช้ น้ำมันปลาแซลมอน 1000 มก. ตรานาทร่าไลฟ์ (บริษัท เนเจอร์ เบาน์ตี้, นิวยอร์ก, สหรัฐอเมริกา) แทนลักษณะกลิ่นคาวปลา

คุณลักษณะการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลา (cohesiveness of mass) ใช้เนื้อปลาซาร์ดีนในซอสมะเขือเทศ ตราระยัม (บริษัท มาฟิโบร เอสดีเอ็น บีเอชเอ ไทมิง, ประเทศมาเลเซีย) แทนลักษณะ

เนื้อสัมผัสร่วน และใช้เนื้อปลาแมคเคอเรลทอดราดพริก ตราอะยมั แทนลักษณะ cohesive ที่ระดับ much

คุณลักษณะความชุ่มฉ่ำของเนื้อปลา (dryness) ใช้ปลาแผ่นอบ ตรา TEN TEN (บริษัท ชัน ยางอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด, นครปฐม, ประเทศไทย) แทนลักษณะ Dry และใช้เจลร้อยละ 7 โดย น้ำหนักของ Agar แทนลักษณะ Watery

คุณลักษณะความเป็นก้าง (boniness) ใช้เนื้อปลานิลหนึ่ง และเนื้อปลาตะเพียนหนึ่งแทนลักษณะ Boniness ที่ระดับ non และ much ตามลำดับ

คุณลักษณะกลิ่นรสเปรี้ยว (sour flavor) ใช้สารละลายเข้มข้นร้อยละ 25 โดยปริมาตรของ กรดแล็กติก เป็นตัวแทนกลิ่นรสเปรี้ยวที่ระดับสูง (much)

คุณลักษณะกลิ่นรสเค็ม (salty flavor) ใช้สารละลายเข้มข้นร้อยละ 4 โดยน้ำหนักของเกลือแกง เป็นตัวแทนกลิ่นรสเค็มที่ระดับ much

คุณลักษณะกลิ่นรสอร่อย (umami) ใช้สารละลายเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักของผงชูรส ตรา อะมิโนโมะโตะ แทนกลิ่นรสอร่อยที่ระดับ much

คุณลักษณะกลิ่นรสกระเทียม (garlic) ใช้กระเทียมสดแกะกลีบสดใหม่ แทนกลิ่นรสกระเทียมที่ ระดับ much

คุณลักษณะกลิ่นรสเลี่ยนมัน (oiliness) ใช้ทุณาสเต็กในน้ำมันเกลือ และในน้ำมันพืช ตราซีเล็ค (บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) แทนลักษณะกลิ่นรสเลี่ยนมัน และความเลี่ยนมันหลังการกลั่น ที่ระดับ non และ much ตามลำดับ

ครั้งที่ 3 สร้างแผ่นคะแนน (score sheet) แบบ Quantitative Descriptive Analysis (QDA) ตาม วิธีของ Stone และ Sidel (1993) ทำการฝึกผู้ประเมินให้คุ้นเคยกับ score sheet และทดลองกระบวนการ วิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสทั้งหมด โดยทำให้ปลาสัมผัสสุดด้วยวิธีการทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 12 นาที ด้วยกระทะไฟฟ้า TOSHIBA (รุ่น HGM-9WD(LK)A, บริษัท โตชิบา ไทย แลนด์ จำกัด, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) ผู้ทดสอบฝึกการให้คะแนนโดยการคุณลักษณะปรากฏ การดม กลิ่นปลาสดดิบ และการชิมสำหรับปลาสัมผัสทอด ใช้สารละลายอ้างอิง (Reference) ตามที่อ้างอิงไว้ใน การฝึก และคัดเลือกผู้ประเมิน ครั้งที่ 2 เปรียบเทียบกลิ่นรส การฝึกการประเมินคุณภาพทางประสาท สัมผัสของปลาสดดิบ และปลาสัมผัสทอด ใช้ตัวอย่างปลาสัมผัสตามท้องตลาด เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับ คุณลักษณะใน score sheet และทำความเข้าใจกับความหมายของแต่ละคุณลักษณะได้ถูกต้อง เพื่อ สามารถให้คะแนนในแต่ละคุณลักษณะได้อย่างถูกต้อง

ข. การทดลองเพื่อเก็บข้อมูล

การประเมินสี กลิ่น เนื้อสัมผัสของปลาสดดิบ และกลิ่นรสรวมถึงรสชาติของปลาสัมผัสทอดด้วย วิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) (Stone and Sidel, 1993) ใช้ตัวอย่างปลาสดดิบ และทอด

สุกตัวอย่างละครึ่งตัวต่อชุดการเสิร์ฟ จัดตัวอย่างให้มองเห็นลักษณะของชิ้นปลาต้มครึ่งซีก และบรรจุในกล่องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสามารถเปิดฝาเพื่ออดมกลิ่นได้ (รูปที่ 4.1)

ค. การเตรียมตัวอย่างปลาต้มดิบ และปลาต้มทอด

การเตรียมตัวอย่างปลาต้มดิบ โดยทำการตัดปลาต้มออกเป็น 2-3 ชิ้น ขึ้นกับขนาดของปลาต้ม เก็บตัวอย่างปลาต้มดิบที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำออกมาวางที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง ก่อนเสิร์ฟ

การเตรียมตัวอย่างปลาต้มทอด โดยทำการตัดปลาแต่ละตัวออกเป็น 2-3 ชิ้น ขึ้นกับขนาดของปลาต้ม จากนั้นนำไปทอดในน้ำมันปาล์ม (บริษัทมรกตอินดัสตรี จำกัด (มหาชน), ประเทศไทย) ควบคุมอุณหภูมิการทอดที่ 160 องศาเซลเซียส ด้วยกระทะไฟฟ้า (TOSHIBA รุ่น HGM-9WD(LK)A, บริษัท โตชิบา ไทยแลนด์ จำกัด, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) ใช้เวลาในการทอดรวม 20 นาที โดยทำการพลิกกลับด้านปลาเมื่อเวลาผ่านไป 8 และ 16 นาที ซึ่งระดับน้ำมันต้องท่วมตัวปลาตลอดระยะเวลาในการทอด จากนั้นนำปลาต้มทอดขึ้นสะเด็ดน้ำมันด้วยกระดาษซับน้ำมัน จนกระทั่งปลาต้มทอดมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 12 -15 นาที

ง. การประเมินคุณภาพปลาต้ม

ตัวอย่างที่ทำการทดสอบมีทั้งปลาต้มดิบ และปลาต้มทอด โดยจะทำการสุ่มลำดับสำหรับการเสิร์ฟแตกต่างกันไปในแต่ละครั้ง ตัวอย่างแต่ละชนิดจะเสิร์ฟในกล่องพลาสติกใสสำหรับบรรจุอาหารมีฝาปิด กล่องละ 1 ชิ้น โดยจะจัดตัวอย่างใส่กล่องเมื่อผู้ประเมินพร้อมประเมินจะทำการเสิร์ฟ ตัวอย่างปลาต้มดิบเป็นลำดับแรก และเสิร์ฟตัวอย่างปลาต้มทอดเป็นลำดับต่อไปหลังจากผู้ทดสอบประเมินคุณภาพปลาต้มดิบเรียบร้อยแล้ว โดยใช้ขนมปังกรอบชนิดจี๊ด Golden crackers ตรา Julie's (บริษัท แฟคเจอร์ริง (เอ็ม) จำกัด, มะละกา, มาเลเซีย) เป็นตัวควบคุม และปรับ aftertaste ระหว่างตัวอย่างปลาต้มทอด ซึ่งทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส (รูปที่ 4.2)

4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SAS

4.3 ผลการวิจัย

4.3.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

คุณภาพองค์ประกอบทางเคมีของพลาสติกที่ได้จากแหล่งผลิตต่าง ๆ ในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวม 17 ตัวอย่าง แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ในกลุ่มที่ใช้พลาสติกเพียในการผลิต จำนวน 10 ตัวอย่าง ได้แก่ พลาสติก FLB, FIS, FKU, MYYS, MYGYS, JMUb, FMN, YLYS, MAUb และ MTUb สำหรับกลุ่มที่ไม่ใช้พลาสติกเพียเป็นวัตถุดิบในการผลิต จำนวน 7 ตัวอย่าง ได้แก่ พลาสติก FTMP, FSiMP, FJPb, FDMP, FCMP, FSMP และ JPLP ซึ่งคณะผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบคุณภาพในด้านต่าง ๆ ของพลาสติก 2 กลุ่มนี้แยกจากกัน โดยองค์ประกอบทางเคมีของกลุ่มพลาสติกพลาสติกเพียแสดงในตารางที่ 4.1 และกลุ่มพลาสติกที่ไม่ใช้พลาสติกเพียแสดงในตารางที่ 4.2

กลุ่มพลาสติกพลาสติกเพีย

องค์ประกอบทางเคมีของพลาสติก ทั้งปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 67.85-72.45 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.48-5.54 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดเล็กติก (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 0.24-1.28 และ 0.77-4.14 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 2.06-6.20 และ 7.48-21.82 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 12.40-17.25 และ 40.47-56.69 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 2.49-4.96 และ 8.14-15.43 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

ปริมาณความชื้นของตัวอย่างพลาสติกแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มโดยกลุ่มแรก คือ พลาสติก YLYS มีปริมาณความชื้นสูงสุด คือ ร้อยละ 72.45 โดยน้ำหนัก กลุ่มที่ 2 ได้แก่ พลาสติก MYYS มีปริมาณความชื้นร้อยละ 71.26 โดยน้ำหนัก ส่วนกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยพลาสติก FIS, MYGYS, JMUb, FMN และ MTUb มีปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 69.03-69.57 โดยน้ำหนัก และกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุด ได้แก่ พลาสติก FLB และ FKU ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 67.85 และ 68.00 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนพลาสติก MAUb มีปริมาณความชื้นร้อยละ 71.59 โดยน้ำหนัก ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งพลาสติก YLYS และ MYYS อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นของพลาสติกทั้ง 10 ตัวอย่าง มีความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุด และต่ำสุดประมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนักเท่านั้น (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์กลุ่มปลาสามปลาดะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง และจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รหัสผลิตภัณฑ์ ปลาสาม	ปริมาณ ความชื้น (%)	ความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด*(%)		ปริมาณเกลือ (%)		ปริมาณโปรตีน (%)		ปริมาณไขมัน (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
FLB	67.85±0.29 ^d	5.48±0.03 ^b	0.32±0.01 ^c	0.98±0.04 ^c	4.69±0.09 ^b	14.58±0.28 ^c	14.62±0.01 ^f	45.48±0.02 ^f	4.96±0.05 ^a	15.43±0.13 ^a
FIS	69.03±0.20 ^c	4.48±0.00 ⁱ	1.28±0.02 ^a	4.14±0.06 ^a	3.30±0.08 ^c	10.66±0.31 ^c	12.81±0.01 ^h	41.36±0.03 ^g	4.50±0.14 ^b	14.54±0.33 ^b
FKU	68.00±0.42 ^d	4.85±0.01 ^g	1.07±0.07 ^b	3.35±0.20 ^b	3.54±0.05 ^{de}	11.06±0.15 ^c	17.05±0.05 ^b	53.27±0.11 ^c	4.11±0.04 ^c	12.84±0.10 ^c
MYYS	71.26±0.49 ^b	5.30±0.02 ^c	0.43±0.02 ^c	1.49±0.07 ^c	4.03±0.09 ^c	14.02±0.31 ^{cd}	15.08±0.03 ^c	52.47±0.09 ^d	2.99±0.02 ^g	10.39±0.07 ^g
MYGYS	69.57 ±0.61 ^c	5.21±0.02 ^d	0.42±0.02 ^c	1.39±0.07 ^c	3.88±0.56 ^{cd}	12.75±1.86 ^d	17.25±0.08 ^a	56.69±0.27 ^a	2.60±0.06 ^h	8.54±0.18 ^h
JMU ^b	69.23±0.94 ^c	5.54±0.02 ^a	0.24±0.01 ^d	0.77±0.02 ^c	2.76±0.28 ^f	8.97±0.90 ^f	16.25±0.08 ^c	52.80±0.27 ^{cd}	3.60±0.06 ^d	11.70±0.18 ^{de}
FMN	69.35±0.10 ^c	4.79±0.01 ^h	1.12±0.05 ^b	3.64±0.17 ^b	2.77±0.03 ^f	9.03±0.13 ^f	12.40±0.09 ⁱ	40.47±0.22 ^h	2.49±0.02 ^h	8.14±0.04 ⁱ
YLYS	72.45±0.24 ^a	5.13±0.01 ^c	0.35±0.02 ^{de}	1.26±0.06 ^c	2.06±0.06 ^g	7.48±0.20 ^g	14.25±0.08 ^g	51.71±0.30 ^c	3.19±0.03 ^f	11.58±0.10 ^c
MAU ^b	71.59±0.83 ^{ab}	5.03±0.01 ^f	0.31±0.01 ^c	1.11±0.04 ^c	6.20±0.19 ^a	21.82±0.66 ^a	15.47±0.21 ^d	54.46±0.75 ^b	3.42±0.15 ^c	12.05±0.51 ^d
MTU ^b	69.55±0.12 ^c	5.32±0.03 ^c	0.39±0.01 ^{cd}	1.29±0.02 ^c	5.08±0.41 ^b	16.68±1.35 ^b	17.23±0.08 ^a	56.59±0.27 ^a	3.36±0.04 ^c	11.05±0.14 ^f

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ * ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก

ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาสดปลาตะเพียนของแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงปลาสด MYYS และ MTUb เท่านั้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปลาสดที่ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ ปลาสด JMUb ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.54 รองลงมา ได้แก่ ปลาสด FLB มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.48 กลุ่มรองลงมาอีก 7 กลุ่ม ได้แก่ ปลาสด MYYS และ MTUb ปลาสด MYGYS, YLYS, MAUb, FKU, FMN และ FIS มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.30, 5.32, 5.21, 5.13, 5.03, 4.85, 4.79 และ 4.48 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ของปลาสดแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม (ตารางที่ 4.1) โดยปลาสดที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด ได้แก่ ปลาสด JMUb มีค่าร้อยละ 0.24 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ปลาสด FIS มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.28 โดยน้ำหนัก รองลงมาประกอบด้วยปลาสด MYYS และ MYGYS มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ร้อยละ 0.43 และ 0.42 โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลอง พบว่าค่าวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในปลาสดมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างที่วิเคราะห์ได้ คือ ปลาสดที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูง (เช่น ปลาสด FIS ร้อยละ 1.28 โดยน้ำหนัก) ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ (4.48) ส่วนปลาสดที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) น้อย คือ ปลาสด JMUb (ร้อยละ 0.24 โดยน้ำหนัก) จะให้ค่าความเป็นกรด-ด่างสูง (5.54) (ตารางที่ 4.1) หรือกล่าวได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันแบบผกผัน เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่าแบ่งได้เพียง 3 กลุ่มเท่านั้น ดังต่อไปนี้ กลุ่มที่ 1 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุด คือ ร้อยละ 4.14 โดยน้ำหนัก ได้แก่ ปลาสด FIS กลุ่มที่ 2 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) รองลงมาประกอบด้วยปลาสด FKU และ FMN (ร้อยละ 3.35 และ 3.64 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ) กลุ่มสุดท้าย ได้แก่ ปลาสด FLB, MYYS, MYGYS, JMUb, YLYS, MAUb และ MTUb มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุด โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 0.77-1.49 โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 4.1)

ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของตัวอย่างปลาสดมีค่าระหว่างร้อยละ 2.06-6.20 โดยน้ำหนัก และยังพบว่าปลาสด MAUb มีปริมาณเกลือสูงสุด (ร้อยละ 6.20 โดยน้ำหนัก) และปลาสด FLB และ MTUb มีปริมาณเกลือน้อยกว่าปลาสด MAUb (ร้อยละ 4.69 และ 5.08 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ) แต่มากกว่าปลาสด MYYS และ MYGYS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 4.03 และ 3.88 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ) ในขณะที่ปลาสด YLYS มีปริมาณเกลือต่ำสุด (ร้อยละ 2.06 โดยน้ำหนัก) และปลาสด JMUb และ FMN มีปริมาณเกลืออยู่ในกลุ่มเดียวกัน และมีปริมาณสูงกว่าปลาสด YLYS คือ ร้อยละ 2.76 และ 2.77 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) มีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) คือ ปลาสด MAUb มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 21.82 โดยน้ำหนัก และปลาสด YLYS มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 7.48 โดยน้ำหนัก ซึ่ง

ปริมาณเกลือที่มีในตัวอย่างปลาสดมีความแตกต่างกันโดยไม่มีรูปแบบเฉพาะคล้ายกันกับปริมาณความชื้น ความแตกต่างนี้อาจเป็นผลมาจากสูตรส่วนผสมของผู้ผลิตที่ใช้ในการผลิตปลาสด (ตารางที่ 4.1)

ปริมาณโปรตีนของปลาสดมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ จากตัวอย่าง 10 ตัวอย่าง แบ่งได้เป็น 9 กลุ่ม ซึ่งความแตกต่างทางสถิติที่เกิดขึ้น คาดว่าเกิดขึ้นเนื่องจากแต่ละตัวอย่างมีสูตรส่วนผสม ได้แก่ ปลา กระเทียม เกลือ และข้าวที่ต่างกัน ทำให้ค่าที่ได้มีความแตกต่างกันไปด้วย โดยตัวอย่างปลาสดปลาตะเพียนมีปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) อยู่ระหว่างร้อยละ 12.40-17.25 โดยน้ำหนัก โดยปลาสด MYGYS และ MTUb มีปริมาณโปรตีนฐานเปียกสูงสุดร้อยละ 17.23 และ 17.25 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนปลาสดที่มีปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) รองลงมาอีก 7 กลุ่ม เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ปลาสด FKU, JMUb, MAUb, MYYS, FLB, YLYS และ FIS มีปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) คือ ร้อยละ 17.05, 16.25, 15.47, 15.08, 14.62, 14.25 และ 12.81 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่ปลาสด FMN มีปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) น้อยที่สุด คือ ร้อยละ 12.40 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณโปรตีน (ฐานแห้ง) มีค่าระหว่างร้อยละ 40.47-56.69 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาสด MYGYS และ MTUb ยังคงมีปริมาณโปรตีนสูงสุด และปลาสด FMN มีปริมาณโปรตีน (ฐานแห้ง) ต่ำสุดเช่นเดียวกับปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) ในขณะที่ปลาสดตัวอย่างอื่น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มลำดับเล็กน้อย (ตารางที่ 4.1)

ปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) ของปลาสดมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.49-4.96 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาสด FMN และ MYGYS มีปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และอยู่ในกลุ่มต่ำที่สุด (ร้อยละ 2.49-2.60 โดยน้ำหนัก) ในขณะที่ปลาสด FLB มีปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 4.96 โดยน้ำหนัก รองลงมาอีก 3 กลุ่ม ได้แก่ ปลาสด FIS, FKU และ JMUb มีปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) ร้อยละ 4.50, 4.11 และ 3.60 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่ปลาสด MAUb และ MTUb มีปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ร้อยละ 3.36-3.42 โดยน้ำหนัก) และอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณไขมัน น้อยกว่าปลาสด JMUb เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ฐานแห้ง) พบว่าปลาสดที่มีปริมาณไขมัน (ฐานแห้ง) สูงสุด คือ ปลาสด FLB มีปริมาณไขมัน (ฐานแห้ง) ร้อยละ 15.43 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาสดอื่น ๆ ให้ค่าการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ฐานแห้ง) แตกต่างกัน ซึ่งมีปริมาณไขมันเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังต่อไปนี้ ร้อยละ 14.54, 12.84, 12.05, 11.58, 11.05, 10.39, 8.54 และ 8.14 โดยน้ำหนัก สำหรับปลาสด FIS, FKU, MAUb, YLYS, MTUb, MYYS, MYGYS และ FMN ตามลำดับ ในขณะที่ปลาสด JMUb มีปริมาณไขมัน (ฐานแห้ง) อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาสด MAUb และ YLYS (ตารางที่ 4.1)

กลุ่มปลาสดที่ไม่ใช่ปลาตะเพียน

องค์ประกอบทางเคมีของปลาสดในกลุ่มปลาสดที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนมีปริมาณความชื้นระหว่าง ร้อยละ 67.71-71.94 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.46-5.60 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูป

ของกรดแล็กติก (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 0.37-1.44 และ 1.32-4.93 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 2.23-6.60 และ 7.47-20.84 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 15.14-17.04 และ 47.85-58.48 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 0.91-3.68 และ 2.78-11.65 โดยน้ำหนักตามลำดับ

ปริมาณความชื้นของปลาสด FJPb และ FCMP มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าสูงสุด (ร้อยละ 71.65-71.94 โดยน้ำหนัก) ในขณะที่ปลาสดตัวอย่างอื่น ๆ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเรียงลำดับจากปริมาณความชื้นมากไปน้อยได้ดังต่อไปนี้ ปลาสด FSiMP, JPLP, FDMP, FSMP และ FTMP ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 70.98, 70.15, 68.97, 68.24 และ 67.71 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาสดสามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม จากปลาสดจำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งปลาสด FSiMP มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 4.46 ในขณะที่ปลาสด FSMP มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ 5.60 ส่วนปลาสด FDMP และ JPLP ซึ่งมีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง รองลงมา (4.64-4.65) ในขณะที่ปลาสด FJPb, FTMP และ FCMP มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.34, 4.78 และ 4.72 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ของตัวอย่างปลาสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาสดที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุด คือ ปลาสด FSiMP ซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.44 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาสด JPLP (ร้อยละ 1.21 โดยน้ำหนัก) ในขณะที่ปลาสด FCMP และ FDMP มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ไม่ต่างกันทางสถิติ (ร้อยละ 1.00-1.01 ตามลำดับ) และมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงเป็นอันดับ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ ส่วนปลาสดที่จัดว่าอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงเป็นอันดับที่ 4-6 ได้แก่ ปลาสด FTMP, FSMP และ FJPb มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ร้อยละ 0.82, 0.48 และ 0.37 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่ามีลำดับของแนวโน้มใกล้เคียงกัน โดยปลาสด FSiMP, JPLP และ FDMP มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 4.93, 4.05 และ 3.53 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ) และสูงเป็น 3 กลุ่มอันดับแรก ส่วนที่ปลาสดกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุดประกอบด้วยปลาสด FJPb และ FSMP (ร้อยละ 1.32 และ 1.50 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ)

ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของปลาสดแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้เป็นดังนี้ ปลาสด JPLP, FSiMP, FCMP, FJPb, FDMP, FTMP และ FSMP ในขณะที่ปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ของปลาสดแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเรียงลำดับกลุ่มจากน้อยไปมากเหมือนกับปริมาณเกลือ (ฐานเปียก)

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์กลุ่มปลาสามที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีข้อเสียและจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รหัสผลิตภัณฑ์	ปริมาณ	ความชื้น(%)	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด*(%)		ปริมาณเกลือ(%)		ปริมาณโปรตีน(%)		ปริมาณไขมัน(%)	
				ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
FTMP	67.71±0.34 ^f	4.78±0.01 ^c	0.82±0.05 ^d	0.82±0.05 ^d	2.51±0.16 ^c	5.26±0.02 ^b	16.11±0.07 ^b	16.70±0.06 ^b	51.10±0.12 ^f	0.91±0.01 ^c	2.78±0.04 ^f
FSiMP	70.98±0.14 ^b	4.46±0.01 ^f	1.44±0.05 ^a	1.44±0.05 ^a	4.93±0.17 ^a	2.64±0.05 ^f	9.06±0.16 ^f	17.04±0.01 ^a	58.48±0.04 ^a	1.07±0.01 ^d	3.66±0.02 ^c
FJPb	71.94±0.18 ^a	5.34±0.02 ^b	0.37±0.02 ^f	0.37±0.02 ^f	1.32±0.07 ^f	3.46±0.11 ^d	12.31±0.41 ^d	15.33±0.04 ^f	54.55±0.09 ^d	2.76±0.02 ^c	9.85±0.06 ^c
FDMP	68.97±0.52 ^d	4.64±0.02 ^e	1.01±0.03 ^c	1.01±0.03 ^c	3.20±0.10 ^d	4.66±0.09 ^c	14.76±0.27 ^c	16.32±0.05 ^d	51.65±0.13 ^c	3.68±0.02 ^a	11.65±0.04 ^a
FCMP	71.65±0.11 ^a	4.72±0.01 ^d	1.00±0.02 ^c	1.00±0.02 ^c	3.53±0.07 ^c	3.34±0.02 ^e	11.75±0.09 ^e	15.96±0.03 ^c	56.20±0.07 ^b	2.77±0.03 ^c	9.74±0.13 ^c
FSMP	68.24±0.26 ^e	5.60±0.01 ^a	0.48±0.03 ^e	0.48±0.03 ^e	1.50±0.09 ^f	6.60±0.08 ^a	20.84±0.25 ^a	15.14±0.06 ^g	47.85±0.14 ^g	3.43±0.12 ^b	10.86±0.27 ^b
JPLP	70.15±0.17 ^c	4.65±0.01 ^c	1.21±0.01 ^b	1.21±0.01 ^b	4.05±0.03 ^b	2.23±0.03 ^g	7.47±0.09 ^g	16.60±0.04 ^c	55.59±0.13 ^c	2.78±0.02 ^c	9.30±0.07 ^d

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ * ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแล็กติก

ปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) ของปลาสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปลาสดจะมีปริมาณโปรตีนสูงสุด และต่ำสุดต่างกันไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก โดยปลาสด FSiMP มีปริมาณโปรตีนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 15.14-17.04 โดยน้ำหนัก รองลงมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ปลาสด FTMP, JPLP, FDMP, FCMP และ FJPb ซึ่งมีปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละ 16.70, 16.60, 16.32, 15.96, และ 15.33 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่ปลาสด FSMP มีปริมาณโปรตีนต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 15.14 โดยน้ำหนัก เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีน (ฐานแห้ง) พบว่าแบ่งได้เป็น 7 กลุ่มเช่นเดียวกันกับปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) แต่มีลำดับเรียงจากมากไปน้อยได้เป็นดังต่อไปนี้ คือ ปลาสด FSiMP, FCMP, JPLP, FJPb, FDMP, FTMP และ FSMP มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 58.48, 56.20, 55.59, 54.55, 51.65, 51.10 และ 47.85 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 0.91-3.68 โดยน้ำหนัก โดยปลาสด FDMP และ FSMP มีปริมาณไขมันสูงเป็น 2 กลุ่มอันดับแรก (ร้อยละ 3.68 และ 3.43 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ) ในขณะที่ปลาสด FSiMP และ FTMP มีปริมาณไขมันต่ำที่สุด 2 กลุ่มอันดับสุดท้าย คือ ร้อยละ 1.07 และ 0.91 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาสด JPLP, FCMP และ FJPb มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 2.76-2.78 โดยน้ำหนัก) ส่วนปริมาณไขมัน (ฐานแห้ง) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม โดยมีปลาสด FDMP และปลาสด FTMP มีปริมาณไขมันสูงและต่ำสุดร้อยละ 11.65 และ 2.78 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของตัวอย่างปลาสด พบว่าปริมาณความชื้น ปริมาณ โปรตีน และไขมันของปลาสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน กล่าวคือ ความแตกต่างทางสถิติที่เกิดขึ้นไม่มีความสัมพันธ์กับภูมิภาคของแหล่งที่มา แต่แตกต่างกันตามแหล่งผลิต ดังจะเห็นได้ว่าแม้ปลาสดที่ผลิตในภูมิภาคเดียวกันก็ยังมีมีความแตกต่างกัน ซึ่ง Huss (1995) รายงานว่าปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันในปลาจะแปรผันตามสายพันธุ์ เพศ ขนาดของปลา อายุ สิ่งแวดล้อม การเลี้ยง และฤดูกาล ส่งผลให้ปลาในแต่ละแหล่งมีปริมาณโปรตีน และไขมันแตกต่างกันตามไปด้วย อีกทั้งสูตรส่วนผสมที่ใช้โดยเฉพาะสัดส่วนของปลา ข้าว และเกลือ รวมถึงกรรมวิธีการผลิตยังส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพทางเคมีของปลาสดอีกด้วย ส่วนค่าวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกของตัวอย่างปลาสดมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างที่วิเคราะห์ได้ คือ ตัวอย่างปลาสดที่มีปริมาณกรดสูง จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ส่วนปลาสดที่มีปริมาณกรดน้อยจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง เนื่องจากกรดที่เกิดขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาสดลดลง

4.3.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างปลาสด โดยแยกกลุ่มการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปลาสดดิบและปลาสดทอด จากปลาสดปลาตะเพียนจำนวน 7 ตัวอย่าง ได้แก่ ปลาสด FKU, FMN, FLB, FIS, MYYS, MYGYS และ JMUb และปลาสดที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนจำนวน 6

ตัวอย่าง ได้แก่ ปลาส้ม FTMP, FSiMP, FJPb, FDMP, FCMP และ FSMP โดยทำการทดสอบคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสดที่ทำประเมน ได้แก่ สี (สีของหนัง เนื้อ และน้ำของปลาสด) ลักษณะปรากฏ (ความชุ่มฉ่ำน้ำ ความมีเกล็ด เมื่อก ฟองก๊าซ ความมันวาวของเมือกขาว) กลิ่น (กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นกระเทียม กลิ่นเกลือ) และลักษณะเนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อ ความชุ่มฉ่ำน้ำและก้างฝอย)

คุณลักษณะของปลาสดทอดสุกที่ทำประเมน ได้แก่ สี (สีของหนังและเนื้อปลา ความเรียบร้อยของเนื้อปลา) ลักษณะปรากฏ (ความแน่นเนื้อ ความมีเกล็ด) กลิ่น (กลิ่นน้ำมันไหม้ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเกลือ กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียม) ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อ ความชุ่มฉ่ำน้ำ และก้างฝอย กลิ่นรส (กลิ่นรสเปรี้ยว เค็ม ขม กลิ่นรสอโรยกลมกล่อม กลิ่นรสกระเทียม) รวมถึงความรู้สึกที่ได้หลังการกลืน (ความเลี่ยนมัน กลิ่นคาวปลา และความเค็ม) ให้ผลการทดสอบดังนี้

ก. ปลาสดดิบ

กลุ่มปลาสดปลาตะเพียน

1) สีของผิวหนังและเนื้อปลาสดดิบ

ผิวหนังส่วนสันของเนื้อปลาสดดิบมีสีที่แตกต่างกัน คือ ปลาสดดิบ MYYS และ JMUB ได้คะแนนสูงสุด และอยู่ในกลุ่มเดียวกัน (ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) คือ 5.67 และ 6.03 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาสด FIS และ MYGYS ได้คะแนนอยู่ในกลุ่มที่มีสีซีดที่สุด คือ 3.56 และ 3.11 ตามลำดับ ส่วนปลาสด FKU, FMN และ FLB ได้คะแนนระหว่าง 4.58-4.70 มีสีไม่แตกต่างกับทั้งปลาสด MYYS, JMUB, FIS และ MYGYS แสดงดังตารางที่ 4.3

ผิวหนังด้านท้องของปลาสดดิบ เนื้อด้านติดหนังปลาสดดิบ และเนื้อปลาสดด้านติดก้าง มีสีใกล้เคียงกันมาก และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ มีคะแนน 0.91-1.96 (ก่อนไปทาง Grayed red 179 ของแผ่นเทียบสีที่ใช้เป็นสีอ้างอิง) 3.01-5.41 (ก่อนไปทาง Red 39 ของแผ่นเทียบสีที่ใช้เป็นสีอ้างอิง) และ 2.69-3.86 (ก่อนไปทาง Grayed orange 164 D ของแผ่นเทียบสีที่ใช้เป็นสีอ้างอิง) ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3

สีของน้ำจากปลาสดดิบของปลาสด FLB มีคะแนนสีสูงสุด คือ 3.94 ซึ่งเป็นคะแนนสีในช่วงสี Grayed orange 164A ในขณะที่ปลาสด FIS, MYYS และ JMUB มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 1.01-1.15 ซึ่งเป็นช่วงสี Grayed orange 164 D ที่มีลักษณะสีซีดมาก (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาสดในกลุ่มปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คุณภาพ	คะแนน QDA						
	FLB	FIS	FKU	MYYS	MYGYS	JMUb	FMN
Color-surface สัน	4.58±1.88 ^{ab}	3.56±1.70 ^b	4.69±1.98 ^{ab}	5.67±2.05 ^a	3.11±1.55 ^b	6.03±2.33 ^a	4.70±1.92 ^{ab}
Color- surface ท้อง	1.52±2.31 ^a	1.94±2.43 ^a	0.91±0.65 ^a	1.42±1.42 ^a	1.14±0.98 ^a	1.96±1.91 ^a	1.25±1.01 ^a
Color- เนื้อที่ติดหนัง	4.40±2.61 ^a	3.04±2.60 ^a	4.32±2.69 ^a	5.25±2.06 ^a	3.01±2.68 ^a	5.41±2.87 ^a	4.62±2.74 ^a
Color-เนื้อที่ติดกระดูก	3.86±3.22 ^a	2.69±2.50 ^a	2.83±2.65 ^a	4.42±2.22 ^a	2.69±1.93 ^a	2.95±1.53 ^a	3.76±3.32 ^a
Color-น้ำจากปลา	3.94±1.90 ^a	1.15±0.94 ^c	2.82±1.91 ^{ab}	1.12±1.36 ^c	1.60±2.10 ^{bc}	1.01±1.33 ^c	2.11±1.11 ^{bc}
Appearance-Dryness	5.69±1.50 ^b	7.15±1.63 ^a	6.26±1.34 ^{ab}	6.87±0.89 ^{ab}	6.84±0.97 ^{ab}	6.86±0.93 ^{ab}	5.98±1.28 ^{ab}
Appearance-Flakiness	0.94±1.45 ^b	0.60±0.87 ^b	1.48±1.53 ^{ab}	2.01±1.90 ^{ab}	3.10±3.47 ^a	2.47±2.41 ^{ab}	0.49±0.52 ^b
Appearance-Roppiness	2.26±1.73 ^{ab}	4.02±2.65 ^a	2.92±2.13 ^{ab}	1.88±2.03 ^b	2.06±1.99 ^{ab}	2.37±2.38 ^{ab}	1.71±1.63 ^b
Appearance-Bubble	0.41±0.52 ^a	1.52±2.40 ^a	1.19±2.05 ^a	0.72±1.08 ^a	0.83±0.83 ^a	0.91±0.86 ^a	0.48±0.84 ^a
Appearance-Rice surface	2.72±1.64 ^a	1.63±1.98 ^a	1.40±1.65 ^a	1.80±2.40 ^a	1.64±1.91 ^a	2.77±2.58 ^a	2.34±1.55 ^a
Aroma-Sour	4.85±2.09 ^{ab}	6.05±1.85 ^a	5.60±1.96 ^{ab}	4.09±1.43 ^b	5.28±1.39 ^{ab}	5.88±1.81 ^a	4.31±1.58 ^{ab}
Aroma-Salty	3.28±1.48 ^a	3.78±2.51 ^a	3.21±2.51 ^a	2.66±1.33 ^a	2.91±1.79 ^a	3.87±2.65 ^a	3.73±2.14 ^a
Aroma-Fishy	4.01±2.35 ^a	2.60±1.63 ^a	2.80±1.97 ^a	4.27±3.03 ^a	4.30±2.70 ^a	4.32±1.59 ^a	3.23±1.87 ^a
Aroma-Garlic	4.37±2.34 ^{ab}	6.28±2.22 ^a	4.50±2.66 ^{ab}	2.68±1.39 ^b	4.04±2.05 ^b	4.02±2.08 ^b	2.68±1.73 ^b
Texture-Firmness	5.28±1.16 ^a	4.55±1.76 ^a	6.06±1.62 ^a	4.89±2.04 ^a	5.29±2.69 ^a	4.67±2.58 ^a	4.89±1.67 ^a
Texture-Cohesive	6.16±1.64 ^a	5.08±1.84 ^a	5.19±2.08 ^a	4.15±2.35 ^a	4.85±2.92 ^a	4.50±2.69 ^a	4.46±2.45 ^a
Texture-Dryness	4.78±1.57 ^a	5.82±2.18 ^a	5.52±2.44 ^a	5.75±1.72 ^a	6.29±1.54 ^a	5.87±1.83 ^a	5.70±1.99 ^a
Texture-Boniness	2.53±2.00 ^{ab}	2.39±1.93 ^b	3.22±2.58 ^{ab}	5.35±3.45 ^a	5.24±3.41 ^{ab}	4.81±3.64 ^{ab}	2.66±2.22 ^{ab}
Overall Acceptance*	-	-	-	4.69±1.71	5.94±1.59	5.83±1.54	-

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

Overall Acceptance * = ไม่ทำการเก็บข้อมูลในส่วนนี้

ตารางที่ 4.4 คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาสดในกลุ่มปลาที่ไม่ใช่ปลาทะเลที่ได้อาจจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง และจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คุณภาพ	คะแนน QDA					
	FTMP	FSiMP	FJPb	FDMP	FCMP	FSMP
Color-surface สัน	5.39±2.52 ^b	4.40±1.73 ^b	7.58±1.30 ^a	4.85±2.53 ^b	4.81±2.20 ^b	5.73±2.75 ^{ab}
Color- surface ท้อง	1.28±1.36 ^{bc}	0.93±1.09 ^c	2.86±1.56 ^a	1.25±1.54 ^{bc}	2.43±2.23 ^{ab}	1.49±0.82 ^{abc}
Color- เนื้อที่ติดหนัง	4.56±2.58 ^{abc}	2.46±2.11 ^c	6.00±1.54 ^a	4.01±3.02 ^{abc}	3.19±1.38 ^{bc}	5.29±2.36 ^{ab}
Color-เนื้อที่ติดกระดูก	4.85±2.75 ^{ab}	2.48±2.14 ^c	5.96±1.48 ^a	4.30±2.80 ^{abc}	3.67±2.37 ^{bc}	4.47±1.56 ^{abc}
Color-น้ำจากปลา	2.95±1.92 ^a	2.26±1.98 ^a	3.56±2.22 ^a	3.38±2.50 ^a	2.65±1.86 ^a	3.48±2.22 ^a
Appearance-Dryness	5.94±1.71 ^a	6.04±1.29 ^a	5.53±1.73 ^a	6.08±1.44 ^a	5.07±0.90 ^a	5.57±1.40 ^a
Appearance -Flakiness	1.05±1.02 ^a	1.47±1.13 ^a	1.01±0.93 ^a	0.92±1.37 ^a	1.02±1.63 ^a	1.57±2.35 ^a
Appearance-Roppiness	2.26±2.49 ^a	3.36±2.41 ^a	2.04±2.82 ^a	2.19±2.42 ^a	2.07±2.08 ^a	2.04±1.55 ^a
Appearance-Bubble	0.52±1.16 ^a	0.72±1.45 ^a	0.56±0.96 ^a	0.43±0.89 ^a	0.15±0.28 ^a	0.53±1.14 ^a
Appearance-Rice surface	3.61±1.69 ^a	3.09±2.00 ^{ab}	2.34±1.74 ^{ab}	2.70±1.14 ^{ab}	1.77±1.78 ^b	3.13±1.80 ^{ab}
Aroma-Sour	3.07±1.99 ^{bc}	5.09±3.05 ^a	4.43±1.87 ^{ab}	3.96±1.53 ^{abc}	4.58±1.76 ^{ab}	2.25±1.15 ^c
Aroma-Salty	2.60±1.30 ^a	2.10±1.59 ^a	3.18±1.71 ^a	2.55±1.28 ^a	3.59±1.46 ^a	2.53±1.51 ^a
Aroma-Fishy	4.86±2.74 ^a	3.47±2.70 ^{ab}	2.29±2.08 ^b	3.76±2.06 ^{ab}	3.87±2.72 ^{ab}	4.97±2.71 ^a
Aroma-Garlic	2.67±2.13 ^b	2.49±1.96 ^b	6.22±2.61 ^a	3.59±1.71 ^b	4.56±1.98 ^{ab}	3.13±2.46 ^b
Texture-Firmness	5.42±1.55 ^a	3.79±1.83 ^b	5.96±2.40 ^a	5.50±1.46 ^a	5.45±1.36 ^a	6.31±1.48 ^a
Texture-Cohesive	5.49±1.37 ^a	3.40±1.85 ^b	5.50±2.14 ^a	5.54±1.76 ^a	5.56±1.64 ^a	6.34±1.71 ^a
Texture-Dryness	5.99±1.85 ^a	5.78±1.26 ^a	6.15±1.38 ^a	6.02±1.42 ^a	5.33±1.51 ^a	5.06±1.56 ^a
Texture-Boniness	2.21±1.96 ^a	2.68±2.74 ^a	3.02±2.26 ^a	2.69±2.03 ^a	3.32±2.23 ^a	2.47±1.72 ^a
Overall Acceptance*	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

Overall Acceptance * = ไม่ทำการเก็บข้อมูลในส่วนนี้

2) ลักษณะปรากฏของเนื้อปลาสด

ลักษณะปรากฏด้านความชุ่มฉ่ำน้ำโดยรวมของเนื้อปลาสด FIS มีคะแนนความชุ่มฉ่ำน้ำสูงสุด คือ 7.15 และปลาสด FLB ได้คะแนนต่ำสุด คือ 5.69 ในขณะที่ปลาสดอื่น ๆ ได้แก่ ปลาสด FKU, FMN, MYYS, MYGYS และ JMUb ได้คะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.98-6.87) และอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาสด FIS และ FLB (ตารางที่ 4.3)

ลักษณะปรากฏด้านความมีเกล็ดของปลาสดได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.49-3.10 โดยปลาสด MYGYS มีคะแนนความมีเกล็ดสูงสุด ในขณะที่ปลาสด FMN, FLB และ FIS มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.49-0.94) ส่วนปลาสด FKU, MYYS และ JMUb ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.48- 2.47 และอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาสด MYGYS, FMN, FLB และ FIS (ตารางที่ 4.3) อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการเตรียมปลาเพื่อผลิตปลาสด ผู้ผลิตได้ทำการขูดเกล็ดปลาออกก่อนการควักไส้ แต่จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสยังพบคะแนนความเป็นเกล็ดอยู่ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าผู้ผลิตขูดเกล็ดปลาออกไม่เรียบร้อย

ลักษณะปรากฏด้านความเป็นเมือกของปลาสด FIS ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.02 ในขณะที่ปลาสด FMN และ MYYS ได้คะแนนเฉลี่ยรองลงมา คือ 1.71 และ 1.88 ตามลำดับ ส่วนปลาสด FKU, FLB, MYGYS และ JMUb มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาสด FIS, FMN และ MYYS (คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.06-2.92 และไม่แตกต่างกันทางสถิติ) (ตารางที่ 4.3)

ลักษณะปรากฏด้านการมีฟองก๊าซ และลักษณะความเป็นมันวาวของผิวเมล็ดข้าวที่พบในปลาสดเป็นคุณลักษณะที่พบน้อยมากในตัวอย่างปลาสด และจากการวิเคราะห์พบว่ามีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.41-1.52 และ 1.40-2.77 ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 4.3

3) คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาสด

คุณลักษณะด้านกลิ่นเปรี้ยวของปลาสดมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.09-6.05 โดยปลาสด FIS และ JMUb ให้กลิ่นเปรี้ยวมากที่สุด คือ มีคะแนน 6.05 และ 5.88 ตามลำดับ กลุ่มที่มีกลิ่นเปรี้ยวน้อยสุด คือ ปลาสด MYYS ในขณะที่ปลาสด FKU, FMN, FLB และ MYGYS ให้กลิ่นเปรี้ยวไม่แตกต่างกันกับทั้งปลาสด FIS, JMUb และ MYYS (คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.31-5.60 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ) (ตารางที่ 4.3)

คุณลักษณะด้านกลิ่นเค็มและกลิ่นคาวของปลาสดทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 2.66-3.87 และ 2.60-4.32 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปลาสดมีกลิ่นเค็ม และกลิ่นคาวปลาไม่สูงมากนัก (ตารางที่ 4.3)

คุณลักษณะด้านกลิ่นกระเทียมของปลาสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาสด FIS เป็นเพียงตัวอย่างเดียวที่ได้คะแนนสูงสุด คือ 6.28 ส่วนปลาสด FMN, MYYS, MYGYS และ JMUb ได้คะแนนคุณลักษณะด้านกลิ่นกระเทียมต่ำสุด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คือ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.68-4.04 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาส้ม FKU และ FLB มีคะแนนอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาส้มทั้ง 2 กลุ่ม (ตารางที่ 4.3)

4) คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของปลาส้มดิบ

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลา และความชุ่มฉ่ำน้ำของตัวอย่างปลาส้มมีคุณภาพค่อนข้างดี และไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.55-6.06, 4.15-6.16 และ 4.78-6.29 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความมีก้างฝอยของปลาส้มดิบ MYYS มีคะแนนความเป็นก้างฝอยสูงสุด (5.35) ในขณะที่ปลาส้มดิบ FIS มีคะแนนความเป็นก้างฝอยต่ำสุด คือ 2.39 ส่วนตัวอย่างอื่น ๆ ที่เหลือ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 2.53-5.24 ซึ่งจัดว่าไม่แตกต่างกับทั้งปลาส้ม MYYS และ FIS (ตารางที่ 4.3)

กลุ่มปลาส้มที่ไม่ใช่ปลาตะเพียน

1) สีของผิวหนังและเนื้อปลาส้มดิบ

ผิวหนังส่วนสันของปลาส้มดิบมีสีแตกต่างกัน คือ ปลาส้มดิบ FJPb มีสีเข้มสุดโดยมีคะแนนสีเฉลี่ย 7.58 ซึ่งเป็นช่วงสี Black 202 ส่วนปลาส้ม FTMP, FSIMP, FDMP และ FCMP มีสีของผิวหนังปลาส้มอ่อนสุด และไม่แตกต่างทางสถิติ (4.40-5.39) ในขณะที่ปลาส้ม FSMP มีสีผิวหนังส่วนสันไม่แตกต่างกับทั้งปลาส้ม FJPb, FTMP, FSIMP, FDMP และ FCMP

ผิวหนังด้านท้องของปลาส้มดิบ FMN, FLB, FIS, FTMP, FCMP, FDMP และ FSMP มีสีแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.93-2.86 (ตารางที่ 4.4) ซึ่งเป็นช่วงสี Red 36 โดยปลาส้ม FJPb มีสีเข้มสุด ในขณะที่ปลาส้ม FSIMP มีสีอ่อนสุด

สีของเนื้อปลาส้มด้านติดหนังโดยส่วนใหญ่ให้สี Grayed red 179 ยกเว้นปลาส้ม FJPb มีสีเข้มสุด (6.00 คะแนน) ในขณะที่ปลาส้ม FSIMP (2.46 คะแนน) มีสีซีดกว่าปลาส้มอื่น ๆ (ตารางที่ 4.4)

สีของเนื้อปลาส้มด้านติดก้างของปลาส้ม FJPb (5.96 คะแนน) มีสีเข้มสุด ในขณะที่ปลาส้ม FSIMP (2.48 คะแนน) มีสีซีดกว่าปลาส้มอื่น ๆ (ตารางที่ 4.4)

สีของน้ำจากปลาส้มดิบ FTMP FSIMP FJPb FDMP FCMP และ FSMP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4) โดยมีคะแนนสีประมาณ 2.26-3.56 ซึ่งเป็นคะแนนสีในช่วงสี Grayed orange 164A

2) ลักษณะปรากฏของเนื้อปลาส้มดิบ

ลักษณะปรากฏด้านความชุ่มฉ่ำน้ำ ลักษณะปรากฏด้านความมีเกล็ด ลักษณะปรากฏด้านความเป็นเมือก และการมีฟองก๊าซของปลาส้มดิบเป็นคุณลักษณะที่พบน้อยมากในตัวอย่างปลาส้มทั้ง 6 แหล่ง และจากการให้คะแนนของผู้ทดสอบชิมพบว่าทั้ง 4 คุณลักษณะที่กล่าวไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.07-6.08, 0.92-1.57, 2.04-3.36 และ 0.15-0.72 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ลักษณะความมึนขาวของผิวเมล็ดข้าวของปลาส้มดิบจากแหล่งต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดข้าวของปลาส้มดิบ FTMP มีความมึนขาวสูงสุด คือ มีคะแนน 3.61 ในขณะที่เมล็ดข้าวของปลาส้ม FCMP ลักษณะด้านไม่มึนขาว และมีคะแนนความมึนขาว 1.77 ส่วนปลาส้ม FSiMP FJPb, FDMP และ FSMP และ มีลักษณะด้านความมึนขาวของไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือ มีคะแนนประมาณ 2.34-3.13 คะแนน (ตารางที่ 4.4)

3) คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาส้มดิบ

ปลาส้มดิบจากแหล่งต่าง ๆ ให้กลิ่นเปรี้ยวแตกต่างกันโดยปลาส้มดิบ FSiMP ให้กลิ่นเปรี้ยวแรงที่สุด ซึ่งมีคะแนนกลิ่นเปรี้ยว 5.09 คะแนน ในขณะที่ปลาส้ม FSMP ให้กลิ่นเปรี้ยวน้อยที่สุด คือ มีคะแนน 2.25 และปลาส้ม FTMP และ FDMP ให้กลิ่นเปรี้ยวแรงกว่าปลาส้ม FSMP เล็กน้อย ดังตารางที่ 4.4

คุณลักษณะด้านกลิ่นเค็มของปลาส้มดิบ 6 แหล่ง ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งมีคะแนนกลิ่นเค็มค่อนข้างน้อย คือ 2.10 - 3.59 คะแนน (ตารางที่ 4.4)

คุณลักษณะด้านกลิ่นคาวปลาของปลาส้มดิบ พบว่าปลาส้มดิบ FTMP และ FSMP ให้กลิ่นคาวปลาสูงสุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ มีคะแนนเฉลี่ย 4.86 และ 4.97 คะแนน ตามลำดับ ส่วนปลาส้ม FJPb มีคุณลักษณะด้านกลิ่นคาวปลาดีสุด คือ มีคะแนนต่ำสุด (2.29 คะแนน) และปลาส้ม FSiMP FDMP และ FCMP มีคะแนนกลิ่นคาวปลาไม่แตกต่างกันทางสถิติ และอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาส้มดิบ FTMP, FSMP และ FJPb (ตารางที่ 4.4)

คุณลักษณะด้านกลิ่นกระเทียมของปลาส้มดิบค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยปลาส้มดิบ FJPb ให้กลิ่นกระเทียมแรงที่สุด คือ มีคะแนน 6.22 ส่วนปลาส้มดิบ FTMP, FSiMP, FDMP และ FSMP ให้กลิ่นกระเทียมค่อนข้างอ่อน คือ มีคะแนนประมาณ 2.49-3.59 ในขณะที่ปลาส้มดิบ FCMP มีคะแนน 4.56 คะแนน (ตารางที่ 4.4) ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาส้มดิบ FJPb, FTMP, FSiMP, FDMP และ FSMP

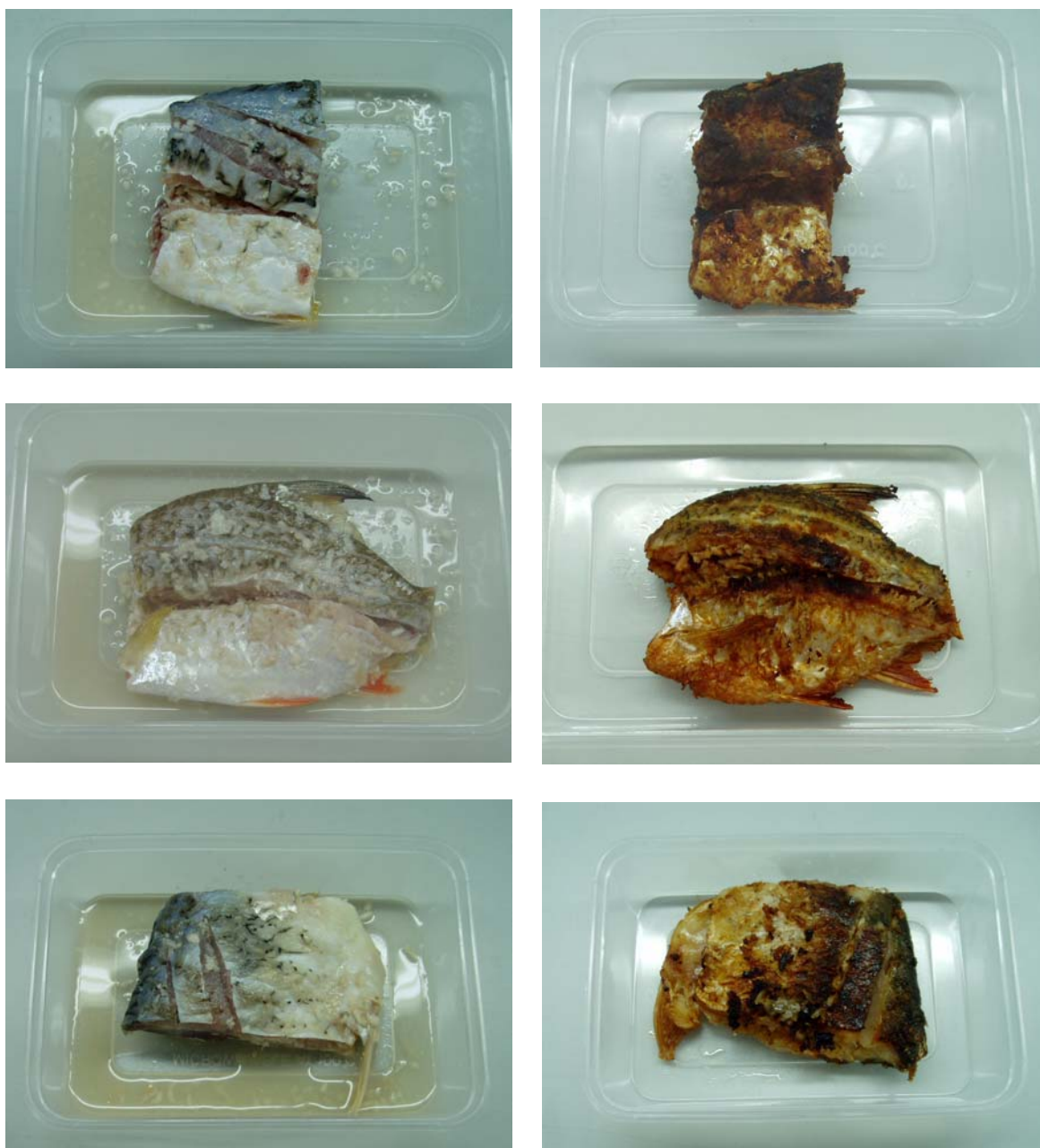
4) คุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของปลาส้มดิบ

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อของปลาส้มดิบมีคุณภาพค่อนข้างดีใกล้เคียงกัน ยกเว้นปลาส้มดิบ FSiMP คือ มีคะแนนเฉลี่ย 3.79 คะแนน แสดงถึงคุณภาพเนื้อปลาที่มีความแน่นเนื้อค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ปลาส้ม FTMP, FJPb, FDMP, FCMP และ FSMP มีคะแนนความแน่นเนื้อสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ และจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความแน่นเนื้อสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.42-6.31 คะแนน (ตารางที่ 4.4)

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาส้มดิบ พบว่าการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาส้มดิบ FSiMP มีคะแนนต่ำสุดเช่นเดียวกับคุณลักษณะด้านความแน่นเนื้อ คือ มีคะแนน 3.40 และปลาส้มดิบ FTMP, FJPb, FDMP, FCMP และ FSMP มีคะแนนคุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้าน

การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาไม่แตกต่างกัน และมีคะแนนค่อนข้างสูง คือ ระหว่าง 5.49-6.34 คะแนน (ตารางที่ 4.4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อปลาส้มมีคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่มีคุณภาพค่อนข้างดีไม่ยุ่ยและ

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำน้ำและก้างฝอยของปลาส้มดิบทั้ง 6 แหล่ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาส้มดิบมีความชุ่มฉ่ำน้ำปานกลาง คือ มีคะแนน 5.06-6.15 ในขณะที่คุณลักษณะด้านการมีก้างฝอยของปลาส้มดิบมีคะแนน 2.21-3.32 ซึ่งแสดงถึงการมีก้างฝอยค่อนข้างน้อย (ตารางที่ 4.4)



รูปที่ 4.1 ลักษณะของตัวอย่างปลาส้มดิบ และปลาส้มทอดที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส



รูปที่ 4.2 การจัดรูปแบบการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ; (1) คือ ห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส; (2) คือ การจัดชุดตัวอย่างสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส และ (3) คือ ลักษณะการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม

ข. ปลาส้มทอด

กลุ่มปลาส้มปลาตะเพียน

1) สีของผิวหนังและเนื้อปลาส้มทอด

สีของผิวหนังส่วนสันของปลาส้มทอด FMN มีสีเข้มสุด คือ มีคะแนนเฉลี่ย 8.46 ซึ่งเป็นคะแนนที่ให้ช่วงสี Red38 ตรงข้ามกับปลาส้มทอด MYGYS ซึ่งมีสีอ่อนสุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.94 ในขณะที่ตัวอย่างปลาส้มทอดอื่น ๆ มีสีใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.5)

สีของเนื้อปลาส้มด้านติดผิวส่วนท้องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.5) โดยปลาส้ม MYYS มีสีเข้มสุด คือ 4.92 ซึ่งเป็นคะแนนที่ให้ช่วงสี Red38 ส่วนสีของเนื้อปลาส้มทอด FKU มีคะแนนน้อยสุด คือ 2.69 ซึ่งให้ลักษณะสี Red38 ที่ค่อนข้างซีดมาก ส่วนปลาส้มทอด FMN, FLB, FIS, MYGYS และ JMUb มีคะแนนเฉลี่ย 4.13, 3.65, 3.92, 3.55 และ 3.51 ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าสีของเนื้อปลาส้มด้านที่ติดส่วนท้องมีสีอยู่ในช่วง Grayed orange 164C ของแผ่นเทียบสีที่ใช้เป็นสีอ้างอิง

สีเนื้อปลาดิดหนังมีสีอยู่ระหว่างช่วงสี white 155D และ Red 38A มีคะแนนระหว่าง 3.37-7.18 โดยปลาส้ม FMN มีสีเนื้อปลาดิดหนังเข้มที่สุด ส่วนปลาส้มทอด FLB มีสีเนื้อปลาดิดหนังอ่อนที่สุดในขณะที่ปลาส้มทอด FKU, FIS, MYYS, MYGYS และ JMUb มีคะแนนสีเนื้อปลาดิดหนังไม่ต่างกันทางสถิติ และอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาส้มทอด FMN และ FLB (ตารางที่ 4.5)

สีเนื้อปลาดิดกระดูกมีสีอยู่ในช่วงกลางค่อนข้างไปทาง white 155D เล็กน้อยเมื่อใช้สี Red 36A เป็นสีที่เข้มที่สุดในการเปรียบเทียบ โดยปลาส้มทอด FMN เป็นเพียงตัวอย่างเดียวที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ในขณะที่ปลาส้มทอดตัวอย่างอื่น ๆ มีคะแนนรองลงมา และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3.25-5.19 คะแนน) (ตารางที่ 4.5)

2) ลักษณะปรากฏของเนื้อปลาส้มทอด

คุณลักษณะด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลาส้มทอด MYGYS และ JMUb อยู่ในช่วงคะแนนที่สูงมาก แสดงให้เห็นว่าเมื่อทำการทอดปลาส้มให้สุกแล้ว เนื้อปลายังสามารถคงรูปร่างเป็นชิ้นปลาได้ดี ไม่แตกยุ่ยออกจากทั้งก้างหลัก และเนื้อปลาด้วยกันเอง โดยจากการทดสอบ พบว่าได้คะแนนเป็น 7.82 และ 7.58 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปลาส้มทอด FMN, FLB, FIS และ MYYS ได้คะแนนในกลุ่มรองลงมา (6.07-7.39 คะแนน) ส่วนปลาส้ม FIS ได้คะแนนด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลาดำสุด คือ 3.23 คะแนน (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะด้านความแน่นเนื้อของปลาส้มทอด JMUb มีคะแนนต่ำสุด คือ 4.13 ในขณะที่ตัวอย่างปลาส้มทอด FLB ได้คะแนน 7.91 ซึ่งเป็นคะแนนสูงสุด ส่วนปลาส้ม FMN, MYYS และ MYGYS มีคะแนนระหว่าง 6.36-7.42 คะแนน (ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะด้านความมีเกล็ดของปลาสมุทร MYGYS และ JMUb ได้คะแนน 2.76 และ 2.50 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปลาสมุทร FKU, FMN, FLB และ FIS เป็นกลุ่มที่มีคะแนนความมีเกล็ดต่ำที่สุด (0.25-0.59 คะแนน) (ตารางที่ 4.5)

3) คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาสมุทร

คุณลักษณะด้านกลิ่นน้ำมันไหม้ หรือกลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนสูงของปลาสมุทรอยู่ในระดับปานกลาง และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.10-6.05 คะแนน (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะด้านกลิ่นเปรี้ยวของปลาสมุทรมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.88-4.30 คะแนน (ตารางที่ 4.5) โดยปลาสมุทรที่มีกลิ่นเปรี้ยวสูงที่สุดประกอบด้วย 2 ตัวอย่าง ได้แก่ ปลาสมุทร FIS และ JMUb ซึ่งมีคะแนนเป็น 4.24 และ 4.30 ตามลำดับ ส่วนปลาสมุทร FMN และ FLB จัดเป็นปลาสมุทรกลุ่มที่มีคะแนนคุณลักษณะด้านกลิ่นเปรี้ยวต่ำสุด (2.21 และ 1.88 คะแนน ตามลำดับ)

คุณลักษณะด้านกลิ่นเค็มของปลาสมุทรของแต่ละตัวอย่างมีค่าไม่สูงมากนัก และไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 1.55-3.28 คะแนน (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะด้านกลิ่นคาวปลาของปลาสมุทรมีค่าระหว่าง 1.06-4.24 คะแนน (ตารางที่ 4.5) โดยปลาสมุทร JMUb มีคะแนนสูงสุดต่างจากปลาสมุทร FMN, FLB และ FIS ซึ่งจากคะแนนพบว่า เป็นปลาสมุทรที่มีกลิ่นคาวปลาน้อยที่สุด (1.06-1.65 คะแนน)

คุณลักษณะด้านกลิ่นกระเทียมของปลาสมุทร 7 ชนิด มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากนัก คือ ระหว่าง 1.15-3.81 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาสมุทรที่มีกลิ่นกระเทียมแรงที่สุด ได้แก่ ปลาสมุทร FIS, MYGYS และ JMUb ได้คะแนน 3.81, 3.10 และ 3.08 ตามลำดับ ส่วนปลาสมุทร FMN มีกลิ่นกระเทียมอ่อนสุด คือ 1.15 คะแนน ในขณะที่ปลาสมุทร FKU, FLB และ MYYS มีคุณลักษณะด้านกลิ่นกระเทียมไม่แตกต่างกับทั้งปลาสมุทร FIS, MYGYS, JMUb และ FMN (ตารางที่ 4.5)

4) คุณลักษณะเนื้อสัมผัสปลาสมุทร

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อของปลาสมุทรมีคะแนนที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.72-7.21 คะแนน ซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างมีความแน่นเนื้อระดับค่อนข้างต่ำถึงระดับปานกลางค่อนข้างสูง โดยปลาสมุทร FMN และ MYGYS เป็นปลาสมุทรที่มีความแน่นเนื้อสูงกว่าปลาสมุทรตัวอย่างอื่น ๆ คือ 7.21 และ 6.72 คะแนน ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ปลาสมุทร FIS (5.18 คะแนน) ในขณะที่ปลาสมุทร FKU, FLB และ MYYS จัดว่ามีคะแนนไม่แตกต่างกับทั้งปลาสมุทร FMN, MYGYS และ FIS ส่วนปลาสมุทร JMUb มีคะแนนความแน่นเนื้ออยู่ในระดับต่ำ คือ 3.72 ซึ่งจากการสังเกตพบว่าเนื้อปลามีลักษณะค่อนข้างนุ่ม และยุ่ย (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาสัมผัสทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่มีการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อสูงสุด ประกอบด้วยปลาสัมผัส FKU, FMN และ FLB (4.63-5.87 คะแนน) ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลางต่างจากปลาสัมผัสทอด FIS และ JMUb ซึ่งมีคะแนนเพียง 2.71 และ 2.63 ตามลำดับ แสดงว่าเนื้อปลาที่มีความสามารถในการเกาะรวมตัวกันได้ต่ำหรืออยู่ละ (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาสัมผัสทอดพบว่าปลาสัมผัสทอด JMUb มีคะแนนสูงสุด คือ 4.95 ในขณะที่ปลาสัมผัสทอด FMN มีคะแนนความชุ่มฉ่ำน้ำต่ำสุด คือ 1.80 ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนที่ต่ำมาก (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความมีก้างฝอยของปลาสัมผัสทอดพบว่าปลาสัมผัสทอด FLB มีคะแนนสูงสุด คือ 5.68 ในขณะที่ปลาสัมผัสทอด FMN มีคะแนนความมีก้างฝอยน้อยที่สุด คือ 1.53 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งความมีก้างฝอยมีความสัมพันธ์กับขนาดของตัวปลา กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบขนาดของปลาตะเพียนที่ใช้ในการทำปลาสัมผัส พบว่าปลาตะเพียนที่นำมาผลิตปลาสัมผัส FLB มีขนาดใหญ่กว่าปลาตะเพียนที่นำมาผลิตปลาสัมผัส FKN ซึ่งโดยปกติจะสามารถพบก้างฝอยในปลาที่มีขนาดใหญ่ได้ง่ายกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากก้างฝอยก็มีขนาดใหญ่กว่าด้วยเช่นกัน

5) คุณลักษณะด้านกลิ่นรสของปลาสัมผัสทอด

คุณลักษณะกลิ่นรสเปรี้ยวของปลาสัมผัสทอดทั้ง 7 ตัวอย่างมีคะแนนอยู่ในช่วง 2.97-6.42 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.5) โดยปลาสัมผัส FIS เป็นปลาสัมผัสที่มีกลิ่นรสเปรี้ยวสูงที่สุด ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติกซึ่งปลาสัมผัส FIS เป็นตัวอย่างที่มีปริมาณกรดสูงที่สุดเช่นเดียวกัน ในขณะที่ปลาสัมผัสทอด FMN และ FLB เป็นกลุ่มที่มีกลิ่นรสเปรี้ยวต่ำที่สุด (4.27 และ 2.97 คะแนน ตามลำดับ)

คุณลักษณะกลิ่นรสเค็มของปลาสัมผัสทอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าปลาสัมผัสทอด FLB ได้คะแนนด้านกลิ่นรสเค็มสูงสุด คือ 6.90 ส่วนปลาสัมผัสทอด FMN, FIS, MYGYS และ JMUb ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 4.31, 4.61, 4.63 และ 4.24 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

คุณลักษณะกลิ่นรสขม และรสอโรยของปลาสัมผัสทอดได้คะแนนอยู่ในช่วงที่ต่ำมาก และไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 0.34-1.57 และ 3.31-4.61 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกในกลุ่มปลาดูแลที่ได้อาจจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง และจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คุณภาพ	คะแนน QDA						
	FLB	FIS	FKU	MYYS	MYGYS	JMUb	FMN
Color-surface สัน	6.00±2.58 ^{bc}	7.15±2.08 ^{abc}	5.64±2.56 ^{bc}	7.57±2.93 ^{ab}	4.94±2.39 ^c	5.45±2.96 ^{bc}	8.46±1.66 ^a
Color-surface ท้อง	3.65±2.21 ^{ab}	3.92±2.34 ^{ab}	2.69±2.00 ^b	4.92±1.78 ^a	3.55±2.23 ^{ab}	3.51±2.26 ^{ab}	4.13±1.43 ^{ab}
Color-เนื้อที่ติดหนัง	3.37±1.62 ^b	5.12±2.11 ^{ab}	5.50±2.87 ^{ab}	5.96±2.72 ^{ab}	4.72±3.16 ^{ab}	5.79±2.13 ^{ab}	7.18±3.21 ^a
Color-เนื้อที่ติดกระดูก	3.53±1.29 ^b	5.41±2.36 ^b	5.19±3.04 ^b	4.20±2.09 ^b	3.39±2.12 ^b	3.25±2.22 ^b	7.63±2.65 ^a
ความเรียบร้อย	6.81±1.52 ^{ab}	3.23±2.63 ^c	5.25±2.18 ^{bc}	7.39±1.83 ^{ab}	7.82±2.44 ^a	7.58±1.76 ^a	6.07±3.16 ^{ab}
Firmness	7.91±1.96 ^a	5.93±1.25 ^{abc}	5.56±1.86 ^{bc}	6.36±1.74 ^{ab}	7.42±1.40 ^{ab}	4.13±2.83 ^c	7.14±2.47 ^{ab}
Flakiness	0.59±0.76 ^b	0.44±0.48 ^b	0.25±0.33 ^b	1.65±1.62 ^{ab}	2.76±3.06 ^a	2.50±2.46 ^a	0.29±0.42 ^b
Aroma-Fried oil	4.34±1.65 ^a	4.21±2.23 ^a	4.10±2.05 ^a	5.96±1.63 ^a	5.72±2.03 ^a	6.05±2.08 ^a	5.78±1.75 ^a
Aroma-Sour	1.88±1.00 ^b	4.24±2.04 ^a	3.02±2.65 ^{ab}	3.18±1.56 ^{ab}	3.59±1.96 ^{ab}	4.30±1.61 ^a	2.21±1.67 ^b
Aroma-Salty	1.96±1.33 ^a	2.87±2.14 ^a	2.48±2.40 ^a	3.28±2.76 ^a	2.89±2.05 ^a	2.94±2.05 ^a	1.55±1.06 ^a
Aroma-Fishy	1.65±1.45 ^c	1.14±0.85 ^c	2.03±1.89 ^{bc}	3.50±2.77 ^{ab}	2.56±1.70 ^{abc}	4.24±2.04 ^a	1.06±1.18 ^c
Aroma-Garlic	2.86±2.11 ^{ab}	3.81±2.80 ^a	2.89±1.62 ^{ab}	2.34±1.48 ^{ab}	3.10±2.09 ^a	3.08±1.55 ^a	1.15±0.93 ^b
Texture-Firmness	6.35±1.76 ^{ab}	5.18±0.94 ^b	5.93±1.62 ^{ab}	6.27±1.56 ^{ab}	6.72±1.23 ^a	3.72±1.65 ^c	7.21±1.23 ^a
Texture-Cohesive	4.94±2.01 ^a	2.71±1.35 ^b	4.63±1.88 ^a	4.22±1.51 ^{ab}	4.15±2.64 ^{ab}	2.63±1.94 ^b	5.87±2.15 ^a
Texture-Dryness	4.04±1.61 ^{ab}	3.25±1.43 ^{bc}	3.13±1.69 ^{bc}	3.81±1.47 ^{ab}	2.70±1.97 ^{bc}	4.95±1.78 ^a	1.80±1.56 ^c
Texture-Boniness	5.68±2.54 ^a	2.48±2.30 ^{bc}	2.19±2.80 ^{bc}	3.61±2.64 ^{abc}	2.69±2.90 ^{bc}	4.77±3.22 ^{ab}	1.53±2.41 ^c
Flavor-Sour	2.97±1.58 ^c	6.42±1.30 ^a	5.99±1.95 ^{ab}	4.51±1.25 ^{bc}	4.37±1.48 ^{bc}	4.51±1.89 ^{bc}	4.27±2.29 ^c
Flavor-Salty	6.90±1.39 ^a	4.61±1.78 ^b	5.38±2.72 ^{ab}	5.76±2.08 ^{ab}	4.63±2.49 ^b	4.24±2.50 ^b	4.31±2.31 ^b
Flavor-Bitter	0.52±0.65 ^a	1.57±2.70 ^a	0.87±2.01 ^a	0.81±1.34 ^a	0.62±1.02 ^a	0.34±0.29 ^a	1.23±1.53 ^a
Flavor-Umami	3.33±2.62 ^a	4.61±2.00 ^a	4.43±2.42 ^a	3.89±2.15 ^a	3.31±1.96 ^a	3.92±1.84 ^a	3.56±2.28 ^a
Flavor-Garlic	2.52±1.77 ^b	4.75±2.43 ^a	2.46±1.35 ^b	3.13±1.66 ^b	2.63±1.41 ^b	2.44±1.90 ^b	1.73±1.11 ^b
Flavor-Oiliness	3.16±1.38 ^b	3.20±1.52 ^b	3.22±1.51 ^b	4.70±2.33 ^{ab}	4.72±2.65 ^{ab}	5.67±1.83 ^a	3.32±2.13 ^b
Aftertaste-Oiliness	3.32±1.82 ^a	4.27±1.86 ^a	4.67±2.60 ^a	4.99±2.30 ^a	4.84±2.97 ^a	5.21±2.31 ^a	4.81±1.83 ^a
Aftertaste-Fishy	2.37±1.59 ^b	2.46±2.09 ^b	3.47±2.87 ^{ab}	4.24±2.76 ^{ab}	2.90±1.77 ^b	5.26±1.87 ^a	3.55±2.14 ^{ab}
Aftertaste-Salty	5.82±2.08 ^a	3.76±2.01 ^a	4.80±2.90 ^a	5.81±2.59 ^a	4.76±2.25 ^a	4.31±2.51 ^a	4.39±2.17 ^a
Overall Acceptance*	-	-	-	4.72±1.36	5.17±2.00	4.67±1.95	-

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

Overall Acceptance * = ไม่ทำการเก็บข้อมูลในส่วนนี้

ตารางที่ 4.6 คะแนน QDA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกทอดในกลุ่มปลาที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนที่ได้จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง และจำหน่ายในตลาดสดในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คุณภาพ	คะแนน QDA					
	FTMP	FSiMP	FJPb	FDMP	FCMP	FSMP
Color-surface สัน	7.47±2.32 ^a	8.35±0.97 ^a	8.27±1.80 ^a	6.40±2.26 ^a	7.53±1.52 ^a	7.55±2.28 ^a
Color-surface ท้อง	3.91±2.44 ^a	3.93±2.23 ^a	3.23±1.41 ^a	3.16±2.87 ^a	3.54±1.63 ^a	3.81±2.39 ^a
Color-เนื้อที่ติดหนัง	4.28±1.75 ^{bc}	2.21±1.54 ^d	7.29±2.13 ^a	2.77±1.60 ^{cd}	4.98±2.41 ^b	4.06±2.47 ^{bcd}
Color-เนื้อที่ติดกระดูก	4.62±2.44 ^{bc}	3.43±2.18 ^c	7.93±2.04 ^a	4.87±2.25 ^{bc}	5.79±2.40 ^b	4.34±2.12 ^{bc}
ความเรียบร้อย	5.78±2.57 ^a	2.60±2.39 ^b	7.54±1.62 ^a	6.05±1.99 ^a	6.74±2.25 ^a	7.37±1.50 ^a
Firmness	6.10±1.90 ^{ab}	4.51±1.71 ^b	7.34±1.64 ^a	5.97±1.82 ^{ab}	5.93±1.75 ^{ab}	6.56±1.06 ^a
Flakiness	1.29±2.26 ^a	1.11±1.58 ^a	1.31±1.75 ^a	1.30±1.44 ^a	0.51±0.52 ^a	0.60±0.73 ^a
Aroma-Fried oil	5.55±1.87 ^a	4.66±2.38 ^a	4.17±1.72 ^a	3.64±1.98 ^a	4.70±2.53 ^a	4.16±2.12 ^a
Aroma-Sour	2.72±1.80 ^{ab}	4.32±2.58 ^a	3.35±1.28 ^{ab}	3.20±2.75 ^{ab}	2.42±1.24 ^{ab}	1.64±1.20 ^b
Aroma-Salty	2.84±2.25 ^a	2.65±1.79 ^a	3.51±2.32 ^a	2.34±1.71 ^a	2.93±2.15 ^a	2.83±1.75 ^a
Aroma-Fishy	1.46±1.29 ^a	2.24±1.59 ^a	2.53±2.26 ^a	3.08±2.34 ^a	2.07±1.83 ^a	2.63±2.43 ^a
Aroma-Garlic	1.98±1.85 ^b	2.66±1.62 ^b	5.37±2.36 ^a	1.68±1.41 ^b	2.43±1.85 ^b	1.91±1.74 ^b
Texture-Firmness	5.75±1.58 ^a	3.69±2.03 ^b	6.84±1.86 ^a	5.30±1.38 ^a	5.70±2.32 ^a	6.31±1.17 ^a
Texture-Cohesive	4.69±2.03 ^a	2.26±1.28 ^b	5.79±2.55 ^a	4.33±2.13 ^a	4.83±2.35 ^a	5.47±1.41 ^a
Texture-Dryness	2.74±1.13 ^b	3.44±2.39 ^{ab}	5.07±1.74 ^a	3.91±1.41 ^{ab}	3.22±1.70 ^b	3.93±1.77 ^{ab}
Texture-Boniness	4.29±2.46 ^a	1.56±2.32 ^b	2.82±2.37 ^{ab}	4.31±2.59 ^a	3.63±3.01 ^{ab}	4.30±3.38 ^a
Flavor-Sour	3.50±2.12 ^b	6.16±3.07 ^a	5.07±1.53 ^{ab}	4.13±2.32 ^{ab}	4.44±2.24 ^{ab}	2.96±1.92 ^b
Flavor-Salty	5.76±2.44 ^{ab}	2.61±1.82 ^c	4.86±1.93 ^b	4.96±2.08 ^b	4.34±2.10 ^{bc}	7.13±2.34 ^a
Flavor-Bitter	2.05±2.16 ^a	1.62±2.88 ^a	1.07±1.65 ^a	1.61±2.50 ^a	0.71±1.03 ^a	1.18±2.07 ^a
Flavor-Umami	3.10±2.42 ^{ab}	1.91±2.15 ^b	4.85±1.85 ^a	3.72±2.50 ^{ab}	3.99±2.44 ^{ab}	2.85±2.50 ^{ab}
Flavor-Garlic	2.01±1.17 ^b	1.43±1.01 ^b	3.66±2.17 ^a	1.85±0.93 ^b	2.01±1.37 ^b	1.36±1.25 ^b
Flavor-Oiliness	3.04±2.11 ^a	2.62±2.28 ^a	3.43±2.21 ^a	2.33±1.51 ^a	2.32±1.52 ^a	2.66±1.69 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.75±1.88 ^a	2.65±2.71 ^a	3.30±2.38 ^a	2.88±1.40 ^a	2.81±2.12 ^a	2.36±1.39 ^a
Aftertaste-Fishy	2.63±1.70 ^a	2.38±2.44 ^a	2.87±2.31 ^a	3.21±2.12 ^a	3.09±2.15 ^a	4.34±2.30 ^a
Aftertaste-Salty	5.73±2.63 ^a	1.99±1.44 ^c	4.72±2.03 ^{ab}	4.72±2.47 ^{ab}	3.29±2.15 ^{bc}	6.27±2.16 ^a
Overall Acceptance	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

Overall Acceptance * = ไม่ทำการเก็บข้อมูลในส่วนนี้

คุณลักษณะกลิ่นรสกระเทียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.5) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.73-4.75 คะแนน และแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่มีกลิ่นรสกระเทียมแรงที่สุด คือ ปลาต้มทอด FIS ส่วนกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่มีกลิ่นรสกระเทียมรองลงมาประกอบด้วยปลาต้มทอด FKU, FMN, FLB, MYYS, MYGYS และ JMUb (1.73-3.13 คะแนน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ)

คุณลักษณะกลิ่นรสด้านความเลี่ยนมันของตัวอย่างปลาต้มทอดมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3.16-5.67 ปลาต้มทอดกลุ่มที่มีคะแนนคุณลักษณะกลิ่นรสด้านความเลี่ยนมันต่ำสุด ได้แก่ ปลาต้มทอด FKU, FMN, FLB และ FIS ซึ่งมีคะแนน 3.22, 3.32, 3.16 และ 3.20 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาต้มทอด JMUb เป็นเพียงตัวอย่างเดียวที่มีคะแนนในด้านนี้สูงสุด คือ 5.67 คะแนน ส่วนปลาต้มทอด MYYS และ MYGYS มีคะแนนกลิ่นรสด้านความเลี่ยนมันไม่แตกต่างกันกับทั้งปลาต้มทอด JMUb, FKU, FMN, FLB และ FIS (ตารางที่ 4.5)

6) คุณลักษณะด้านความรู้สึกที่ได้ภายหลังการกลืน

ความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านความเลี่ยนมัน และความเต็มของปลาต้มทอดของทั้ง 7 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 3.32-5.21 คะแนน และ 3.76-5.82 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (ตารางที่ 4.5)

ความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านกลิ่นคาวปลาของปลาต้มทอด FLB, FIS และ MYGYS จัดว่าเป็นกลุ่มที่มีคะแนนต่ำสุด คือ 2.37, 2.46 และ 2.90 คะแนน ในขณะที่ตัวอย่างปลาต้มทอด JMUb มีคะแนนสูงสุด คือ 5.26 แสดงว่าปลาต้มทอดดังกล่าวมีกลิ่นคาวที่ค่อนข้างแรง ส่วนปลาต้มทอด FKU FMN และ MYYS มีคะแนนระหว่าง 3.47-4.24 ซึ่งใกล้เคียงกับทั้งตัวอย่างปลาต้มทอด JMUb, MYGYS และ JMUb (ตารางที่ 4.5)

กลุ่มปลาต้มที่ไม่ใช่ปลาตะเพียน

1) สีของผิวหนังและเนื้อปลาต้มทอด

สีของผิวหนังส่วนสัน และสีของเนื้อปลาต้มด้านติดผิวหนังส่วนท้องของปลาต้มทอดมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าสีผิวหนังส่วนสันของปลาต้มทอดมีคะแนนระหว่าง 6.40-8.35 ซึ่งเป็นช่วงคะแนนสีที่ให้สีค่อนข้างเข้ม (Grayed orange 166) ส่วนสีของเนื้อปลาต้มทอดด้านติดผิวหนังส่วนท้องมีคะแนนระหว่าง 3.16-3.93 (ตารางที่ 4.6) ซึ่งให้ลักษณะสี Red38 ที่ค่อนข้างซีดมาก

สีของเนื้อปลาต้มทอดด้านติดหนังมีสีแตกต่างกันทางสถิติ โดยเนื้อปลาต้มทอด FJPb มีคะแนนความเข้มสีสูงสุด คือ 7.29 ซึ่งเป็นคะแนนที่ให้ช่วงสี Red36 และสีของเนื้อปลาต้มทอด FCMP มีคะแนนสี 4.98 ซึ่งให้ความเข้มของช่วงสี Red36 ปานกลาง ในขณะที่ปลาต้ม FSiMP มีคะแนนต่ำสุด คือ 2.21 ซึ่งเป็นช่วงสีที่ซีดมาก (ตารางที่ 4.6)

สีของเนื้อปลาสัมผัสทอดที่ติดกระดูกมีคะแนนสีอยู่ในช่วง 3.43-7.93 คะแนน โดยเนื้อปลาสัมผัสทอด FJPb มีสีเข้มสุด คือ 7.93 รองลงมา ได้แก่ ปลาสัมผัส FCMP ได้คะแนนเฉลี่ย 5.79 คะแนน ในขณะที่ปลาสัมผัส FSiMP มีคะแนนต่ำสุด คือ 3.43 คะแนน ซึ่งเป็นช่วงสีที่ค่อนข้างซีด (ตารางที่ 4.6)

2) ลักษณะปรากฏของเนื้อปลาสัมผัสทอด

คุณลักษณะด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลาของปลาสัมผัสทอดมีคุณภาพใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.6) และมีคุณภาพความเรียบร้อยของเนื้อปลาค่อนข้างสูง คือ มีคะแนน 5.78-7.54 ยกเว้นปลาสัมผัสทอด FSiMP มีคะแนนคุณภาพด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลาต่ำมาก คือ มีคะแนนเพียง 2.60 คะแนน ซึ่งพบว่าเนื้อปลาสัมผัสทอดปริแตก และหลุดออกจากกัน

ความแน่นเนื้อของปลาสัมผัสทอดมีคะแนนความแน่นเนื้อค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน ยกเว้นปลาสัมผัส FSiMP ซึ่งพบว่ามีความแน่นเนื้อต่ำกว่าปลาสัมผัสทอดอื่น ๆ (4.51 คะแนน) และซึ่งคะแนนดังกล่าวสอดคล้องกับคุณลักษณะความเรียบร้อยของเนื้อปลาซึ่งมีระดับคะแนนต่ำเช่นกัน ในขณะที่ปลาสัมผัสทอด FJPb และ FSMP มีคุณลักษณะความแน่นเนื้อดีมีคะแนนคุณภาพ 7.34 และ 6.56 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) ส่วนปลาสัมผัสทอดอื่น ๆ มีคะแนนช่วง 5.93-6.10 ซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่ให้ความแน่นเนื้อคุณภาพปานกลาง

ความมีเกล็ดของปลาสัมผัสทอดมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนระหว่าง 0.51-1.31 คะแนน ซึ่งจัดว่าจัดอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าปลาสัมผัสปลาตะเพียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลานวลจันทร์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีขนาดของตัว และเกล็ดที่ใหญ่กว่าปลาตะเพียน ส่งผลให้การขูดเกล็ดทำได้สะดวก และง่ายกว่าปลาสัมผัสที่ได้จึงมีเกล็ดติดมาไม่มากนัก

3) คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาสัมผัสทอด

คุณลักษณะด้านกลิ่นน้ำมันไหม้ หรือกลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนสูงของปลาสัมผัสทอดค่อนข้างใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ มีคะแนน 3.64-5.55 ซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่ให้กลิ่นน้ำมันในระดับปานกลาง (ตารางที่ 4.6)

คุณลักษณะกลิ่นเปรี้ยวของปลาสัมผัสทอดค่อนข้างแตกต่างกัน คือ ปลาสัมผัสทอด FSiMP ให้กลิ่นเปรี้ยวแรงที่สุด โดยมีคะแนน 4.32 ส่วนปลาสัมผัส FSMP มีคะแนนกลิ่นเปรี้ยวลดลงค่อนข้างอ่อนมาก คือ มีคะแนน 1.64 ในขณะที่ปลาสัมผัสทอดอื่น ๆ มีคะแนนกลิ่นเปรี้ยวค่อนข้างอ่อน และไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ มีคะแนน 2.42 - 3.35 (ตารางที่ 4.6)

คุณลักษณะกลิ่นเค็ม และกลิ่นคาวปลาของปลาสัมผัสทอดทั้ง 6 ตัวอย่าง มีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ มีคะแนนระหว่าง 2.34-3.51 และ 1.46-3.08 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งให้กลิ่นเค็ม และคาวปลาค่อนข้างอ่อน

คุณลักษณะกลิ่นกระเทียมของปลาสัมผัสทอด FJPb แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากปลาสัมผัสอื่น ๆ และพบว่าให้กลิ่นกระเทียมแรงสุด (5.37) ซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่ให้กลิ่นกระเทียมแรงปานกลาง

และพลาสติกอื่น ๆ ให้กลั่นกระเทียมอ่อนกว่าพลาสติก FJPb โดยมีคะแนนกลั่นกระเทียมระหว่าง 1.98-2.66 (ตารางที่ 4.6)

4) คุณลักษณะเนื้อสัมผัสพลาสติก

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อของพลาสติกมีคะแนนที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.69-6.84 คะแนน ซึ่งพลาสติก FTMP, FJPb, FDMP, FCMP และ FSMP เป็นกลุ่มที่มีคะแนนความแน่นเนื้อมากที่สุด (5.30-6.84 คะแนน) (ตารางที่ 4.6) ในขณะที่คุณภาพด้านความแน่นเนื้อของพลาสติก FSiMP มีความแน่นเนื้อต่ำสุด คือ มีคะแนน 3.69 ซึ่งพบว่าเนื้อพลาสติกมีลักษณะนิ่มหยุ่น

คุณลักษณะการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อพลาสติกมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่ามีความทนทานก่อนขาด คือ มีคะแนน 4.33-5.79 ยกเว้นพลาสติก FSiMP มีคะแนนการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อน้อยที่สุด คือ 2.26 ซึ่งพบว่าเนื้อพลาสติกแตกร่วน และยุ่ยไม่เกาะกันเป็นชิ้น

คุณลักษณะด้านความชุ่มฉ่ำน้ำของพลาสติกค่อนข้างต่ำ โดยพลาสติก FJPb มีคะแนนความชุ่มฉ่ำน้ำสูงสุด คือ 5.07 ซึ่งพบว่าเนื้อพลาสติกมีความชุ่มฉ่ำน้ำค่อนข้างดีไม่แห้ง หรือจะเกินไป ส่วนพลาสติก FTMP และ FCMP มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแห้งมาก คือ มีคะแนน 2.74 และ 3.22 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

คุณลักษณะความมีก้างฝอยของพลาสติกมีความแตกต่างกันตามขนาดของตัวปลา โดยพบว่าพลาสติก FTMP, FDMP และ FSMP มีคุณลักษณะความมีก้างฝอยไม่แตกต่างกัน และมีก้างฝอยค่อนข้างน้อย (4.29-4.31 คะแนน) แต่มากกว่าที่พบในพลาสติก FSiMP มีคะแนนความมีก้างฝอยน้อยที่สุด คือ 1.56 คะแนน ส่วนพลาสติก FCMP และ FJPb พบลักษณะก้างฝอยไม่ต่างกับทั้งพลาสติก FSiMP, FTMP, FDMP และ FSMP (ตารางที่ 4.6)

5) คุณลักษณะด้านกลิ่นรสของพลาสติก

คุณลักษณะกลิ่นรสเปรี้ยวของพลาสติกมีคะแนนคุณภาพแตกต่างกันทางสถิติ โดยพลาสติก FSiMP ให้กลิ่นรสเปรี้ยวมากที่สุด คือ มีคะแนนเฉลี่ย 6.16 ในขณะที่พลาสติก FTMP และ FSMP มีคะแนนกลิ่นรสเปรี้ยวค่อนข้างน้อย และต่ำที่สุด คือ 3.50 และ 2.96 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

กลิ่นรสเค็มของพลาสติกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าพลาสติกให้กลิ่นรสเค็มมากที่สุด คือ พลาสติก FSMP มีคะแนน 7.13 ส่วนพลาสติก FDMP และ FJPb ให้กลิ่นรสเค็มรองลงมา (4.86-4.96 คะแนน ตามลำดับ และไม่ต่างกันทางสถิติ) และพลาสติก FSiMP มีคะแนนกลิ่นรสเค็มน้อย คือ 2.61 คะแนน (ตารางที่ 4.6)

คุณลักษณะกลิ่นรสขม และความเลี่ยนมันของพลาสติกทั้ง 6 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนค่อนข้างต่ำ คือ 0.71-2.05 และ 2.32-3.43 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

คุณลักษณะกลิ่นรสอร่อยของปลาต้มทอดก่อนมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาต้มทอด FJPb ให้กลิ่นรสอร่อยที่ระดับคะแนนปานกลาง แต่เป็นคะแนนที่สูงที่สุด คือ 4.85 ในขณะที่ปลาต้มทอด FSiMP ให้กลิ่นรสอร่อยน้อยที่สุด คือ มีคะแนนกลิ่นรสอร่อยเพียง 1.91 (ตารางที่ 4.6)

กลิ่นรสกระเทียมของปลาต้มทอดแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปลาต้มทอด FJPb ให้กลิ่นรสกระเทียมแรงที่สุด (3.66) ส่วนปลาต้มทอดอื่น ๆ ได้แก่ ปลาต้มทอด FTMP, FSiMP, FCMP, FDMP, และ FSMP ให้กลิ่นรสกระเทียมไม่แตกต่างทางสถิติ และมีคะแนนค่อนข้างต่ำระหว่าง 1.36-2.01 คะแนน

6) คุณลักษณะด้านความรู้สึกที่ได้ภายหลังการกลืน

ความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านความเลี่ยนมัน และกลิ่นคาวของปลาต้มทอดของทั้ง 6 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 2.36-3.75 และ 2.38-4.34 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ระดับค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 4.6)

ความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านความเค็มของปลาต้มทอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาต้มทอด FSMP และ FTMP ให้รสชาติความเค็มภายหลังการกลืนไม่แตกต่างกัน และจัดเป็นกลุ่มที่มีคะแนนในด้านนี้สูงสุด คือ มีคะแนน 6.27 และ 5.73 คะแนน ตามลำดับ ในขณะที่ปลาต้มทอด FSiMP มีรสชาติเค็มภายหลังการกลืนน้อยมาก คือ 1.99 คะแนน (ตารางที่ 4.6)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน กล่าวคือ ปลาต้มดิบทั้งปลาต้มปลาตะเพียน และปลาต้มที่ไม่ใช่ปลาตะเพียน ผู้ทดสอบชิมชอบปลาต้มที่มีกลิ่นเปรี้ยวค่อนข้างแรง กลิ่นคาวปลาค่อนข้างน้อย กลิ่นกระเทียมในระดับปานกลางความแน่นเนื้อ และการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง รวมถึงมีความเป็นเมือกและมีฟองก๊าซดำหรือไม่มี ส่วนสีของปลาต้มกลิ่นเค็ม ความมันวาวของเมล็ดข้าวผู้ทดสอบชิมไม่คำนึงถึงมากนัก แต่อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมยอมรับปลาที่มีสีค่อนข้างซีดมากกว่าปลาที่มีเนื้อสีชมพู เนื่องจากไม่แน่ใจว่าเนื้อสีชมพูของปลาต้มอาจเกิดจากการเติมดินประสี หรือสารประกอบไนไตรท์หรือไม่ ในกรณีของปลาต้มทอดผู้ทดสอบชิมชอบปลาต้มที่มีกลิ่นเปรี้ยวค่อนข้างแรง กลิ่นกระเทียมในระดับปานกลาง ความแน่นเนื้อและการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อระดับปานกลาง กลิ่นรสเปรี้ยวค่อนข้างสูง และมีความเรียบร้อยของเนื้อปลาสูง ในขณะที่กลิ่นรสเค็มต้องไม่สูงมากนัก และความรู้สึกภายหลังการกลืนต้องไม่เลี่ยนมัน มีกลิ่นคาวปลา และรสเค็มจัดจนเกินไป เมื่อนำองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแล็กติก ปริมาณเกลือมาพิจารณาประกอบการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อบ่งชี้ถึงคุณภาพทางเคมีของปลาต้มที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคพบว่าปลาต้มดิบที่มีกลิ่นเปรี้ยวค่อนข้างแรง และให้รสเปรี้ยวค่อนข้างมาก ได้แก่ ปลาต้ม FIS, FMN, FKU FSiMP, FDMP และ FTMP ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 4.46-4.85 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ระหว่างร้อยละ 0.82-1.44 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก)

ไม่เกินร้อยละ 4.00 โดยน้ำหนัก ยกเว้นปลาส้ม FTMP และ FDMP มีปริมาณเกลือร้อยละ 5.26 และ 4.66 โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามดัชนีบ่งชี้คุณลักษณะปลาส้มที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต้องนำคุณภาพทางจุลชีววิทยามาพิจารณาร่วมด้วย

4.4 สรุป

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างปลาส้มที่ได้จากการการเชื่อมหมกแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยแยกทำการศึกษาระหว่างกลุ่มปลาส้มปลาตะเพียน และกลุ่มปลาส้มที่ไม่ใช่ปลาตะเพียน พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของปลาส้มกลุ่มปลาส้มปลาตะเพียนทั้งในส่วนของคุณภาพความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 67.85-72.45 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.48-5.54 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดเล็กน้อย (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 0.24-1.28 และ 0.77-4.14 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเกลือ (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 2.06-6.20 และ 7.48-21.82 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 12.40-17.25 และ 40.47-56.69 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และปริมาณไขมัน (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 2.49-4.96 และ 8.14-15.43 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่องค์ประกอบทางเคมีของปลาส้มในกลุ่มปลาส้มที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนมีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 67.71-71.94 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.46-5.60 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดเล็กน้อย (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 0.37-1.44 และ 1.32-4.93 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเกลือ (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 2.23-6.60 และ 7.47-20.84 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 15.14-17.04 และ 47.85-58.48 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) และ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 0.91-3.68 และ 2.78-11.65 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

จากการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสของกลุ่มตัวอย่างปลาส้มปลาตะเพียนดิบจากแหล่งผลิตในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 7 ตัวอย่าง พบว่าคุณภาพด้านสีของผิวหนัง และเนื้อปลาส้มดิบในส่วนของคุณภาพสีของเนื้อปลาส้มดิบได้คะแนนเฉลี่ย 3.11-5.67 ผิวหนังด้านท้องของปลาส้มดิบได้คะแนนเฉลี่ย 0.91-1.96 สีของเนื้อด้านติดหนังปลาส้มดิบได้คะแนนเฉลี่ย 3.01-5.41 สีของเนื้อปลาส้มด้านติดก้างได้คะแนนเฉลี่ย 2.69-4.42 สีของน้ำจากปลาส้มดิบได้คะแนนเฉลี่ย 1.01-3.94 คุณภาพด้านลักษณะปรากฏของเนื้อปลาส้มดิบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏด้านความชุ่มฉ่ำน้ำโดยรวมของเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 5.69-7.15 ลักษณะปรากฏด้านความมีกลิ่นของปลาส้มดิบได้คะแนนเฉลี่ย 0.49-3.10 ลักษณะปรากฏด้านความเป็นเมือกของปลาส้มดิบได้คะแนนเฉลี่ย 1.71-4.02 ลักษณะปรากฏด้านการมีฟองก๊าซได้คะแนนเฉลี่ย 0.41-1.52 และลักษณะความเป็นมันวาวของผิวเมื่อดำน้ำของปลาส้มดิบได้คะแนนเฉลี่ย 1.40-2.77 ในขณะที่คุณภาพด้านกลิ่นของปลาส้มดิบ

ประกอบด้วยกลิ่นเปรี้ยวของปลาสดได้คะแนนเฉลี่ย 4.09-6.05 กลิ่นเค็มของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 2.66-3.87 กลิ่นคาวปลาได้คะแนนเฉลี่ย 2.60-4.32 และกลิ่นกระเทียม 2.68-6.28 ส่วนคุณลักษณะเนื้อสัมผัสปลาสดดิบ ได้แก่ ความแน่นเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 4.55-6.06 การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 4.15-6.16 ความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 4.78-6.29 และคุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความมีก้างฝอยของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 2.39-5.35 ส่วนกลุ่มตัวอย่างปลาสดที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนดิบจากแหล่งผลิตในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าคุณภาพด้านสีของผิวหนัง และเนื้อปลาสดดิบในส่วนสีของผิวหนังส่วนสันของเนื้อปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 4.40-7.58 ผิวหนังด้านท้องของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 0.93-2.86 สีของเนื้อด้านติดหนังปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 2.46-6.00 สีของเนื้อปลาสดด้านติดก้างได้คะแนนเฉลี่ย 2.48-5.96 สีของน้ำจากปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 2.26-3.56 คุณภาพด้านลักษณะปรากฏของเนื้อปลาสดดิบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏด้านความชุ่มฉ่ำน้ำโดยรวมของเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 5.07-6.08 ลักษณะปรากฏด้านความมีเกล็ดของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 0.92-1.57 ลักษณะปรากฏด้านความเป็นเมือกของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 2.04-3.36 ลักษณะปรากฏด้านการมีฟองก๊าซได้คะแนนเฉลี่ย 0.15-0.72 และลักษณะความเป็นมันวาวของผิวเมื่อดำน้ำของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 1.77-3.61 ในขณะที่คุณภาพด้านกลิ่นของปลาสดดิบ ประกอบด้วยกลิ่นเปรี้ยวของปลาสดได้คะแนนเฉลี่ย 2.25-5.09 กลิ่นเค็มของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 2.10-3.59 กลิ่นคาวปลาได้คะแนนเฉลี่ย 2.29-4.97 และกลิ่นกระเทียม 2.49-6.22 ส่วนคุณลักษณะเนื้อสัมผัสปลาสดดิบ ได้แก่ ความแน่นเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 3.79-6.31 การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 3.40-6.34 ความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 5.06-6.15 และคุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความมีก้างฝอยของปลาสดดิบได้คะแนนเฉลี่ย 2.21-3.32

การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสของกลุ่มตัวอย่างปลาสดปลาตะเพียนทอด พบว่าสีของผิวหนังส่วนสันของปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 4.94-8.46 สีของเนื้อปลาสดทอดด้านติดผิวหนังส่วนท้องได้คะแนนเฉลี่ย 2.69-4.92 สีของเนื้อปลาสดติดหนังปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 3.37-7.18 และสีของเนื้อปลาสดติดกระดูกของปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 3.25-7.63 ส่วนลักษณะปรากฏของเนื้อปลาสดประกอบด้วยความเรียบร้อยของเนื้อปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 3.23-7.82 ความแน่นเนื้อของปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 4.13-7.91 ความมีเกล็ดของปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 0.25-2.76 ในขณะที่ด้านกลิ่นของปลาสดทอด ได้แก่ กลิ่นน้ำมันไหม้ได้คะแนนเฉลี่ย 4.10-6.05 กลิ่นเปรี้ยวได้คะแนนเฉลี่ย 1.88-4.30 กลิ่นเค็มได้คะแนนเฉลี่ย 1.55-3.28 กลิ่นคาวปลาได้คะแนนเฉลี่ย 1.06-4.24 และกลิ่นกระเทียมได้คะแนนเฉลี่ย 1.15-3.81 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสปลาสดทอด ซึ่งประกอบด้วยความแน่นเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 3.72-7.21 การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.63-5.87 ความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 1.80-4.95 ความมีก้างฝอยของปลาสดทอดได้คะแนนเฉลี่ย 1.53-5.68 ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของปลาสดทอด คือ กลิ่นรสเปรี้ยวได้คะแนนเฉลี่ย 2.97-6.42 กลิ่นรสเค็มได้คะแนนเฉลี่ย 4.24-6.90 กลิ่นรสขมได้คะแนนเฉลี่ย 0.34-1.57 รสอร่อยกลมกล่อมได้คะแนนเฉลี่ย

3.31-4.61 กลิ่นรสกระเทียมได้คะแนนเฉลี่ย 1.73-4.75 และกลิ่นรสเลี่ยนมันได้คะแนนเฉลี่ย 3.16-5.67 คุณลักษณะด้านความรู้สึกที่ได้ภายหลังการกลืน ประกอบด้วยความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านความเลี่ยนมันของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 3.32-5.21 ความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านกลิ่นคาวปลาของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.37-5.26 และรสเค็มภายหลังการกลืนของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 3.76-5.82 ส่วนกลุ่มปลาต้มที่ไม่ใช่ปลาตะเพียนทอดได้คะแนนการทดสอบดังต่อไปนี้ ผิวหนังส่วนสันของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 6.40-8.35 สีของเนื้อปลาต้มทอดด้านติดผิวหนังส่วนท้องได้คะแนนเฉลี่ย 3.16-3.93 สีของเนื้อปลาติดหนังปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.21-7.29 และสีของเนื้อปลาติดกระดูกของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 3.43-7.93 ส่วนลักษณะปรากฏของเนื้อปลาต้ม ประกอบด้วยความเรียบร้อยของเนื้อปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.60-7.54 ความแน่นเนื้อของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 4.51-7.34 ความมีเกล็ดของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 0.51-1.31 ในขณะที่ด้านกลิ่นของปลาต้มทอด ได้แก่ กลิ่นน้ำมันไหม้ได้คะแนนเฉลี่ย 3.64-5.55 กลิ่นเปรี้ยวได้คะแนนเฉลี่ย 1.64-4.32 กลิ่นเค็มได้คะแนนเฉลี่ย 2.34-3.51 กลิ่นคาวปลาได้คะแนนเฉลี่ย 1.46-3.08 และกลิ่นกระเทียมได้คะแนนเฉลี่ย 1.68-5.37 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสปลาต้มทอด ซึ่งประกอบด้วยความแน่นเนื้อได้คะแนนเฉลี่ย 3.69-6.84 การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.26-5.79 ความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.74-5.07 ความมีกากฝอยของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 1.56-4.31 ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของปลาต้มทอด คือ กลิ่นรสเปรี้ยวได้คะแนนเฉลี่ย 2.96-6.16 กลิ่นรสเค็มได้คะแนนเฉลี่ย 2.61-7.13 กลิ่นรสขมได้คะแนนเฉลี่ย 0.71-2.05 รสอร่อยกลมกล่อมได้คะแนนเฉลี่ย 1.91-4.85 กลิ่นรสกระเทียมได้คะแนนเฉลี่ย 1.36-3.66 และกลิ่นรสเลี่ยนมันได้คะแนนเฉลี่ย 2.32-3.43 คุณลักษณะด้านความรู้สึกที่ได้ภายหลังการกลืน ประกอบด้วยความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านความเลี่ยนมันของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.36-3.75 ความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านกลิ่นคาวปลาของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 2.38-4.34 และรสเค็มภายหลังการกลืนของปลาต้มทอดได้คะแนนเฉลี่ย 1.99-6.27

เมื่อนำผลองค์ประกอบทางเคมีและทางประสาทสัมผัสมาพิจารณาร่วมกัน พบว่าปลาต้มที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 4.46-4.85 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ระหว่างร้อยละ 0.82-1.44 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ไม่เกินร้อยละ 4.00 โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามดัชนีบ่งชี้คุณลักษณะปลาต้มที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต้องนำคุณภาพทางจุลชีววิทยามาพิจารณาร่วมด้วย

บทที่ 5

การศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาสาม

5.1 บทนำ

ปลาสามหรือสามปลาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตมากในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของประเทศไทย ได้จากการหมักปลาน้ำจืดสดที่ตัดแต่งทำความสะอาดแล้วกับข้าวเหนียว นึ่งหรือข้าวสุก กระเทียม และเกลือ จากนั้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเก็บไว้ 2 วัน เพื่อรอจำหน่าย แต่ยังไม่พร้อมรับประทาน ซึ่งเมื่อรวมระยะเวลาการขนส่งและช่วงระยะเวลาการจำหน่ายต้องใช้เวลารวม ประมาณ 5-7 วัน ที่จะเป็นปลาสามโดยสมบูรณ์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสถานที่เก็บจนเกิดรสเปรี้ยว (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548; Saisithi *et al.*, 1986) ทั้งนี้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2548) ได้มีข้อกำหนดคุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาสามที่ดีไว้ว่าต้องไม่พบซาลโมเนลลา (*Salmonella*) ในตัวอย่าง 25 กรัม ไม่พบคลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจน (*Clostridium perfringens*) ในตัวอย่าง 0.1 กรัม อีโคไล (*E. coli*) ด้วยวิธีเอ็มพีเอ็นต้องน้อยกว่า 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องปราศจากพยาธิในตัวอย่างปลาสาม โดยปลาที่นิยมนำมาทำปลาสาม คือ ปลาตะเพียน ปลาจีน และปลานวลจันทร์ ส่วนปลาน้ำจืดชนิดอื่นที่พบบ้างแต่มีจำนวนน้อย เช่น ปลานิล และปลาซิว จากการศึกษในปี พ.ศ. 2543 พบว่าปลาสามที่ผลิตในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน มีมูลค่ามากกว่า 60 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

คณะผู้วิจัยได้เยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสามที่มีชื่อเสียงในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคกลาง (ลพบุรีและสิงห์บุรี) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ขอนแก่น ชัยภูมิ อุบลราชธานี และนครราชสีมา) และภาคเหนือ (พะเยา เพชรบูรณ์ และลำพูน) ของประเทศไทย และเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาสามจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายได้ทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง เพื่อมาศึกษาคุณภาพทางเคมี ประสาทสัมผัส และจุลชีววิทยา จากการสำรวจและเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสามพร้อมทั้งเก็บตัวอย่างปลาสามที่ได้รับความนิยมสูงจากผู้บริโภค พบว่าแต่ละแหล่งผลิตมีกระบวนการหมักปลาที่มีสูตรของส่วนผสมวัตถุดิบปลา (ชนิดของปลา) ข้าวสุก (มีทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า) กระเทียม และเกลือ ที่แตกต่างกัน ขึ้นกับแหล่งและราคาของวัตถุดิบปลา กลิ่นรสที่ผู้บริโภคต้องการ และความสะอาดของกระบวนการผลิต บางแหล่งผลิตมีการปรับเปลี่ยนสูตรเพื่อให้เหมาะกับสภาวะ และสถานการณ์ที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ

โดยทั่วไปการหมักปลาสามที่อาศัยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติมักให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ (Valyasevi and Rolle, 2002) และจากรายงานการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่น (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์, 2547) พบว่าผลิตภัณฑ์แหนมและ

ปลาสด มียีสต์และพบอีโคไลเกินมาตรฐาน และพบเชื้อซาลโมเนลลาร้อยละ 66.7 (6 ใน 9) เนื่องจากการหมักโดยอาศัยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติไม่มีการควบคุมชนิด และจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักแต่ละครั้ง (รุ่น) ของการผลิต และไม่มีการควบคุมปัจจัยภายนอกโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิระหว่างการหมัก จากที่มีรายงานการวิจัยระบุถึงปัญหาที่พบ คือ น้ำที่ออกมาจากปลาสดมีลักษณะขุ่น มีฟองมาก กลิ่นเหม็น เนื้อปลาสยุ่ย และข้าวมีกลิ่นบูด ซึ่งอาจเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนกับวัตถุดิบ และระหว่างกระบวนการผลิตในแต่ละรุ่นของการผลิต และเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่เหมาะสมแก่การผลิตปลาสด หรือจุลินทรีย์ชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค มีผลต่อความปลอดภัยของอาหารประเภทนี้อีกด้วย ปัญหาเหล่านี้ทำให้เกิดความสูญเสียด้านเศรษฐกิจและเป็นอุปสรรคในการขยายกำลังการผลิตปลาสด นอกจากนี้ปลาสดยังเป็นสินค้าที่มีอายุการเก็บสั้น ทำให้การขยายตลาดเป็นไปได้ค่อนข้างช้า รวมถึงข้อมูลการศึกษาด้านองค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางด้านกายภาพ และประสาทสัมผัสของปลาสดที่ผลิตได้จากหลายๆ แหล่งในประเทศไทย ยังมีการรายงานไว้ค่อนข้างน้อย ข้อมูลด้านคุณภาพทางจุลชีววิทยามีความสำคัญที่สามารถใช้ช่วยด้านปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาสดที่ควบคุมได้และความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่เป็นอันตรายในระหว่างการผลิต ข้อมูลดังกล่าวยังสามารถใช้อ้างอิงเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสดให้ได้คุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

แบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria) เป็นจุลินทรีย์กลุ่มหลักที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (Orillo and Pedersson, 1968; Saisithi *et al.*, 1986; Olympia *et al.*, 1992; Østergaard *et al.*, 1998) แบคทีเรียกรดแล็กติกมีบทบาทหลักในการผลิตกรดอินทรีย์ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดแล็กติก) ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมักลดลง ซึ่งทั้งค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำลงและกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้น ช่วยในการถนอมและยืดอายุของผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้ (Owens and Mendoza, 1985) นอกจากนี้ Tanasupawat and Komagata (1995) ได้รายงานถึงบทบาทของแบคทีเรียกรดแล็กติกในอาหารหมักที่อาศัยจุลินทรีย์ในธรรมชาติเช่นกัน ซึ่งไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบประเภทปลา เนื้อสัตว์อื่น และพืชผัก แบคทีเรียกรดแล็กติกมีการเจริญและสร้างกรดจึงทำให้เกิดรสเปรี้ยวและเกิดผลิตภัณฑ์หมัก

ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาสดโดยวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบปนเปื้อนทั่วไป ราและยีสต์ จุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของผลิตภัณฑ์ปลาสด ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC และจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ทำให้เกิดกระบวนการหมัก การศึกษาในช่วงนี้ยังได้แยกและเลือกเก็บไอโซเลทของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดที่พบเด่นจากปลาสด เพื่อศึกษาบทบาทของจุลินทรีย์นั้น ๆ ต่อกระบวนการผลิตปลาสดที่ได้คุณภาพคงที่ ปลอดภัย และมีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ

5.2 ระเบียบวิธีวิจัย

จากตัวอย่างปลาสดที่เก็บจากแหล่งผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) และที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรม รวม 9 แหล่ง และตัวอย่างปลาสดที่มีจำหน่ายในปริมาณมากจากตลาดสดในเขตภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อีกอย่างน้อย 8 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์นั้น เป็นตัวอย่างที่หมักได้ 3 วัน (มีอายุ 3 วัน นับตั้งแต่วันเริ่มผลิต) และวิเคราะห์หาทั้งจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่พบทั่วไปในผลิตภัณฑ์ปลาสด คือ จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable counts หรือ Aerobic plate counts) และยีสต์และรา (Yeasts และ Molds) และจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารและจุลินทรีย์ก่อโรคในปลาสด ซึ่งที่เน้นคือคือจุลินทรีย์กลุ่ม Coliform bacteria (Coliforms), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* และศึกษาจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตปลาสด การดำเนินการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดดังกล่าวข้างต้นนั้นดำเนินการตามวิธีที่ระบุใน AOAC (1990), AOAC International (1995, 1998 และ 2000), Tanasupawat and Komagata (1995) และ Tanasupawat *et al.* (2002) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.2.1 การเตรียมตัวอย่างปลาสดเพื่อวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนและที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตปลาสด

นำตัวอย่างปลาสดจำนวน 2 ถุงบรรจุ ซึ่งมี 2 ตัวหรือ 2 ชิ้นต่อถุงบรรจุ (ถุงบรรจุละ 500 กรัม) สุ่มตัดชิ้นเนื้อปลาทุกตัวหรือทุกชิ้น ตัวละหรือชิ้นละ 12.5 กรัม รวมเป็น 50 กรัม (ตาม AOAC (1990) ข้อ 966.23) โดยสุ่มเก็บจากส่วนหัว ส่วนท้อง ส่วนสัน ส่วนหาง และกลางตัว ทั้ง 2 ด้านของตัวปลาแต่ละตัวที่มีทั้งข้าวเหนียวหรือข้าวสุกและกระเทียมปนอยู่ด้วย นำตัวอย่างปลาสดที่เตรียมได้มาผสมให้เข้ากันกับสารละลาย Bufferfield's buffered phosphate diluent ปลอดเชื้อ (ภาคผนวก ข1.2) ปริมาตร 450 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Stomacher (Seward Medical, London, U.K.) นำตัวอย่างที่ผสมกันดีแล้วไปตรวจหาจุลินทรีย์ตามขั้นตอนต่อไป

5.2.2 การตรวจหาจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่พบทั่วไปในผลิตภัณฑ์ปลาสด

ก. จุลินทรีย์ทั้งหมด

นำตัวอย่างปลาสดที่ได้จากการเตรียมในข้อ 5.2.1 มาเจือจางแบบ Serial dilution ด้วย Bufferfield's buffered phosphate diluent เพื่อตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Standard plate count และใช้เทคนิค Spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA; ภาคผนวก ข2.13) ทำการทดลองสองซ้ำ บ่มให้จุลินทรีย์เจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน ตรวจนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายใน 24-48 ชั่วโมง บันทึกผล หาค่าเฉลี่ยและค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/กรัม)

ข. ยีสต์และรา

เจือจางตัวอย่างปลาซั่มและใช้วิธีการตรวจหายีสต์และราเช่นเดียวกับการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt yeast extract agar (MYA; ภาคผนวก ข2.8) ทำการทดลองสองซ้ำและบ่มให้ยีสต์และราเจริญที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน เป็นเวลา 3-5 วัน นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นทั้งหมด และแยกนับราและยีสต์ตามลักษณะโคโลนี บันทึกผลหาค่าเฉลี่ยและค่าจำนวนยีสต์และรา (CFU/กรัม)

5.2.3 การศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์

อาหารปลาซั่ม

จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารและจุลินทรีย์ก่อโรคในปลาซั่มที่ตรวจวิเคราะห์คือ Coliforms, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* จุลินทรีย์ที่ศึกษานี้จัดได้ว่าเป็นดัชนีด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารตาม AOAC (1990), AOAC International (1995, 1998 และ 2000) ตามข้อกำหนดสุขลักษณะของอาหารตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 34-2536 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาซั่ม มาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) และตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ซึ่งการศึกษาจุลินทรีย์ข้างต้นมีวิธีการดังนี้

ก. Coliforms

ใช้วิธี Most probable number (MPN) ตาม AOAC (1990) ข้อ 966.24 และปรับตาม AOAC International (1998 และ 2000) โดยใช้ตัวอย่างปลาซั่มตามที่เตรียมในข้อ 5.2.1 และใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate tryptose broth (ภาคผนวก ข2.6) ที่มีหลอดดักแก๊ส (Durham tube) บรรจุอยู่ บ่มให้แบคทีเรียเจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊ส และบ่มต่อถึง 48 ชั่วโมง จึงตรวจผลอีกครั้ง นำค่าจำนวนหลอดที่เกิดแก๊ส คือผลบวกไปเทียบค่า MPN จากตารางอ่านค่ามาตรฐาน และนำหลอดที่ให้ผลบวกนี้ไปทดสอบต่อในขั้น Confirmed test โดย Cross-streak บนอาหาร LEVINE Eosine methylene blue (EMB) agar (ภาคผนวก ข2.7) ตรวจดูลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นได้สองรูปแบบ คือ Coli-type colony ซึ่งเป็น Greenish metallic sheen colony ใน reflected light หรือเป็น Dark หรือ Black centered colony ใน transmitted light และ Aerogenes-type colony ที่กลางโคโลนีที่บัสแสง มีสีอ่อนหรือสีชมพู เป็นเมือกเยิ้ม จากนั้นทดสอบในขั้น Complete test ด้วยอาหาร Brilliant green lactose bile (BGLB) broth ที่มีหลอดดักแก๊สบรรจุอยู่

ข. *E. coli*

ใช้วิธี Most probable number (MPN) ระบบ 5 หลอด ตาม AOAC (1990) ข้อ 978.23 และปรับตาม AOAC International (1995 และ 2000) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth (ภาคผนวก ข2.5) ที่มีหลอดดักแก๊สบรรจุอยู่ บ่มให้แบคทีเรียเจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้น บ่มที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สและเทียบค่า MPN จากตารางอ่านค่ามาตรฐาน นำหลอดที่ให้ผลบวกคือหลอดที่เกิดแก๊สไป Cross-streak บนอาหาร LEVINE EMB agar บ่มให้แบคทีเรียเจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจดูลักษณะ Coli-type colony ที่เกิดขึ้น และรูปร่างและการติดสีแบบแกรมของแบคทีเรีย ซึ่ง *E. coli* มีรูปร่างเซลล์เป็นท่อนสั้นและเป็นแบคทีเรียแกรมลบ

ค. *Salmonella* spp.

ใช้วิธีแยกหาเชื้อตาม AOAC 1990 ข้อ 967.26 และปรับตาม AOAC International (2000) โดยสับตัวอย่างปลาสดตามข้อ 5.2.1.1 ปริมาณ 25 กรัม ตีควนในอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase soy broth (TSB; ภาคผนวก ข2.16) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Stomacher นำส่วนผสมของปลาสดที่ตีควนได้ไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ย้ายเชื้อ 1 มิลลิลิตร ลงใน Selenite cystine broth (ภาคผนวก ข2.15) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น Cross-streak บนผิวหน้าอาหาร Xylose lysine desoxycholate (XLD) agar (ภาคผนวก ข2.18) บ่มให้แบคทีเรียเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจดูลักษณะโคโลนีสีชมพูที่อาจมีหรือไม่มีสีดำที่กลางโคโลนีที่เกิดขึ้น และอาจวิเคราะห์ชนิดที่แน่นอนของแบคทีเรียต่อไปตาม AOAC (1990) ข้อ 978.24

ง. *Staphylococcus aureus*

ใช้วิธีแยกหาเชื้อตาม AOAC 1990 ข้อ 980.37 และปรับตาม AOAC International (2000) โดยสับตัวอย่างปลาสดตามข้อ 5.2.1.1 ปริมาณ 25 กรัม ตีควนในอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase soy broth (TSB) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Stomacher นำตัวอย่างปลาสดที่เตรียมได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB (ที่เติม 10% NaCl) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้น Cross-streak บนผิวหน้าอาหาร Baird-Parker agar (Egg tellurite glycine pyruvate agar; ภาคผนวก ข2.1) บ่มให้แบคทีเรียเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะเรียบ กลม นูน สีเทาหรือเทาดำที่เกิดขึ้น ถ้าพบควรทดสอบ Coagulase ตามวิธีที่ระบุในข้อ 5.2.4 ซึ่ง *Staphylococcus aureus* ควรเป็น Coagulase-positive culture

5.2.4 การวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของผลิตภัณฑ์ปลาสด

จากที่ได้เลือกศึกษากลุ่มของจุลินทรีย์บางกลุ่ม หรือชนิดที่เป็นดัชนีด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของกระบวนการผลิตปลาสดจากผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ได้จากแหล่งผลิตตามระบุข้างต้น จุลินทรีย์ที่นำมาตรวจวิเคราะห์ชนิดในขั้นตอนนี้ คือ ไอโซเลท (Isolate) ที่ได้จากการตรวจหา Coliforms, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ตามวิธีที่ระบุใน AOAC (1990) และ AOAC International (1998, 2000) และการระบุชนิดของแบคทีเรียในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี ตาม Holt *et al.* (1994) และ AOAC International (1998) พร้อมทั้งทดสอบโดยใช้ระบบ API (bioMérieux, Inc.) และเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API (API 20E และ API STAPH, (bioMérieux, Inc.) ตามวิธีการดังนี้

ก. Coliforms

นำไอโซเลทที่ได้คัดเลือกจากโคโลนีที่เจริญบนอาหาร LEVINE Eosine methylene blue (L-EMB) agar (ภาคผนวก ข2.7) ซึ่งมีลักษณะทั้งสองรูปแบบ คือ Coli-type colony (เป็น Greenish metallic sheen colony ใน Reflected light หรือเป็น Dark หรือ Black centered colony ใน Transmitted light) และ Aerogenes-type colony (เป็นโคโลนีที่กลางโคโลนีที่ทึบแสง มีสีอ่อนหรือ สีชมพู เป็นเมือกเยิ้ม) มาแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ (Pure culture) ด้วยวิธี Cross streak โดยใช้อาหาร Trypticase soy agar (TSA, ภาคผนวก ข2.17) แล้วศึกษาสมบัติของเชื้อเพื่อวิเคราะห์ชนิด ดังนี้

1) การศึกษาสัณฐานวิทยาของเซลล์ด้วยการย้อมสีเซลล์แบบแกรม (Gram stain)

ศึกษาลักษณะ รูปร่าง การเรียงตัว และการติดสีย้อมแบบแกรมของเซลล์แบคทีเรีย โดยเตรียมรอย smear ของแบคทีเรียอายุ 18-24 ชั่วโมง ที่เจริญบนอาหาร TSA บนแผ่นแก้วสไลด์ที่สะอาด ตีรังเซลล์ให้ติดแผ่นแก้วสไลด์ด้วยความร้อน แล้วหยดสี Crystal violet (ภาคผนวก ข1.3) ให้ทั่วรอย smear เป็นเวลา 1 นาที ล้างสีออกด้วยน้ำเบาๆ หยด Gram's iodine (ภาคผนวก ข1.5) ให้ทั่วรอย smear เป็นเวลา 1 นาที เท Gram's iodine ที่ทิ้ง และล้างรอย smear ด้วยแอลกอฮอล์ (95%) หรือ Acetone alcohol (ภาคผนวก ข1.1) ประมาณ 5 วินาที ล้างด้วยน้ำทันที ย้อมทับรอย smear ด้วยสี Safranin (ภาคผนวก ข1.8) เป็นเวลา 1 นาที เทสีทิ้ง ล้างด้วยน้ำ ทิ้งให้แห้ง แล้วตรวจดูรูปร่าง โครงสร้าง และการเรียงตัวของเซลล์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope)

2) การศึกษาการเจริญของแบคทีเรียบนอาหาร MacConkey agar

ศึกษาลักษณะการเจริญของแบคทีเรียบนอาหาร MacConkey agar (ภาคผนวก ข2.9) โดยวิธี Cross streak เชื้อบริสุทธิ์อายุ 18-24 ชั่วโมง บนผิวหน้าอาหาร MacConkey agar ที่บรรจุในจานเลี้ยงเชื้อ บ่มให้เชื้อเจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แบคทีเรียแกรมลบสามารถเจริญบน

MacConky agar ซึ่งถ้าเป็นพวกที่เฟอร์เมนที่น้ำตาลเล็กโทสจะมีโคโลนีที่มีสีชมพู แต่ถ้าเป็นพวกที่ไม่สามารถเฟอร์เมนที่น้ำตาลเล็กโทสจะมีโคโลนีที่ไม่มีสี และแบคทีเรียแกรมบวกไม่สามารถเจริญบน MacConkey agar เนื่องจากถูกยับยั้งด้วย Bile salts และ Crystal violet

3) การทดสอบการสร้างเอนไซม์ Catalase

โดยใช้ Loop เขี่ยเชื้อบริสุทธิ์ที่เจริญบนอาหาร TSA เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ป้ายบนแผ่นแก้วสไลด์ที่สะอาด หยดสารละลาย Hydrogen peroxide (3%) (ภาคผนวก ข1.4) ลงบนเชื้อที่ป้ายไว้บนแผ่นแก้วสไลด์ ตรวจสอบการเกิดฟองแก๊ส ซึ่งเป็นผลบวกของการสร้างเอนไซม์ Catalase

4) การทดสอบการสร้างเอนไซม์ Oxidase

โดยวางแผ่นกระดาษกรองลงในจานเลี้ยงเชื้อเปล่าที่สะอาด หยดสารละลาย Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride (1%) (ภาคผนวก ข1.9) ลงบนกระดาษกรองให้พอเปียก ใช้ Loop เขี่ยแบคทีเรียบริสุทธิ์ที่เจริญบนอาหาร TSA เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ป้ายลงบนกระดาษกรองที่เปียก สารละลายสำหรับทดสอบ โดยขีดลากให้เป็นเส้นยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของเชื้อที่ป้ายบนกระดาษกรอง ซึ่งถ้าเป็นผลบวกของการสร้างเอนไซม์ Oxidase เชื้อที่ป้ายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มภายใน 1 นาที

5) การทดสอบ Oxidation-Fermentation (O-F test)

ทดสอบ Oxidation-Fermentation (O-F test) โดยใช้ Glucose O-F medium (ภาคผนวก ข2.12) บรรจุในหลอดทดสอบ และทดลองควบคุมทั้งหลอดที่ปิดทับผิวหน้าอาหารด้วย Mineral oil ปิดคอเชื้อและไม่ปิดทับผิวหน้าอาหาร ภายหลังการใส่เชื้อ (Inoculate) โดยใช้เข็มเขี่ยปลายตรง (Needle) เขี่ยเชื้อบริสุทธิ์อายุ 18-24 ชั่วโมง ที่เจริญบนอาหาร TSA แล้วแทง (Stab) ลงในอาหาร บ่มให้เชื้อเจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของอาหารและการเกิดแก๊ส ภายหลังการเจริญ ผลบวกสีของอาหารเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและอาจเกิดแก๊ส

6) การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ (Motility test)

ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ของแบคทีเรียโดยใช้ Motility test medium (ภาคผนวก ข 2.10) โดยใช้เข็มเขี่ยปลายตรงเขี่ยเชื้อบริสุทธิ์อายุ 18-24 ชั่วโมง ที่เจริญบนอาหาร TSA แล้วแทงลงในอาหาร บ่มให้เชื้อเจริญที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการกระจายของเชื้อจากรอยที่ใส่เชื้อเข้าไปในอาหาร

7) การทดสอบสมบัติทางชีวเคมีด้วยชุดทดสอบ API 20E

ทดสอบสมบัติทางชีวเคมีด้วยชุดทดสอบ API 20E (bioMérieux, Inc.) โดยเตรียมเชื้อบริสุทธิ์อายุ 18-24 ชั่วโมง ที่เจริญบนอาหาร TSA จำนวน 1 โคโลนี ในน้ำเกลือ (0.85% NaCl) ปิดคอเชื้อ 5

มิลลิลิตร แล้วใส่ Suspension ของเชื้อนั้นลงในแต่ละ Microtube ใน API 20E strip ซึ่งมี 20 Microtubes และดำเนินการตามข้อแนะนำของผู้ผลิตชุดทดสอบ

ข. *E. coli*

นำไอโซเลทที่ได้คัดเลือกจากโคโลนีที่เจริญบนอาหาร L-EMB agar ซึ่งมีลักษณะเป็น Coli-type colony (Greenish metallic sheen colony ใน Reflected light หรือเป็น Dark หรือ Black centered colony ใน Transmitted light) มาแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธี Cross streak โดยใช้อาหาร TSA แล้วศึกษาสมบัติของเชื้อเพื่อวิเคราะห์ห้ชนิดเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ชนิดของ Coliforms

ค. *Salmonella* spp.

นำไอโซเลทที่ได้คัดเลือกจากโคโลนีที่เจริญบนอาหาร Xylose lysine desoxycholate (XLD) agar (ภาคผนวก ข2.18) ซึ่งมีลักษณะโคโลนีสีชมพูที่อาจมีหรือไม่มีสีดำที่กลางโคโลนีที่เกิดขึ้น มาแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธี Cross streak โดยใช้อาหาร TSA และเนื่องจากลักษณะการเจริญของแบคทีเรียที่พบบนอาหาร XLD นี้ค่อนข้างแตกต่างกันจึงได้นำเชื้อบริสุทธิ์ที่ได้ไปทดสอบลักษณะการเจริญบนอาหาร Bismuth sulfite agar (ภาคผนวก ข2.2) ด้วย โดย Typical *Salmonella* colonies ควรมีสีน้ำตาล เทา หรือ ดำ และอาจมีลักษณะ Metallic sheen ด้วย จากนั้นจึงศึกษาสมบัติของเชื้อเพื่อวิเคราะห์ชนิดเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ชนิดของ Coliforms

ง. *Staphylococcus aureus*

จากไอโซเลทที่ได้คัดเลือกจากโคโลนีที่เจริญบนอาหาร Baird-Parker agar (Egg tellurite glycine pyruvate agar; ภาคผนวก ข2.1) ที่มีลักษณะเรียบ กลม นูน สีเทาหรือเทาดำล้อมรอบด้วยบริเวณทึบแสง (Opaque zone) ที่มักพบบริเวณใสรอบนอก (Outer clear zone) ที่เกิดขึ้น นำมาศึกษา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยการย้อมสีเซลล์แบบแกรม พร้อมทั้งทดสอบการสร้างเอนไซม์ Catalase ตามวิธีที่ระบุในขั้นตอนการวิเคราะห์ชนิดของ Coliforms แล้วจึงเลือกไอโซเลทที่มีรูปร่างของเซลล์กลมมีการเรียงตัวของเซลล์เป็นกลุ่มที่ให้ผลบวกของแบคทีเรียแกรมบวก และให้ผลบวกของการทดสอบ Catalase มาทดสอบการสร้างเอนไซม์ Coagulase

การทดสอบการสร้างเอนไซม์ Coagulase โดยเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ในอาหาร Brain-heart infusion (BHI) broth (ภาคผนวก ข2.3) เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง เตรียม EDTA rabbit plasma (Bactident® Coagulase, Merck KGaA, Darmstadt, Germany) ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อตามข้อแนะนำของผู้ผลิต ผสมสารละลาย EDTA rabbit plasma 0.3 มิลลิลิตร กับแบคทีเรียที่เจริญในอาหารเหลว 0.1 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ตรวจสอบผล Coagulation (Clot) ที่เวลา 30 นาที 1, 3, 4 และ 6 ชั่วโมง

จากนั้นจึงทดสอบการสร้างเอนไซม์ Oxidase ทดสอบ Oxidation-Fermentation และทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ ตามวิธีการเดียวกับที่ระบุในขั้นตอนการวิเคราะห์ชนิดของ Coliforms

พร้อมทั้งทดสอบสมบัติทางชีวเคมีด้วยชุดทดสอบ API STAPH (bioMérieux, Inc.) โดยเตรียมเซลล์ของเชื้อบริสุทธิ์อายุ 18-24 ชั่วโมง ที่เจริญบนอาหาร TSA ใน API STAPH medium ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ให้มีความขุ่นของ Suspension ของเซลล์เท่ากับ McFarland Standard Scale 0.5 (ภาคผนวก ข 1.10) แล้วใส่ Suspension ของเชื้อนั้นลงในแต่ละ Microtube ใน API STAPH strip ซึ่งมี 20 Microtubes และดำเนินการตามข้อแนะนำของผู้ผลิตชุดทดสอบ

5.2.5 การตรวจหาจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติกซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมักปลาสาม

เจือจางตัวอย่างปลาสามและใช้วิธีการตรวจหาแบคทีเรียกรดแล็กติกเช่นเดียวกับการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด (ข้อ 5.2.2 ก) แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ ดังต่อไปนี้คือ MRS agar (ภาคผนวก ข 2.12) ROGOSA agar (ภาคผนวก ข2.14) MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 , MRS agar ที่เติม 10% NaCl และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 และ 10% NaCl ทำการทดลองสองซ้ำ บ่มให้แบคทีเรียเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อข้างต้นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในสภาพไร้ออกซิเจน ใน Anaerobic chamber (SHEL LAB) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ยกเว้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม 10% NaCl ที่บ่มเป็นเวลา 7-14 วัน นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นทั้งหมด บันทึกผล หาค่าเฉลี่ยและค่าจำนวนแบคทีเรีย (CFU/กรัม) เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบเด่นและมีลักษณะแตกต่างกันเพื่อวิเคราะห์ชนิดต่อไป

5.2.6 การวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาสามจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า

การวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสามจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า ใช้ฐานฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียตาม Kandler and Weiss (1986), Holt *et al.* (1994) และ Axelsson (2004) พร้อมทั้งทดสอบโดยใช้ระบบ API (API 50CH/CHL, bioMérieux, Inc., Hazelwood, Missouri, U.S.A.) และเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API นั้น ตามวิธีการดังนี้

ก. การศึกษาฐานฐานวิทยาของเซลล์ด้วยการย้อมสีเซลล์แบบแกรม

นำแบคทีเรียกรดแล็กติกที่คัดเลือกไว้มาแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ จากนั้นเลี้ยงให้เจริญบนอาหาร MRS agar (ภาคผนวก ข2.11) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วเตรียมรอย smear ของเซลล์บนแผ่นแก้วสไลด์ที่สะอาด ตรึงเซลล์ให้ติดแผ่นแก้วสไลด์ด้วยความร้อน จากนั้นย้อมสีเซลล์แบบแกรมตามวิธีการที่ระบุในการศึกษา Coliforms (ข้อ 5.2.4)

ข. การทดสอบการสร้างเอนไซม์ Catalase

ใช้ Loop เขี่ยแบคทีเรียบริสุทธิ์ที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ภาคผนวก ข2.11) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ป้ายบนแผ่นแก้วสไลด์ที่สะอาด หยดสารละลาย Hydrogen peroxide (3%) (ภาคผนวก ข1.4) ลงบนเชื้อที่ป้ายไว้บนแผ่นแก้วสไลด์ ตรวจสอบการเกิดฟองแก๊ส ซึ่งเป็นผลบวกของการสร้างเอนไซม์ Catalase

ค. การทดสอบการสร้างเอนไซม์ Oxidase

โดยวางแผ่นกระดาษกรองลงในจานเลี้ยงเชื้อเปล่าที่สะอาด หยดสารละลาย Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride (1%) (ภาคผนวก ข1.9) ลงบนกระดาษกรองให้พอเปียก ใช้ Loop เขี่ยแบคทีเรียกรดเล็กดึกที่เจริญบนอาหาร MRS agar เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ป้ายลงบนกระดาษกรองที่เปียกสารละลายสำหรับทดสอบ โดยจีดลากให้เป็นเส้นยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของเชื้อที่ป้ายบนกระดาษกรอง ซึ่งถ้าเป็นผลบวกของการสร้างเอนไซม์ Oxidase เชื้อที่ป้ายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มภายใน 1 นาที

ง. การทดสอบความสามารถในการสร้างแก๊ส

เขี่ยโคโลนีของแบคทีเรียบริสุทธิ์ อายุ 48 ชั่วโมง ที่เจริญบน MRS agar ใส่ลงใน MRS broth (ภาคผนวก ข2.11) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ที่มี Durham tube อยู่ด้วย บ่มให้แบคทีเรียเจริญเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในสภาพไร้ออกซิเจน ใน Anaerobic chamber ตรวจสอบความสามารถในการสร้างแก๊สของเชื้อจากการสังเกตช่องว่างใน Durham tube ในหลอดบรรจุ MRS broth ซึ่ง Homofermentative strain ไม่สร้างแก๊ส ในขณะที่ Heterofermentative strain สร้างแก๊สที่ตรวจจับได้

จ. การทดสอบสมบัติทางชีวเคมีด้วยชุดทดสอบ API 50CHL

ทดสอบสมบัติทางชีวเคมีด้วยชุดทดสอบ API 50CH/CHL (bioMérieux, Inc.) โดยเตรียมเชื้อบริสุทธิ์อายุ 24-48 ชั่วโมง ที่เจริญบน MRS agar ใส่ลงใน API 50CHL medium 10 มิลลิลิตร ให้มีความขุ่นของ Suspension ของเซลล์เท่ากับ McFarland Standard Scale 2 (ภาคผนวก ข1.10) แล้วใส่ Suspension ของเชื้อนั้นลงในแต่ละ Microtube ใน API 50CH strip ซึ่งมี 50 Microtubes และดำเนินการตามข้อแนะนำของผู้ผลิตชุดทดสอบ

5.3 ผลการวิจัย

การศึกษาคูณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาส้มในครั้งนี้นำตัวอย่างปลาส้มที่หมักได้ 3 วัน (มีอายุ 3 วัน นับตั้งแต่วันผลิต) จากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและคณะผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าเยี่ยมชมสถานที่ผลิตพร้อมทั้งได้รับทราบข้อมูลของวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตในเบื้องต้น ซึ่งผู้ผลิตทุกรายที่ได้ตัวอย่างปลาส้มมาวิเคราะห์ระบุว่าเป็นปลาส้มที่ดีที่สุดเพื่อการบริโภคคืออายุหมัก 3 วัน จากนั้นควรหรือต้องเก็บในตู้เย็นหรือตู้แช่ ตัวอย่างปลาส้มที่นำมาวิเคราะห์นี้มีทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง จาก 16 แหล่งผลิต (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์ปลาส้มจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในท้องตลาด

แหล่งผลิตภัณฑ์ปลาส้ม		รหัสตัวอย่าง	วัตถุดิบข้าว	หมายเหตุ
ปลาส้มจากปลาตะเพียน				
ภาคกลาง	ลพบุรี	FLB	ข้าวเหนียว ไม่ล้างน้ำ	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
	สิงห์บุรี	FIS	ข้าวเจ้าสุก ล้างน้ำ	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ขอนแก่น	FKU	ข้าวเหนียว ล้างน้ำ	ไม่ยัดส่วนผสมในท้องปลา
	ยโสธร	MYYS	ข้าวเหนียว ไม่ล้างน้ำ	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
	ยโสธร	MYGYS	ข้าวเหนียว ไม่ล้างน้ำ	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
	อุบลราชธานี	JMUb	ข้าวเหนียว ล้างน้ำ	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
	นครราชสีมา	FMN	ND	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
	ยโสธร	YLYS	ND	ไม่ระบุ
	อุบลราชธานี	MAUb	ND	ไม่ระบุ
	อุบลราชธานี	MTUb	ND	ไม่ระบุ
ปลาส้มจากปลานวลจันทร์				
ภาคเหนือ	พะเยา	FTMP	ข้าวเจ้าสุก ล้างน้ำ	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
	พะเยา	FSiMP	ข้าวเหนียว ล้างน้ำ	ยัดท้องด้วยส่วนผสม
	เพชรบูรณ์	FJPb	ข้าวเจ้าสุก ล้างน้ำ	ไม่ยัดท้อง (ปลาส้มจีน)
	พะเยา	FDMP	ND	ไม่ระบุ
	พะเยา	FCMP	ND	ไม่ระบุ
	พะเยา	FSMP	ND	ไม่ระบุ
	ลำพูน	JPLP*	ND	ไม่ยัดท้อง (ปลาส้มจีน)

หมายเหตุ: *วัตถุดิบปลา คือ ปลาจีน

ND = ไม่ระบุเนื่องจากเป็นตัวอย่างปลาส้มที่ซื้อจากตลาดสด

5.3.1 การตรวจหาจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่พบทั่วไปในผลิตภัณฑ์ปลาสด

จุลินทรีย์ปนเปื้อนที่พบทั่วไปในผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ตรวจหา คือ จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable counts หรือ Aerobic plate counts) และยีสต์และรา (Yeasts และ Molds)

ก. จุลินทรีย์ทั้งหมด

จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับด้วยวิธี Standard plate count ใช้เทคนิค Spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) บ่มให้จุลินทรีย์เจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่ามีโคโลนีของแบคทีเรียเจริญเป็นหลัก จุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่างปลาสดที่ใช้ปลาตะเพียนจากแหล่งผลิตและที่วางจำหน่ายในตลาดสดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ค่าการตรวจนับอยู่ในช่วง 7.6857 ถึง 8.7202 logCFU/กรัม) มีจำนวนมากกว่าที่ตรวจนับได้จากตัวอย่างปลาสดปลาตะเพียนจากแหล่งผลิตในภาคกลาง (ค่าการตรวจนับอยู่ในช่วง 7.1072 ถึง 7.4330 logCFU/กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวอย่างปลาสด JMU6 จากจังหวัดอุบลราชธานีมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด (ตารางที่ 5.2) ส่วนผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่างปลาสดที่มีไข่ปลาสดปลาตะเพียน เป็นตัวอย่างปลาสดที่เก็บจากแหล่งในเขตภาคเหนือทั้งหมด พบว่ามีค่าการตรวจนับอยู่ในช่วง 6.8228 ถึง 7.8543 logCFU/กรัม (ตารางที่ 5.2) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปลาสดปลาตะเพียนจากแหล่งผลิตในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่า มีทั้งที่เหมือนและแตกต่างกันจากตัวอย่างปลาสดต่างแหล่งกัน ตัวอย่างของลักษณะโคโลนีที่พบจากปลาสดต่างแหล่งผลิต แสดงในรูปที่ 5.1 จากรายงานของสภานิติบัญญัติแห่งชาติเมื่อปี พ.ศ. 2525 (อ้างถึงโดย อรรถวรรณ, 2544) ระบุปริมาณแบคทีเรียที่พบในตัวอย่างปลาสดจำนวน 80 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 1.6×10^6 ถึง 6.1×10^{10} CFU/กรัม (6.2041 ถึง 10.7853 logCFU/กรัม) ซึ่งมีปริมาณมากเช่นกัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์และเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมด้านสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสัตว์ของประเทศไทย ที่สอดคล้องกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ระบุถึงอาหารหมักพื้นเมืองที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ได้แก่ แหนม กะปิ ปลาร้า ปลาจ่อม ส้มผัก บูด เป็นต้น ควรพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^5 CFU/กรัมของตัวอย่าง (5 logCFU/กรัม) ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 50 CFU/กรัมของตัวอย่าง (ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 34 แต่ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ระบุว่ายีสต์ต้องน้อยกว่า 1×10^4 CFU/กรัมของตัวอย่าง และราต้องน้อยกว่า 500 CFU/กรัมของตัวอย่าง) อย่างไรก็ตาม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสด (มาตรฐานเลขที่ มพช. 26/2548) ไม่ระบุถึงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และรา แต่ระบุเพียง “ต้องไม่มีราปรากฏให้เห็น”

ข. ยีสต์และรา

จากการตรวจหายีสต์และราโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt yeast extract agar (MYA) พบโคโลนีของยีสต์เป็นหลัก (95-100%) ตัวอย่างปลาสดปลาตะเพียนทั้งจากแหล่งผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง มีจำนวนยีสต์และราบนเปื้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 5.2) โดยปลาสดปลาตะเพียน FLB จากแหล่งผลิตจังหวัดลพบุรีมีค่าสูงสุด เท่ากับ 8.0531 logCFU/กรัม และปลาสดปลาตะเพียนที่มีค่าจำนวนยีสต์และราต่ำสุดคือปลาสด JMUb (4.3010 logCFU/กรัม) จากภาคกลางและปลาสด MYGYS (4.3979 LogCFU/กรัม) จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่ปลาสดปลาตะเพียนจากแหล่งอื่นที่ศึกษา มีจำนวนยีสต์และราอยู่ในช่วง 4.8751 ถึง 7.3160 logCFU/กรัม ส่วนปลาสดที่มีใช้ปลาสดปลาตะเพียนพบจำนวนยีสต์และราโดยเฉลี่ยจำนวนมากกว่าที่พบในปลาสดปลาตะเพียน (ตารางที่ 5.2) จำนวนยีสต์และราสูงสุดที่พบ คือ 8.1931 logCFU/กรัม จากปริมาณของยีสต์และราที่พบในปลาสดต่างแหล่งกันนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะโคโลนีที่พบเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่ามีทั้งที่เหมือนและแตกต่างกันจากตัวอย่างปลาสดแหล่งเดียวกันและต่างแหล่งกัน ตัวอย่างของลักษณะโคโลนียีสต์และราที่พบจากปลาสดจากต่างแหล่งผลิตที่นำมาศึกษาแสดงในรูปที่ 5.2

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบทั่วไปในผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกัน 17 แหล่ง เพื่อประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยา กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปลาสดบางปัจจัย สามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

(1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา ที่บ่งชี้คุณภาพของปลาสด ตัวอย่างปลาสดจาก 17 แหล่งผลิตที่นำมาศึกษานี้ ทุกตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา เกิน ซึ่งในการศึกษากครั้งนี้ไม่พบราในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิต 7 ตัวอย่าง คือ ปลาสด MYYS, MYGYS, JMUb, YLYS, MAUb, MTUb และ JPLP จากตัวอย่างทั้งหมด 16 แหล่งผลิต

(2) ชนิดของปลา (ปลาตะเพียนและปลาอื่นที่มีใช้ปลาตะเพียน) ให้ผลที่แตกต่างกันด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา โดยปลาสดปลาตะเพียนตรวจพบจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า แต่มีค่าการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าที่พบในปลาสดที่มีใช้ปลาสดปลาตะเพียน

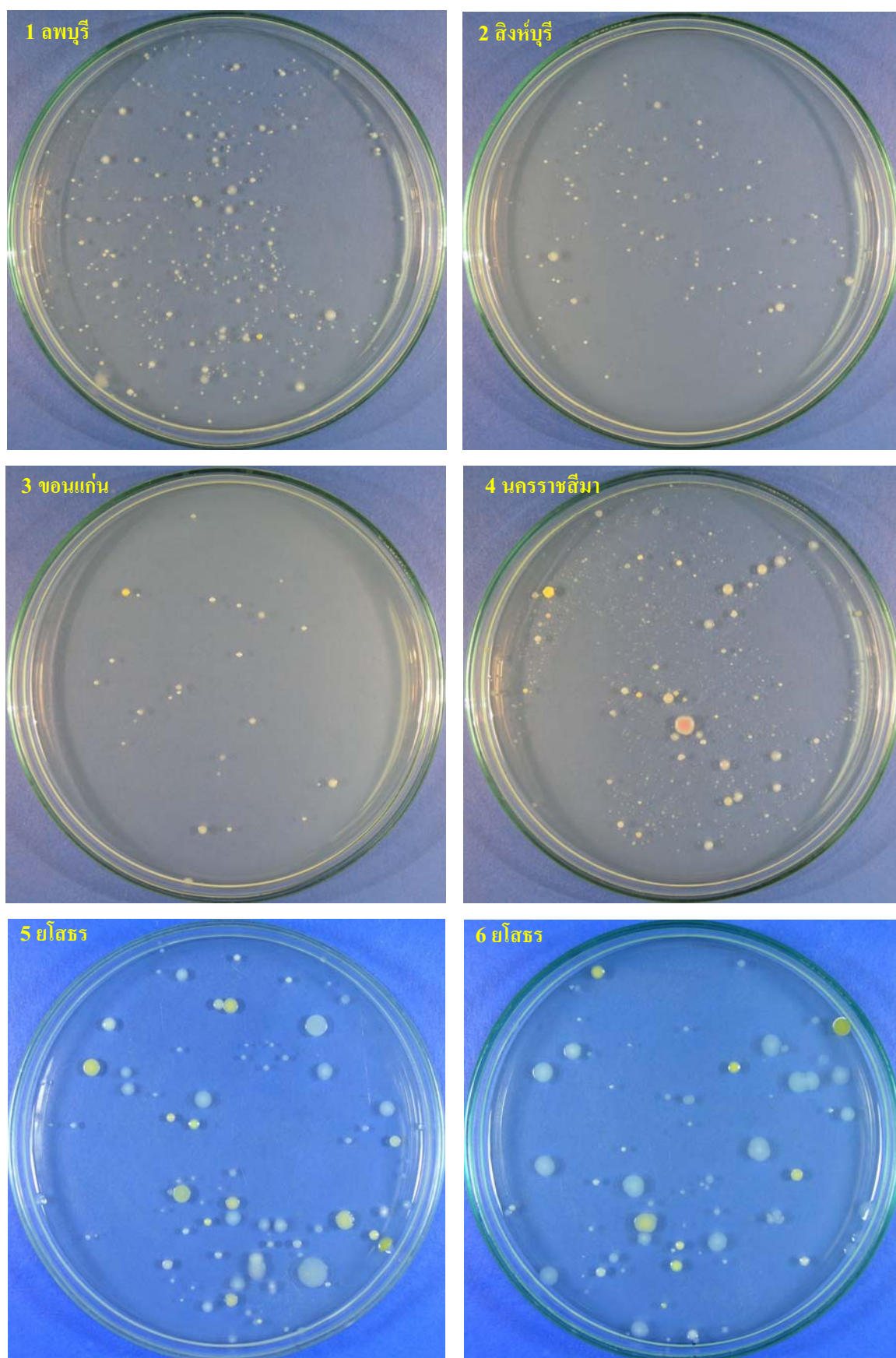
(3) ชนิดของข้าวที่ใช้ (ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า) ที่เป็นสูตรส่วนผสมของวัตถุดิบไม่ให้ผลที่แตกต่างกันด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา

(4) การล้างและไม่ล้างข้าวหนึ่งสัปดาห์ ไม่ให้ผลที่แตกต่างกันด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา

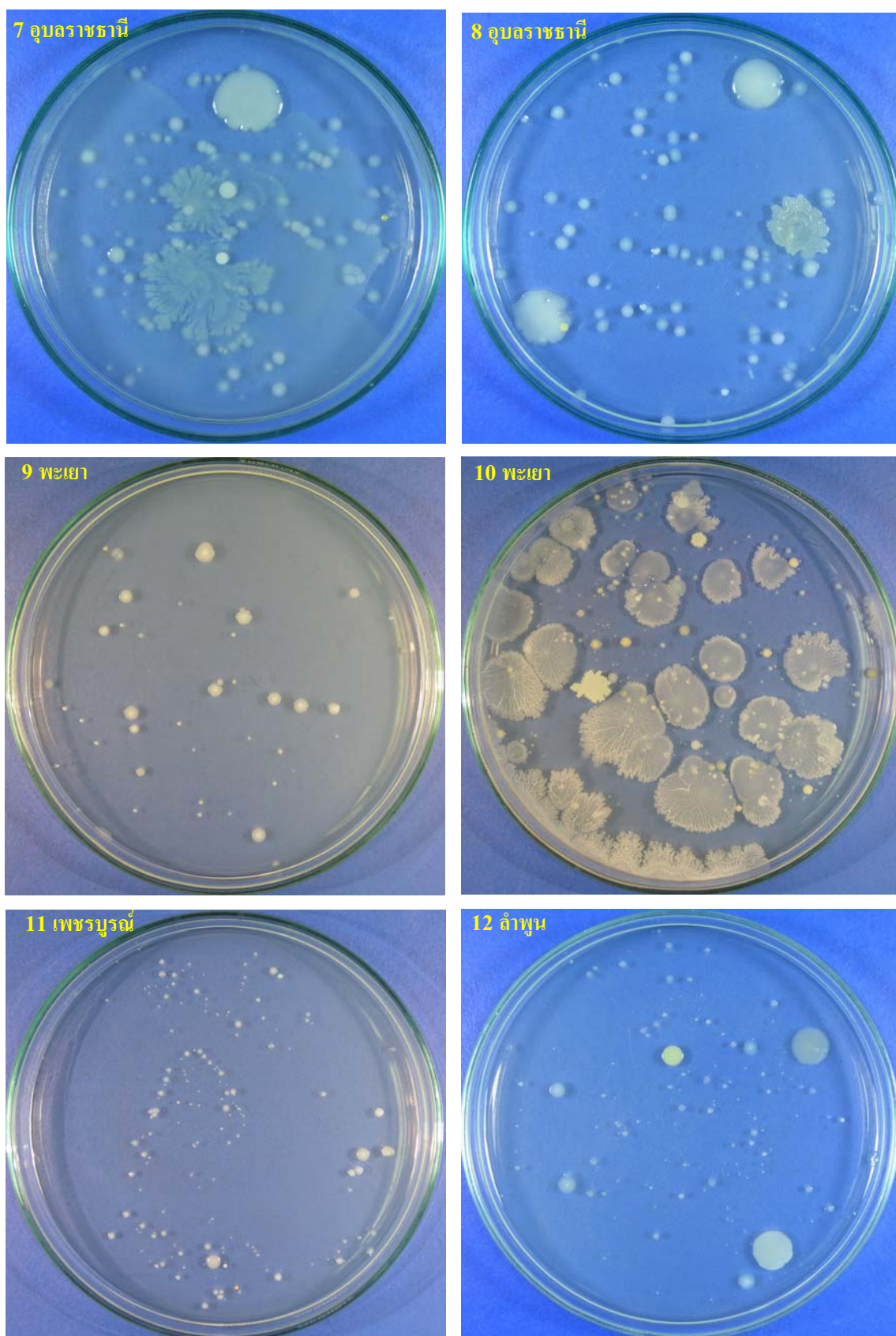
ตารางที่ 5.2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและจำหน่ายในท้องตลาดและการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลิตภัณฑ์ปลาสด	รหัส ตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)				
		จุลินทรีย์ ทั้งหมด	ยีสต์ และรา	แบคทีเรียกรดแล็กติก		
				MRS agar	MRS+CaCO ₃	ROGOSA
ปลาสดจากปลาตะเพียน						
ภาคกลาง	FLB	7.4330 ⁱ	8.0531 ^a	8.4800 ^c	7.5315 ⁱ	7.3444
	FIS	7.1072 ^j	7.1875 ^d	7.2553 ^j	7.0719 ^j	7.1875
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	FKU	7.7559 ^g	7.3160 ^b	7.7959 ^h	7.7709 ^h	7.6812
	MYYS	8.1903 ^e	4.8751 ^h	8.4698 ^d	8.3617 ^a	ND
	MYGYS	8.1335 ^f	4.3979 ⁱ	8.3181 ^f	8.3560 ^b	ND
	JMU ^b	8.7202 ^a	4.3010 ^j	8.7364 ^a	8.2380 ^c	ND
	FMN	7.6857 ^h	7.2041 ^c	7.7482 ⁱ	7.8162 ^g	7.5441
	YLYS	8.5563 ^b	5.1139 ^f	8.4393 ^e	8.2014 ^d	ND
	MAU ^b	8.5051 ^c	5.1038 ^g	8.2833 ^g	8.1818 ^e	ND
	MTU ^b	8.3243 ^d	6.8062 ^e	8.6946 ^b	8.1271 ^f	ND
ปลาสดจากปลานวลจันทร์และปลาจีน						
ภาคเหนือ	FTMP	6.8228 ^g	8.1931 ^a	6.5966 ^g	6.7634 ^g	7.7782
	FSiMP	7.8543 ^a	7.8261 ^c	7.7324 ^c	7.8129 ^c	7.7889
	FJP ^b	7.2529 ^d	7.9294 ^b	7.0682 ^f	7.2405 ^f	6.9420
	FDMP	7.0792 ^f	7.6128 ^f	7.9978 ^a	8.0334 ^a	7.5832
	FCMP	7.4314 ^c	7.8129 ^d	7.3139 ^e	7.3010 ^e	7.5185
	FSMP	7.1553 ^e	7.6628 ^c	7.6721 ^d	7.5051 ^d	7.5250
	JPLP	7.7324 ^b	6.6628 ^g	7.9754 ^b	7.9345 ^b	ND

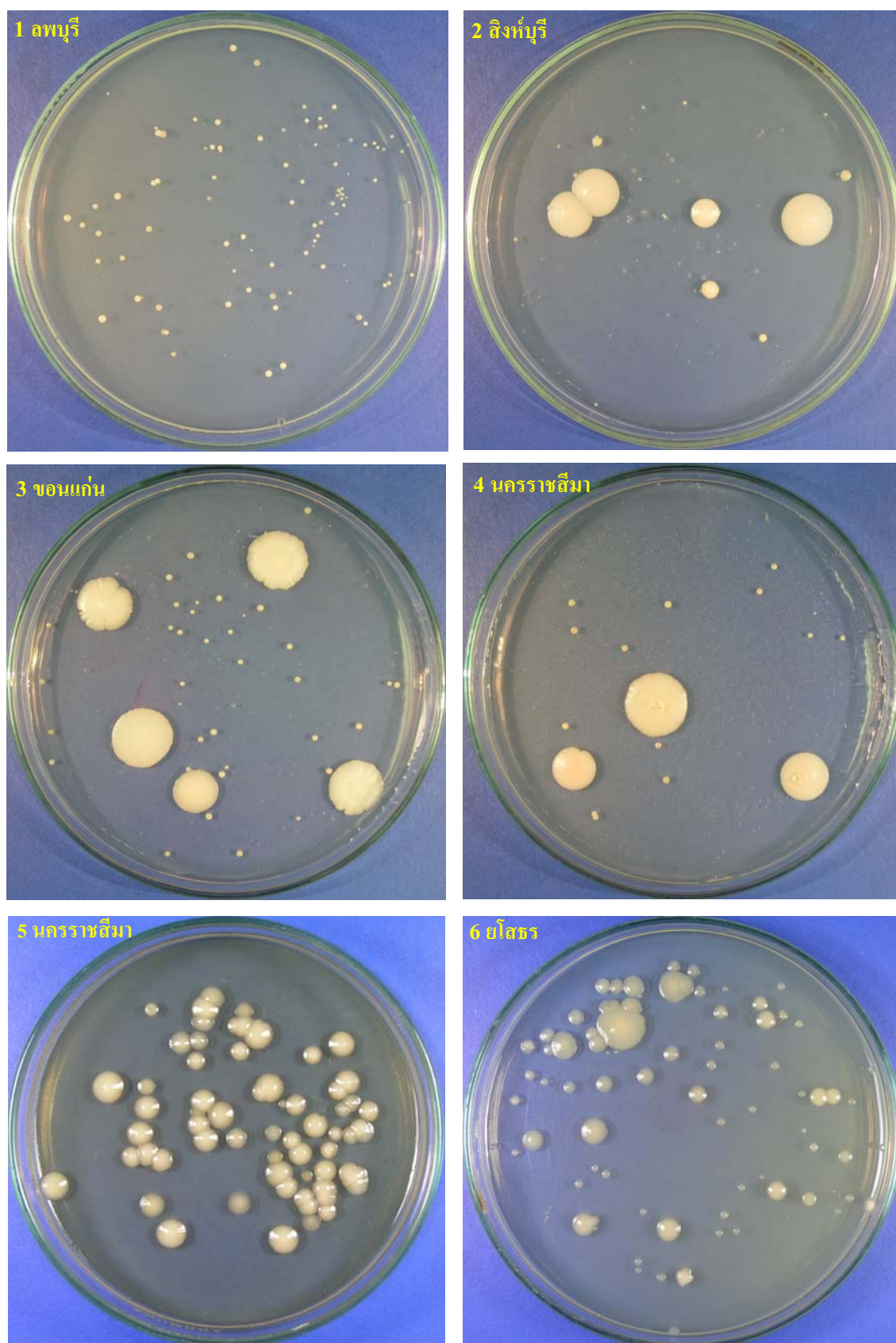
หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS, * ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และยีสต์และราโดยใช้อาหาร Malt yeast extract agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃ แล้วบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน
ND = No data ไม่ได้วิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้ ROGOSA agar สำหรับตัวอย่างปลาสดที่เก็บรวบรวมเพิ่ม เนื่องจากอาหารดังกล่าวให้ผลที่สอดคล้องกับอาหาร MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃



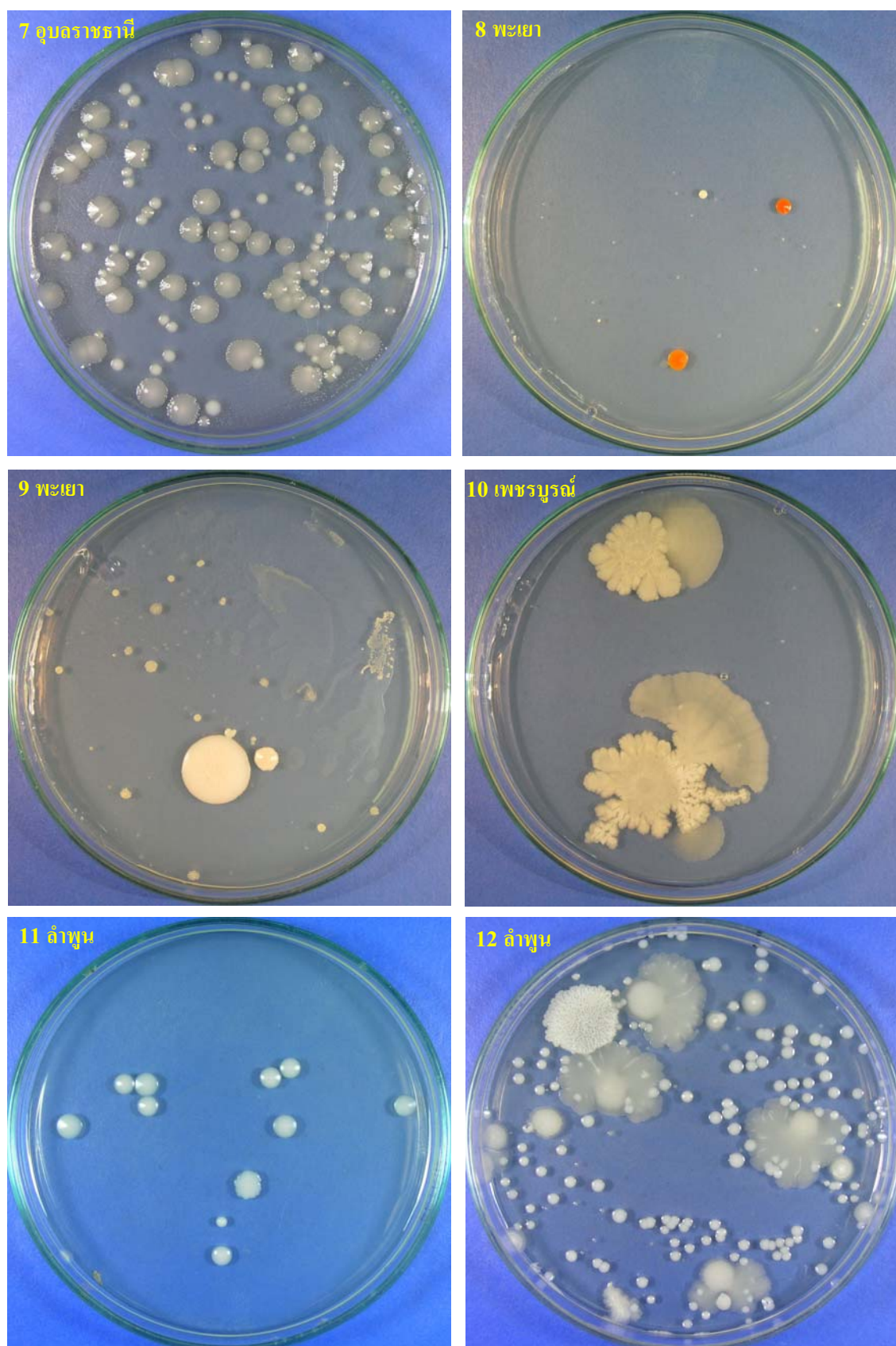
รูปที่ 5.1 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของจุลินทรีย์ที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar



รูปที่ 5.1 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของจุลินทรีย์ที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง
(ต่อ) ในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้
อาหาร Plate count agar



รูปที่ 5.2 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของยีสต์และราที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาจุลินทรีย์โดยใช้อาหาร Malt yeast extract agar



รูปที่ 5.2 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของยีสต์และราที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง
(ต่อ) ในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาจุลินทรีย์โดยใช้อาหาร
Malt yeast extract agar

5.3.2 การศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร ในปลาสด

จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารและจุลินทรีย์ก่อโรคในปลาสดที่ตรวจวิเคราะห์ คือ Coliform bacteria (Coliforms), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* จากการตรวจหา Coliforms ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสด 17 ตัวอย่าง ด้วยวิธี Most probable number (MPN) พบว่าปลาสด 6 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและ 1 ตัวอย่างในภาคเหนือมีค่า MPN สูงที่สุด คือ >1100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งการปนเปื้อนนี้มีความเป็นไปได้ทั้งที่มาจากวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และจากการแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์โดยผู้จำหน่ายในตลาดสด มีปลาสด 1 ตัวอย่าง ที่มีค่า MPN ของ Coliforms เท่ากับ 240 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (ตารางที่ 5.3) ที่เหลืออีก 7 ตัวอย่าง มีค่า MPN ของ Coliforms อยู่ในช่วง 9 ถึง 93 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม มีปลาสด 2 ตัวอย่าง มีค่า MPN ของ Coliforms ต่ำที่สุด คือ <3 และ 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (หลอดที่เกิดแก๊ส) ไป Cross-streak บนอาหาร EMB agar พบลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นหลายลักษณะ มีทั้งโคโลนี metallic sheen โคโลนีสีดำเข้ม และโคโลนีสีชมพูเป็นเมือกเยิ้ม ทั้งนี้ได้ทดสอบโคโลนีที่มีลักษณะต่างกันในขั้น Confirmed test และ Complete test พร้อมทั้งเก็บโคโลนีตัวแทนเพื่อวิเคราะห์ชนิดต่อไป

ผลการตรวจหา *E. coli* ด้วยวิธี MPN พบว่าปลาสด 5 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง มีค่า MPN ของ *E. coli* ต่ำสุด คือ <3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตัวอย่างปลาสดที่เหลือมีค่า MPN ของ *E. coli* อยู่ในช่วง 3.6 ถึง 95 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม การปนเปื้อนนี้เป็นไปได้ว่ามาจากกระบวนการผลิตและ/หรือมาจากขณะบรรจุผลิตภัณฑ์โดยผู้ขายหรือผู้ส่งขายในตลาดสด เป็นที่น่าสังเกตว่าปลาสด FIS ที่ได้จากแหล่งผลิตในภาคกลางไม่มีห้องคลุกเคล้าวัตถุดิบและบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นสัดส่วนแต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า MPN ทั้ง Coliforms และ *E. coli* ต่ำมาก (3 และ <3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ)

ผลการตรวจวิเคราะห์ *Salmonella* spp. และ *S. aureus* ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสดที่หมักได้ 3 วัน ในขั้นต้นโดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม และอาหาร XLD agar และ Bismuth sulfite agar ที่ใช้เพื่อตรวจหา *Salmonella* spp. และอาหาร Baird-Parker agar สำหรับตรวจหา *S. aureus* พบว่าจากตัวอย่างปลาสดทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง ปลาสด 4 ตัวอย่าง (จากแหล่งผลิตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จำนวน 1, 2 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ) ให้ผลบวกทั้ง *Salmonella* spp. และ *S. aureus* และตัวอย่างปลาสด 6 ตัวอย่าง (4 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตภาคเหนือ และ 2 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ให้ผลบวกเฉพาะการตรวจหา *S. aureus* จากนั้นได้เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่พบเพื่อศึกษาในขั้นตอนยืนยันผล ตัวอย่างปลาสดที่เหลือให้ผลลบจากการตรวจวิเคราะห์ *Salmonella* spp. และ *S. aureus* ในขั้นตอนนี้ รวมทั้งปลาสด FIS ได้จากแหล่งผลิตภาคกลางที่ไม่มีห้องคลุกเคล้าวัตถุดิบและบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นสัดส่วน ให้ค่า MPN ทั้งของ Coliforms และ *E. coli* ต่ำ (3 และ <3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม) รวมถึงให้ผลลบของการตรวจวิเคราะห์ *Salmonella* spp. และ *S. aureus* เช่นกัน ซึ่งจากที่คณะผู้วิจัย

ได้ไปเยี่ยมแหล่งผลิต ได้ทราบข้อมูลว่าผู้ผลิตมีคณงานประจำเป็นแม่บ้านอยู่ 2-5 คน และเป็นผู้ที่ไม่มีงานประจำอื่น นอกจากที่หน่วยผลิตซึ่งเป็นร้านค้าของกลุ่มเกษตรกรที่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ จึงอาจมีผลดีกับสุขอนามัยในการผลิตอาหารด้วย ถึงแม้ไม่มีห้องคลุกเคล้าวัตถุดิบและบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นสัดส่วน

เมื่อคำนึงถึงลักษณะปลาสามที่ติดตามประกาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานเลขที่ มผช. 26/2548) มีสาระสำคัญในส่วนของคุณลักษณะที่ต้องการ ด้านจุลินทรีย์คือ ต้องไม่พบ *Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม *E. coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่มีราปรากฏให้เห็น ทั้งนี้ไม่ระบุถึงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา และ Coliforms แต่เมื่อศึกษาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมด้านสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสัตว์ของประเทศไทย (มาตรฐานเลขที่ มอก. 34) ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ดังกล่าวในข้างต้น ระบุจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบต้องไม่เกิน 1×10^5 CFU/กรัมของตัวอย่าง (5.0 logCFU/กรัม) ยีสต์และราต้องไม่เกิน 50 CFU/กรัมของตัวอย่าง (1.6990 logCFU/กรัม) (ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 34) แต่ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ระบุว่ายีสต์ต้องน้อยกว่า 1×10^4 CFU/กรัมของตัวอย่าง (4.0 logCFU/กรัม) และราต้องน้อยกว่า 500 CFU/กรัมของตัวอย่าง (2.6990 logCFU/กรัม) Coliforms โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 34) *E. coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์) และต้องไม่พบ *S. aureus* และ *Salmonellae* ในตัวอย่าง 0.1 และ 25 กรัม ตามลำดับ ซึ่งจากตัวอย่างปลาสามจาก 16 แหล่งผลิตที่นำมาศึกษานี้ ทุกตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์และเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และถ้าประเมินด้านสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าปลาสาม FIS จากแหล่งผลิตในภาคกลาง มีสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์สูงสุด รองลงมาคือ ปลาสาม FKU และ FJPb จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3 ค่า MPN จากการตรวจวิเคราะห์ Coliforms และ *E. coli* ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้ง 3 วัน ที่ผลิตจากแหล่งที่ได้รับความนิยมสูงจากผู้บริโภคในปัจจุบันจำนวน 17 ตัวอย่าง จาก 16 แหล่งผลิต

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึก	ค่า MPN (ต่อตัวอย่าง 1 กรัม)	
	Coliforms	<i>E. coli</i>
แหล่งผลิตในภาคกลาง		
FLB	75	23
FIS	3	<3
แหล่งผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		
FKU	9.1	<3
MYYS	>1100	43
MYGYS	>1100	43
JMU _b	>1100	95
FMN	>1100	<3
YLYS	240	23
MAU _b	>1100	75
MTU _b	>1100	75
แหล่งผลิตในภาคเหนือ		
FTMP	75	21
FSiMP	75	<3
FJP _b	9.1	<3
FDMP	23	3.6
FCMP	23	9.1
FSMP	93	75
JPLP	>1100	43

5.3.3 การวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของผลิตภัณฑ์ปลาสด

จากที่ได้แยกและเลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* จากตัวอย่างปลาสดที่ได้จากแหล่งผลิต 16 แหล่ง ในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ให้ผลบวกของการวิเคราะห์ในข้อ 5.3.2 และเมื่อวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมีแล้วได้ผลดังนี้

ก. Coliforms และ *E. coli*

แบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากการตรวจหา Coliforms และ *E. coli* มีลักษณะการเจริญบนอาหาร L-EMB agar หลายลักษณะทั้ง Coli-type colony คือ Greenish metallic sheen colony ใน Reflected light และ Dark หรือ Black centered colony ใน Transmitted light และ Aerogenes-type colony ที่กลางโคโลนีที่บวม มีสีอ่อนหรือสีชมพู เป็นเมือก (ตัวอย่างลักษณะโคโลนีที่พบดังแสดงในรูปที่ 5.3) ซึ่งเมื่อทดสอบการเจริญของแบคทีเรียเหล่านี้ภายหลังแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ (Pure culture) บนอาหาร MacConkey agar ก็พบการเจริญและมีลักษณะโคโลนีที่เหมือน และแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ตัวอย่างในรูปที่ 5.4)

โดยหลักการแล้วแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms มีทั้ง Total coliforms (ที่สำคัญคือแบคทีเรียในสกุล *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, และ *Citrobacter*) และ Fecal coliforms (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*) ซึ่ง 60 ถึง 90% ของ Total coliforms เป็น Fecal coliforms และราว 90% ของ Fecal coliforms เป็นสกุล *Escherichia* (โดยปกติคือ *E. coli*) ซึ่งจากการศึกษาแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms และ *E. coli* ในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตครั้งนี้ พบความหลากหลายของชนิดของแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าว (ตารางที่ 5.4 และตัวอย่างในรูปที่ 5.3-5.5) คือพบทั้ง *E. coli*, *Enterobacter* sp. (มีความเหมือนกับ *Enterobacter aerogenes* และ *Enterobacter cloacae* เมื่อเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API, bioMérieux, Inc.), *Klebsiella pneumoniae* (เป็นชนิดเด่นที่พบและมีความเหมือนกับ *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae* รูปที่ 5.7), *Klebsiella* sp. (มีความใกล้เคียงกับ *Klebsiella planticola*, รูปที่ 5.7) และ *Citrobacter* sp. (มีความเหมือนกับ *Citrobacter freundii* และ *Citrobacter koseri/farmeri*) นอกจากนี้จากผลบวกในขั้นตอนที่หาค่า MPN ยังตรวจพบแบคทีเรียแกรมลบชนิดอื่นอีก คือ *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Erwinia* sp. และ *Serratia* sp.

Citrobacter sp. ที่ตรวจพบจากการศึกษาครั้งนี้ (มีความเหมือนกับ *Citrobacter freundii* ตารางที่ 5.4) มีลักษณะโคโลนีที่เจริญบน L-EMB agar คล้ายกับ *E. coli* (รูปที่ 5.3) ซึ่งเมื่อพิจารณาสมบัติทางสรีรวิทยาของแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้แล้วมีหลายลักษณะที่เหมือนและคล้ายกันมาก และยังมีรายงานว่า *Citrobacter freundii* บางสายพันธุ์มีสมบัติของ *Escherichia coli* O157 Antigen (Bettelheim et al., 1993)

แบคทีเรียในสกุล *Serratia* หลาย species เป็นแบคทีเรียที่อยู่เป็นปกติในคน และสัตว์รวมถึงในลำไส้ของปลา กรณี *Serratia liquefaciens* จัดเป็นแบคทีเรียก่อโรคในปลาที่สร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจให้กับอุตสาหกรรมสัตว์น้ำได้ (McIntosh and Austin, 1990) สำหรับ *Serratia* sp. ที่ตรวจพบจากการศึกษาครั้งนี้ (มีความเหมือนกับ *Serratia liquefaciens* 69.6%, ตารางที่ 5.4) ซึ่งก็มีรายงานถึงการติดเชื้อ *Serratia liquefaciens* ใน Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) (Aydin *et al.*, 1999) ดังนั้นแบคทีเรียแกรมลบที่นอกเหนือจาก Coliforms และอยู่เป็นปกติในคน และที่สามารถก่อโรคกับสัตว์ที่เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์อาหาร ก็มีแนวโน้มใช้เป็นดัชนีด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยได้

ข. *Salmonella* spp.

ผลการตรวจหา *Salmonella* spp. ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสดที่หมักได้ 3 วัน ในขั้นตอนพบว่าจากตัวอย่างปลาสดทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง มีปลาสด 4 ตัวอย่าง (จากแหล่งผลิตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จำนวน 1, 2 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ) ให้ผลบวกทั้ง *Salmonella* spp. และ *S. aureus* และตัวอย่างปลาสด 6 ตัวอย่าง (4 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตภาคเหนือ และ 2 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ให้ผลบวกเฉพาะการตรวจหา *S. aureus* และได้เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่ควรเป็น *Salmonella* ที่เจริญบน XLD agar เพื่อการศึกษาในขั้นการวิเคราะห์ชนิด ซึ่งเมื่อนำโคโลนีเหล่านี้ไปทดสอบการเจริญบนอาหาร Bismuth sulfite agar พบว่าให้ผลเป็นลักษณะ Typical *Salmonella* colonies ที่มีทั้งสีน้ำตาล เทา และดำ (ตัวอย่างในรูปที่ 5.5) จากนั้นได้ศึกษาเพื่อระบุชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรีย ผลที่ได้แสดงถึงแบคทีเรียชนิดเด่นที่พบเหล่านี้ไม่ใช่แบคทีเรียในสกุล *Salmonella* แต่อยู่ในกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ 5 สกุล คือ *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pantoea* และ *Proteus* ซึ่งเมื่อเทียบความเหมือนกับชนิดที่ระบุตาม API 20E Database (bioMérieux, Inc.) แล้วมีความเหมือนกับ *Enterobacter cloacae*, *Pantoea* spp. 2, *Proteus mirabilis* และอาจเป็น *Klebsiella pneumoniae* และ *Klebsiella planticola* (ตารางที่ 5.5)

ตารางที่ 5.4 แบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms และ *E. coli* ที่พบในผลิตภัณฑ์พลาสติกจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า

แหล่งผลิตพลาสติก	แบคทีเรียชนิดเด่นที่พบ ในตัวอย่างพลาสติก	API 20E Database (bioMérieux, Inc.)		ข้อสังเกต
		% ความเหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง	
แหล่งผลิตในภาคเหนือ	<i>Citrobacter</i> sp.	87.2	<i>Citrobacter koseri/farmeri</i>	พบในหนึ่งตัวอย่างพลาสติกจากแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Citrobacter</i> sp.	62.9	<i>Citrobacter freundii</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Enterobacter</i> sp.	96.7	<i>Enterobacter cloacae</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
		95.0	<i>Enterobacter cloacae</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Escherichia coli</i>	98.5	<i>Escherichia coli</i> 1	พบในห้าตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก
		99.0	<i>Escherichia coli</i> 2	<i>E. coli</i> เมื่อทดสอบในขั้นต้น
	<i>Erwinia</i> sp.	ND	<i>Erwinia</i> spp.	พบในหนึ่งตัวอย่างพลาสติกจากแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	97.7	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>pneumoniae</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Klebsiella</i> sp.	ND	Possibility of <i>Klebsiella planticola</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
แหล่งผลิตในภาคกลาง	<i>Proteus mirabilis</i>	99.9	<i>Proteus mirabilis</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก coliforms
	<i>Serratia</i> sp.	69.6	<i>Serratia liquefaciens</i>	พบในหนึ่งตัวอย่างพลาสติกจากแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Citrobacter</i> sp.	62.9	<i>Citrobacter freundii</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Escherichia coli</i>	96.8	<i>Escherichia coli</i> 1	พบในสองตัวอย่างพลาสติกจากแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก
		99.0	<i>Escherichia coli</i> 2	<i>E. coli</i> เมื่อทดสอบในขั้นต้น
	<i>Enterobacter</i> sp.	96.7	<i>Enterobacter cloacae</i>	พบทุกตัวอย่างพลาสติกจากต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms

ND = No data shown from the API 20E Database

ตารางที่ 5.4 แบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms และ *E. coli* ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิต (ต่อ) เป็นการค้า

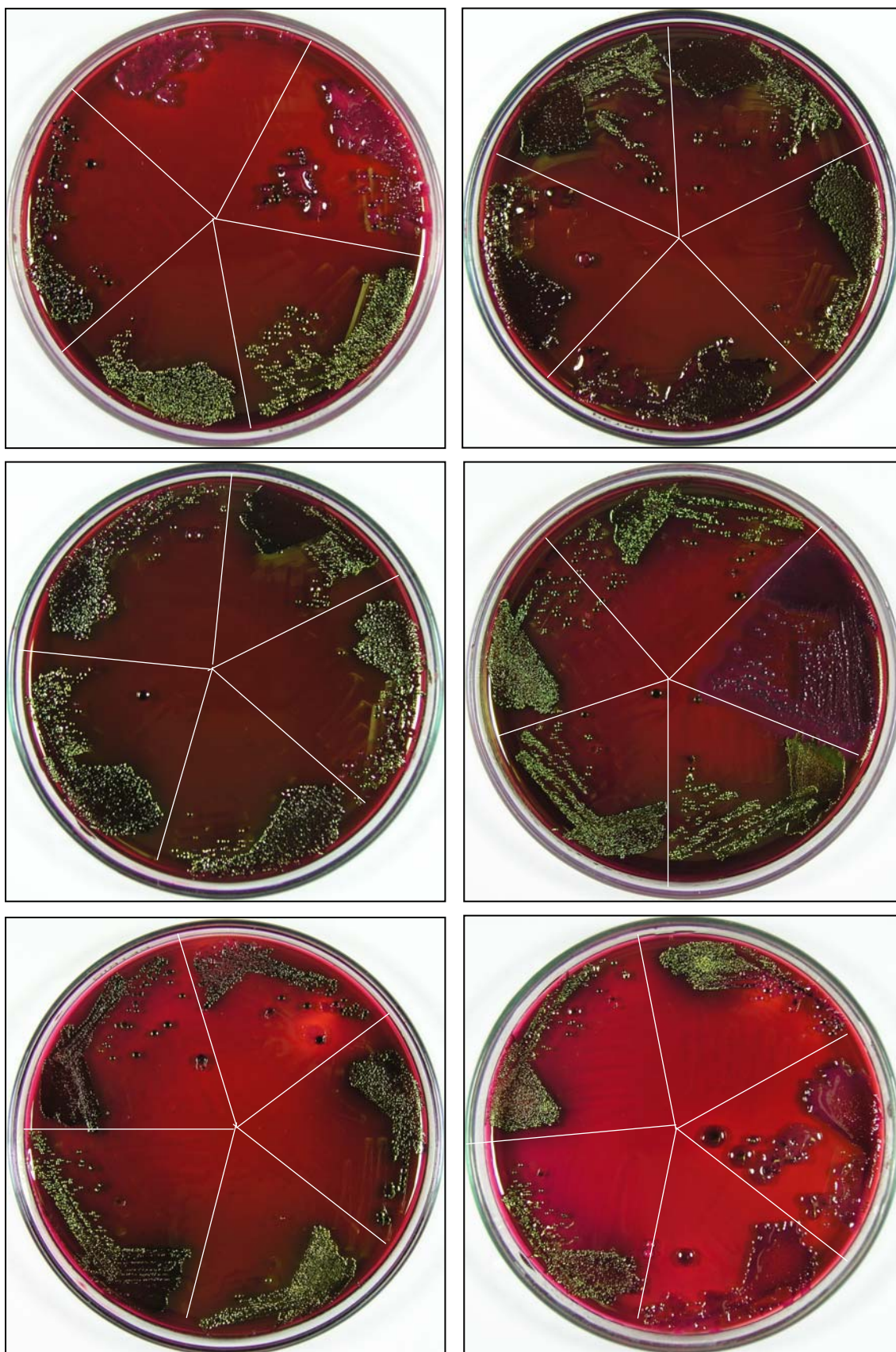
แหล่งผลิตปลาสด	แบคทีเรียชนิดเด่นที่พบ ในตัวอย่างปลาสด	API 20E Database (bioMérieux, Inc.)		ข้อสังเกต
		% ความ เหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง	
แหล่งผลิตใน ภาคกลาง (ต่อ)	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	97.7	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>subsp. pneumoniae</i>	พบทุกตัวอย่างปลาสดจากต่าง แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Klebsiella sp.</i>	ND	Possibility of <i>Klebsiella</i> <i>planticola</i>	พบทุกตัวอย่างปลาสดจากต่าง แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Proteus mirabilis</i>	99.9	<i>Proteus mirabilis</i>	พบทุกตัวอย่างปลาสดจากต่าง แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
แหล่งผลิตใน ภาคตะวันออก เฉิงเหว่	<i>Citrobacter sp.</i>	87.2	<i>Citrobacter koseri/farmeri</i>	พบในหนึ่งตัวอย่างปลาสดจาก แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Citrobacter sp.</i>	62.9	<i>Citrobacter freundii</i>	พบทุกตัวอย่างปลาสดจากต่าง แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Enterobacter sp.</i>	99.7	<i>Enterobacter aerogenes</i>	จากการทดสอบในขั้นต้น พบในสามตัวอย่างปลาสดจาก แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
		96.7	<i>Enterobacter cloacae</i>	
		99.1	<i>Enterobacter cloacae</i>	
	<i>Escherichia coli</i>	ND	<i>Enterobacter cloacae</i>	พบในสองตัวอย่างปลาสดจาก แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก <i>E. coli</i> เมื่อทดสอบในขั้นต้น
		99.1	<i>Escherichia coli</i> 1	
		99.3	<i>Escherichia coli</i> 1	
		ND	<i>Escherichia coli</i> 1	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	99.0	<i>Escherichia coli</i> 2	พบในหนึ่งตัวอย่างปลาสดจาก แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
		97.7	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>subsp. pneumoniae</i>	
	<i>Klebsiella sp.</i>	ND	Possibility of <i>Klebsiella</i> <i>planticola</i>	พบในหนึ่งตัวอย่างปลาสดจาก แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Proteus mirabilis</i>	99.9	<i>Proteus mirabilis</i>	พบทุกตัวอย่างปลาสดจากต่าง แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	61.9	<i>Pseudomonas fluorescens</i> / <i>putida</i>	พบในสองตัวอย่างปลาสดจาก ต่างแหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms
	<i>Serratia sp.</i>	69.6	<i>Serratia liquefaciens</i>	พบในหนึ่งตัวอย่างปลาสดจาก แหล่งผลิตที่ให้ผลบวก Coliforms

ND = No data shown from the API 20E Database

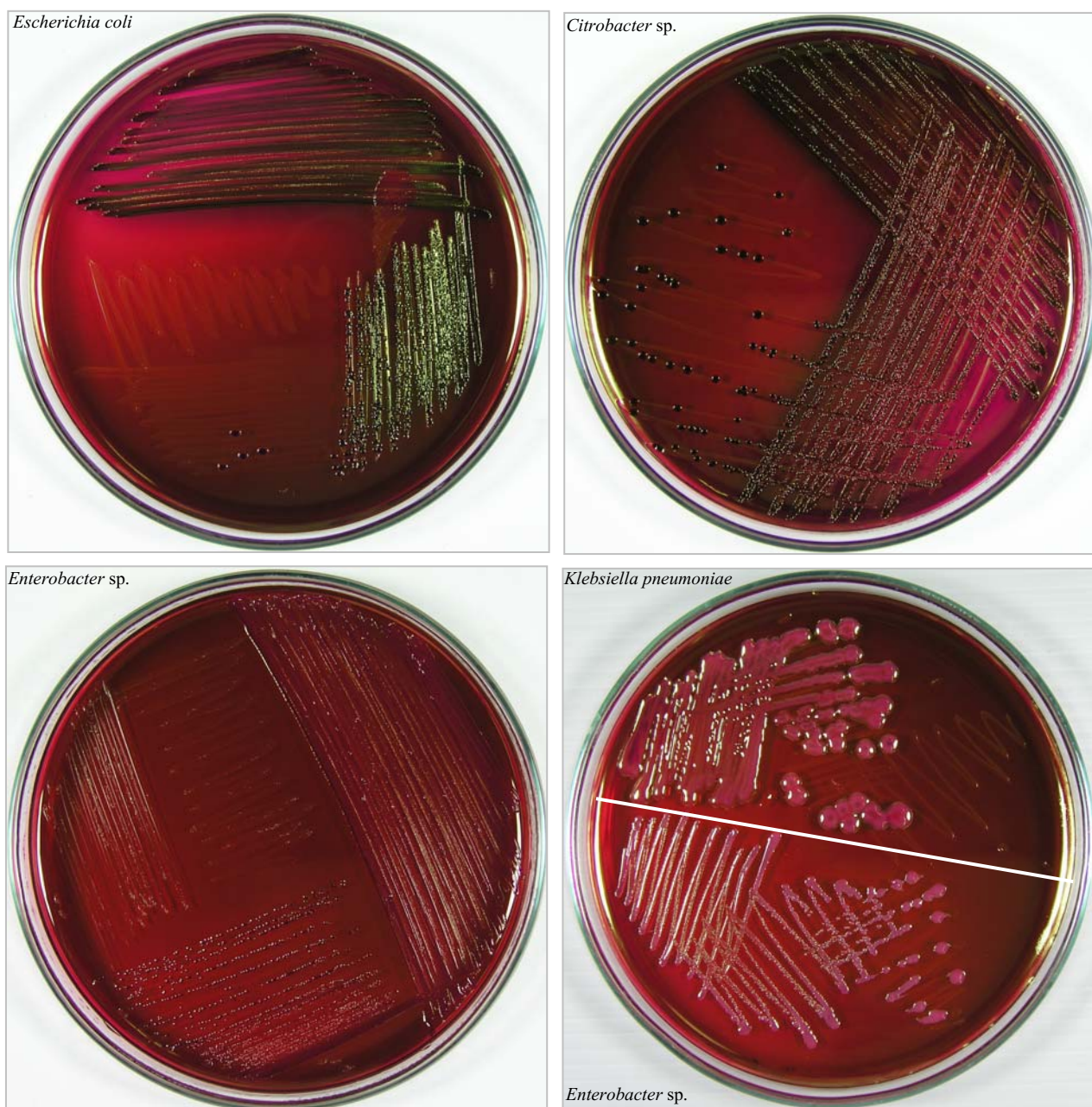
ตารางที่ 5.5 แบคทีเรียในกลุ่ม *Salmonella* spp. ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสำมจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า

แหล่งผลิตปลาสำม	แบคทีเรียชนิดเด่นที่พบ	API 20E Database (bioMérieux, Inc.)	
		% ความเหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง
แหล่งผลิตในภาคกลาง	<i>Enterobacter</i> sp.	ND	<i>Enterobacter cloacae</i>
	<i>Klebsiella</i> sp.	ND	Possibility of <i>Klebsiella pneumoniae</i> Possibility of <i>Klebsiella planticola</i>
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	97.7	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>pneumoniae</i>
	<i>Pantoea</i> sp.	69.3	<i>Pantoea</i> spp. 2
แหล่งผลิตในภาคเหนือ	<i>Citrobacter freundii</i>	99.0	<i>Citrobacter freundii</i>
	<i>Klebsiella</i> sp.	ND	Possibility of <i>Klebsiella pneumoniae</i> Possibility of <i>Klebsiella planticola</i>
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	97.7	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>pneumoniae</i>
	<i>Proteus mirabilis</i>	99.9	<i>Proteus mirabilis</i>
แหล่งผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	<i>Enterobacter</i> sp.	95.0	<i>Enterobacter cloacae</i>
		ND	<i>Enterobacter cloacae</i>
	<i>Pantoea</i> sp.	69.3	<i>Pantoea</i> spp. 2
	<i>Klebsiella</i> sp.	ND	Possibility of <i>Klebsiella pneumoniae</i> Possibility of <i>Klebsiella planticola</i>

ND = No data shown from the API 20E Database



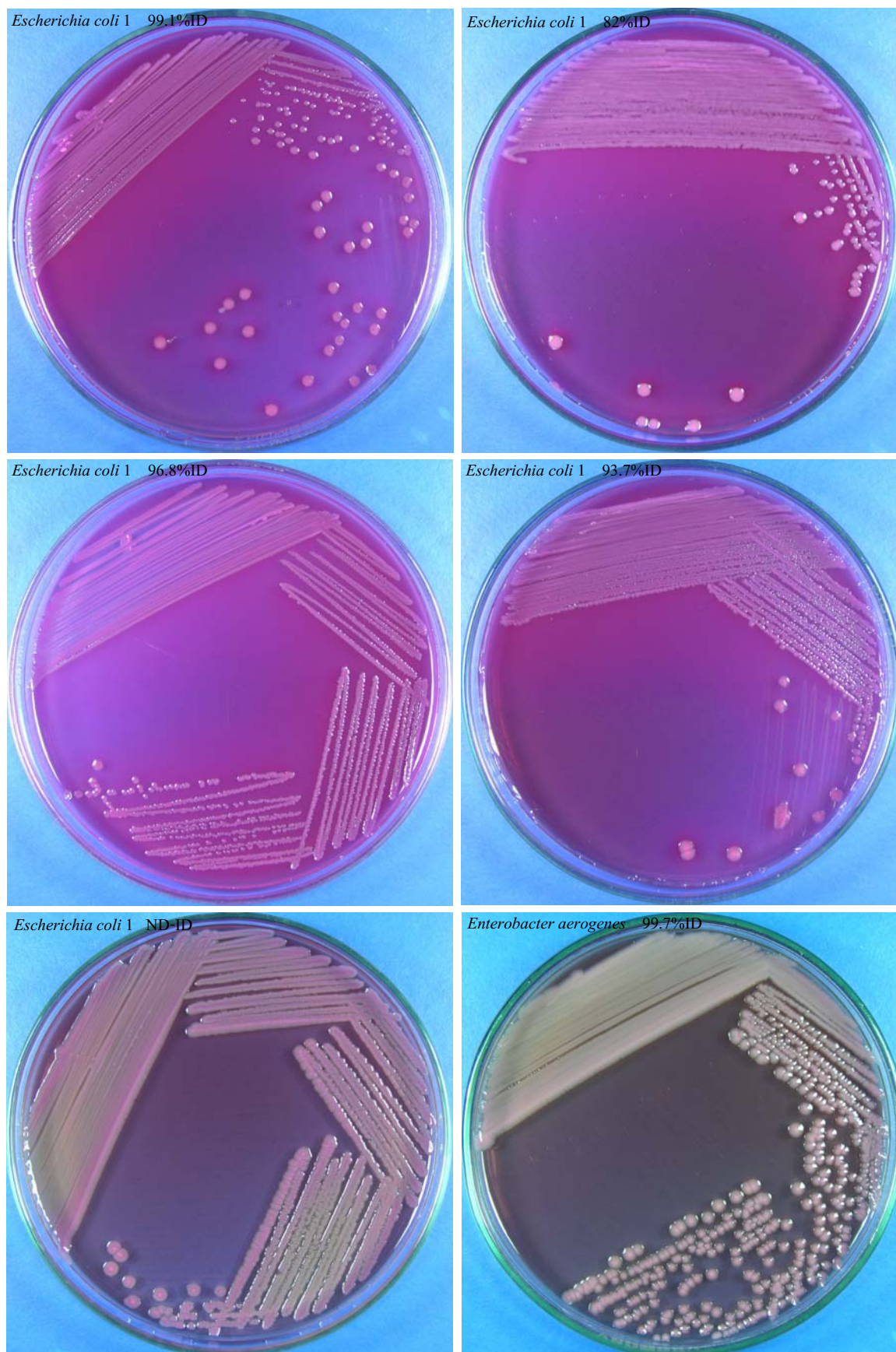
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms ที่เจริญบนอาหาร EMB agar ซึ่งแยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย



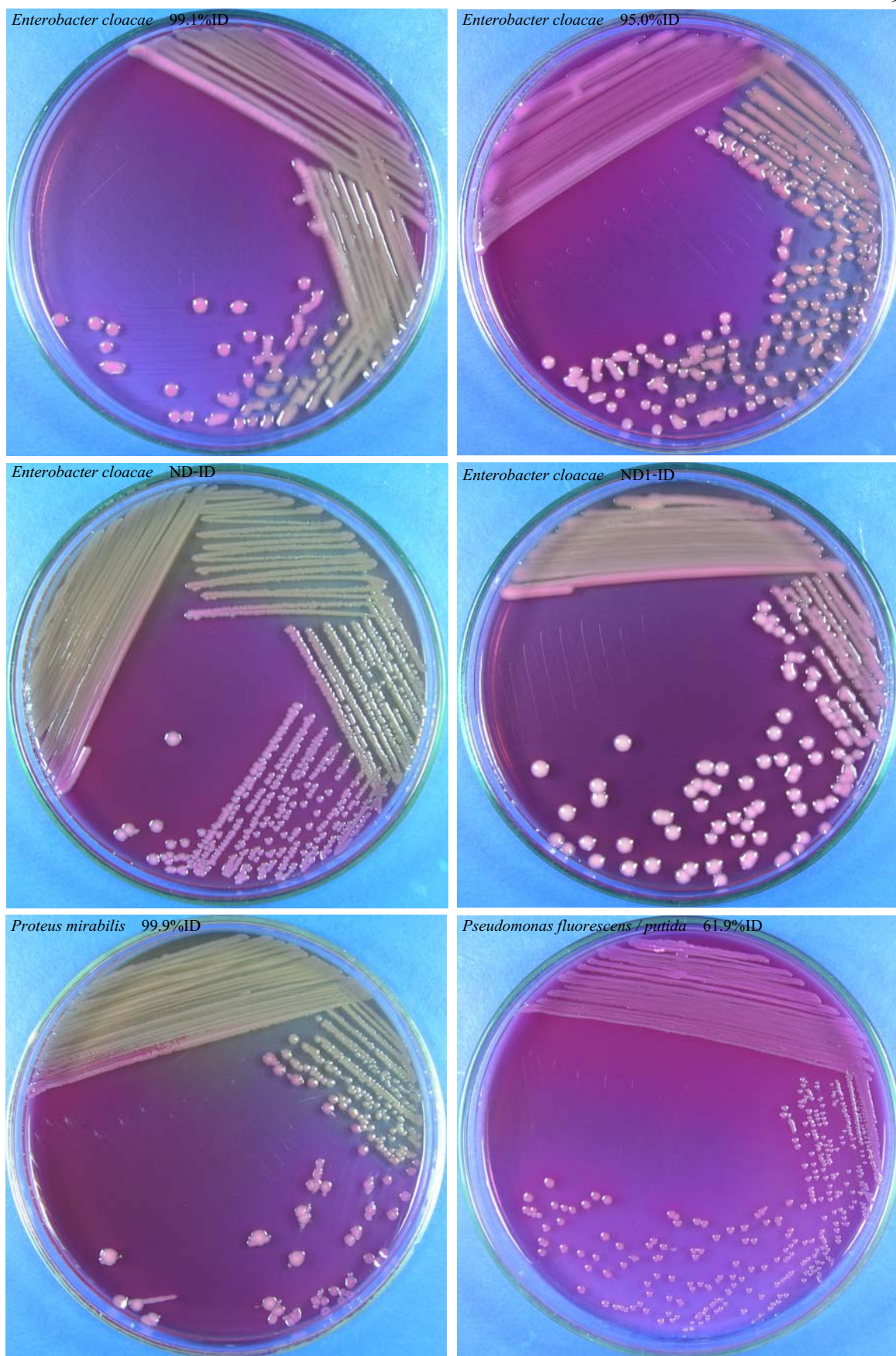
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms ที่เจริญบนอาหาร EMB agar ซึ่งแยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย (ต่อ)



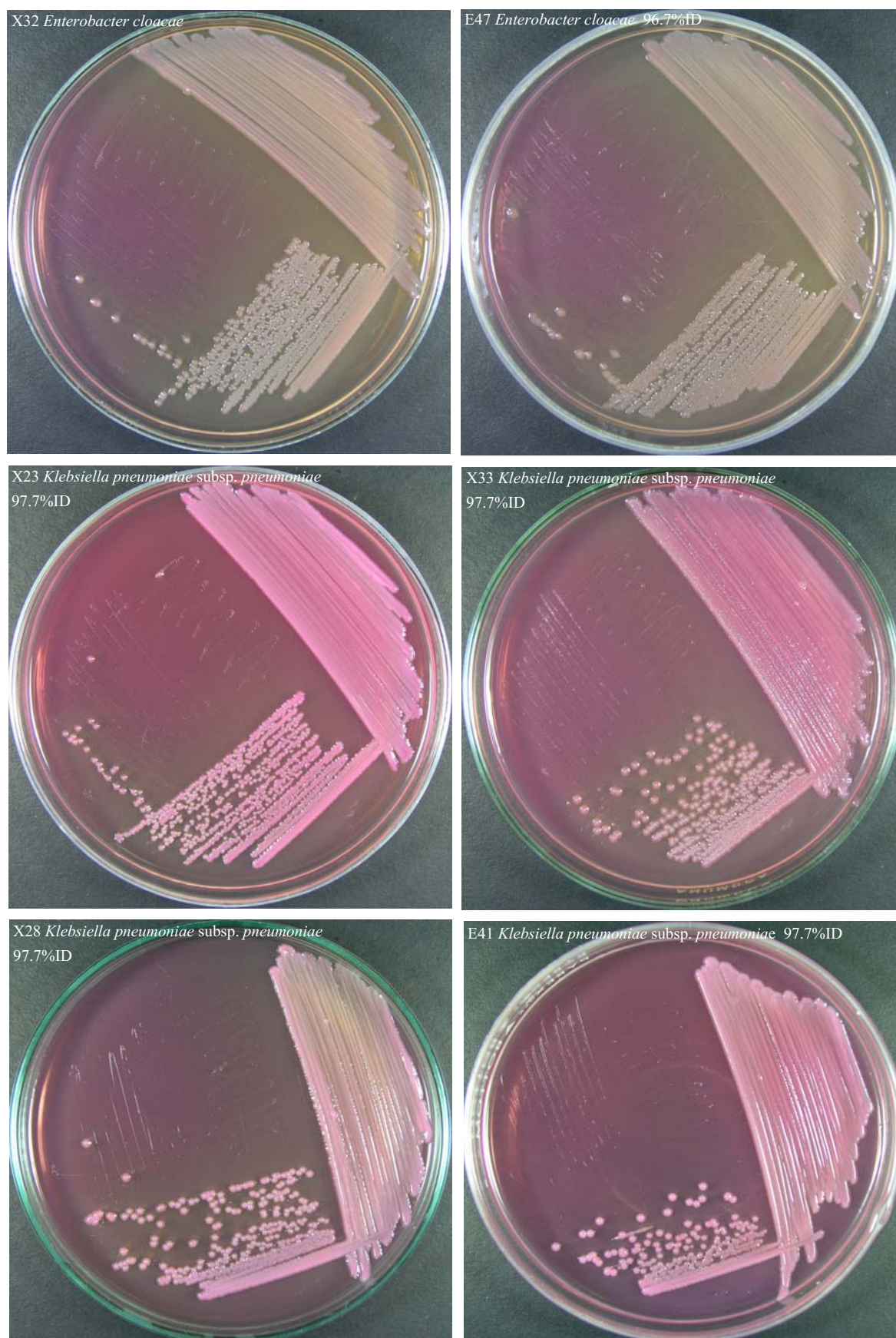
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms ที่เจริญบนอาหาร EMB agar ซึ่ง
(ต่อ) แยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย



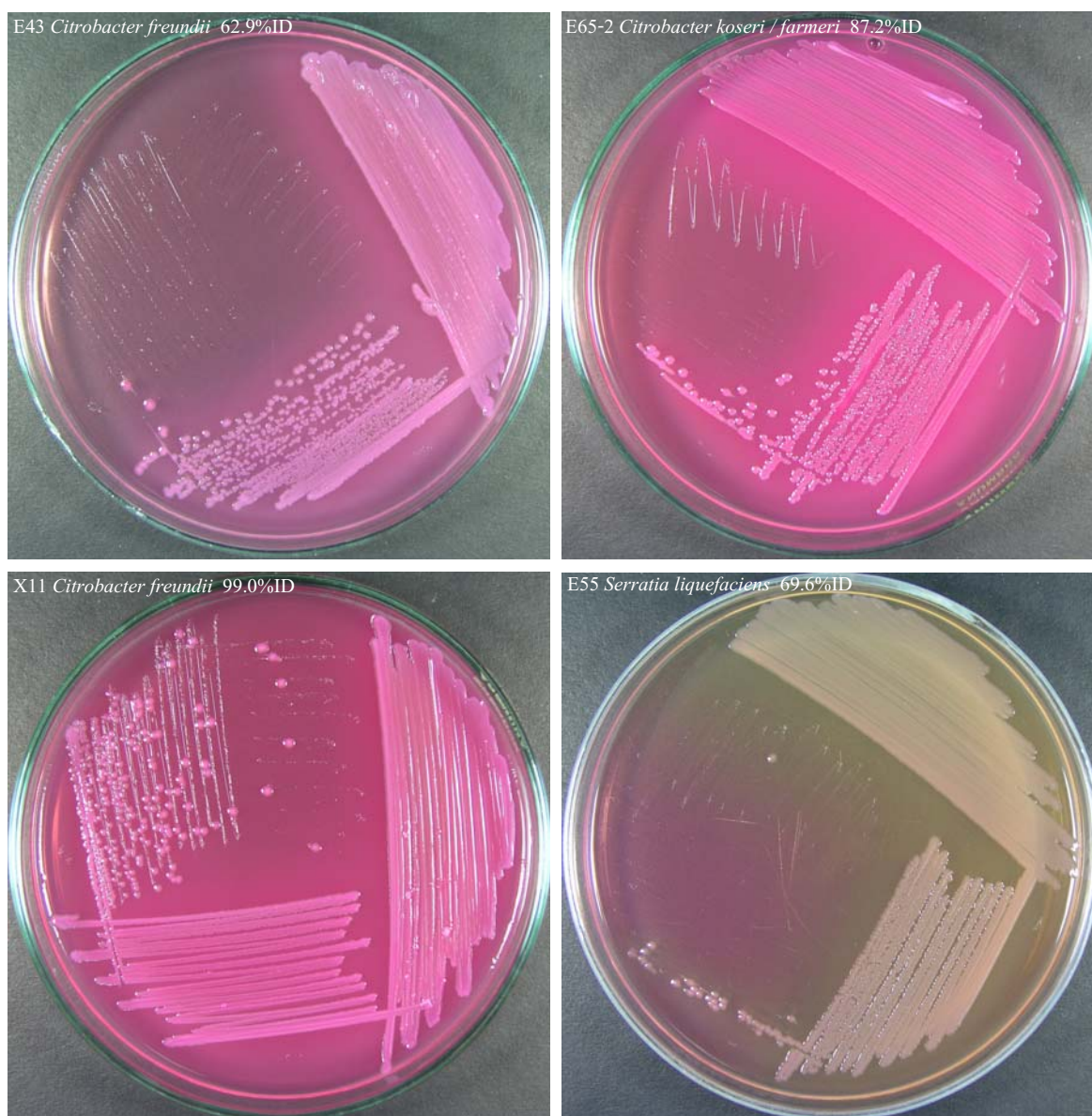
รูปที่ 5.4 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร MacConkey agar จากการตรวจหา Coliforms, *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย



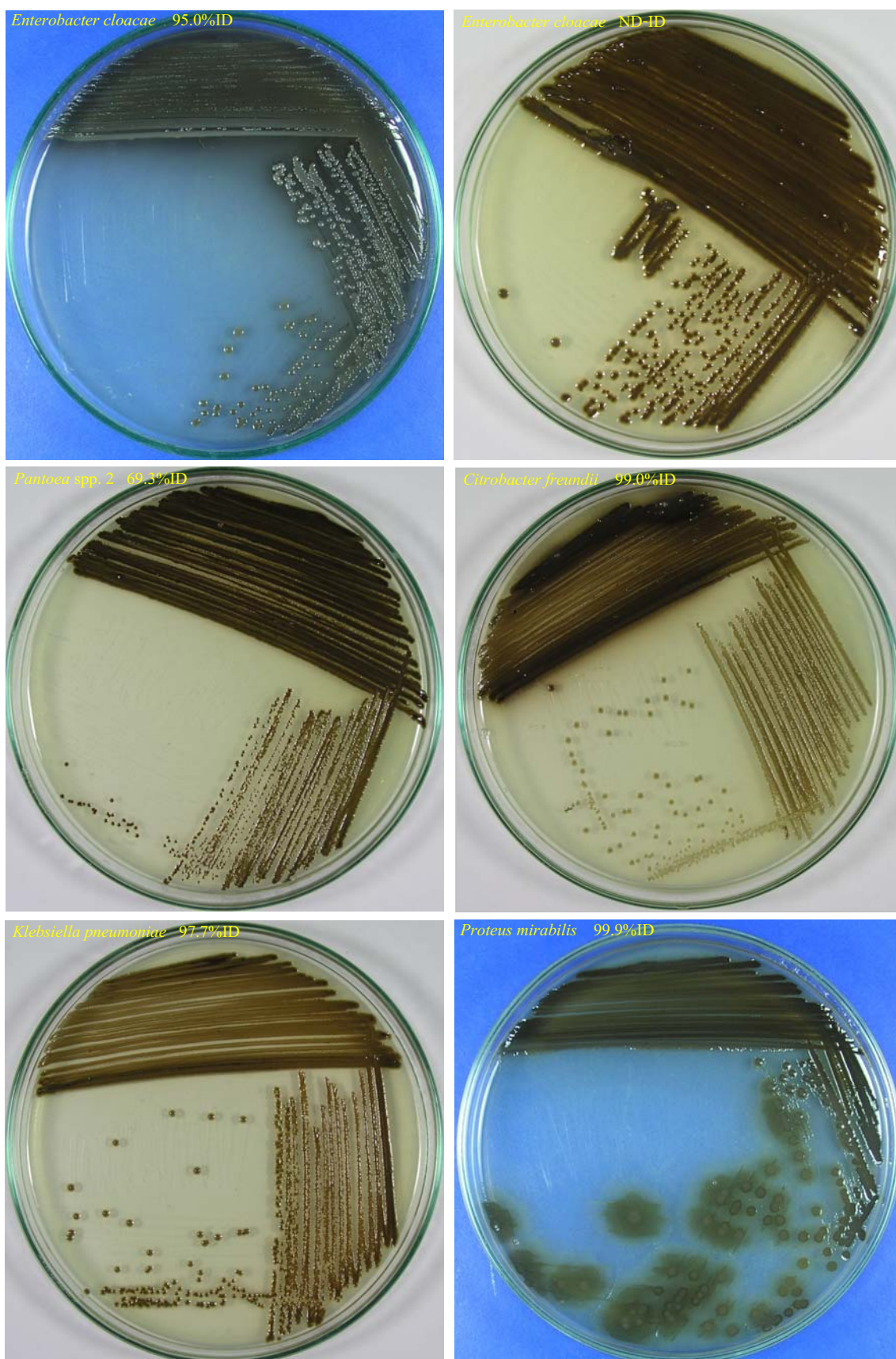
รูปที่ 5.4 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร MacConkey agar จากการตรวจหา Coliforms, *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย



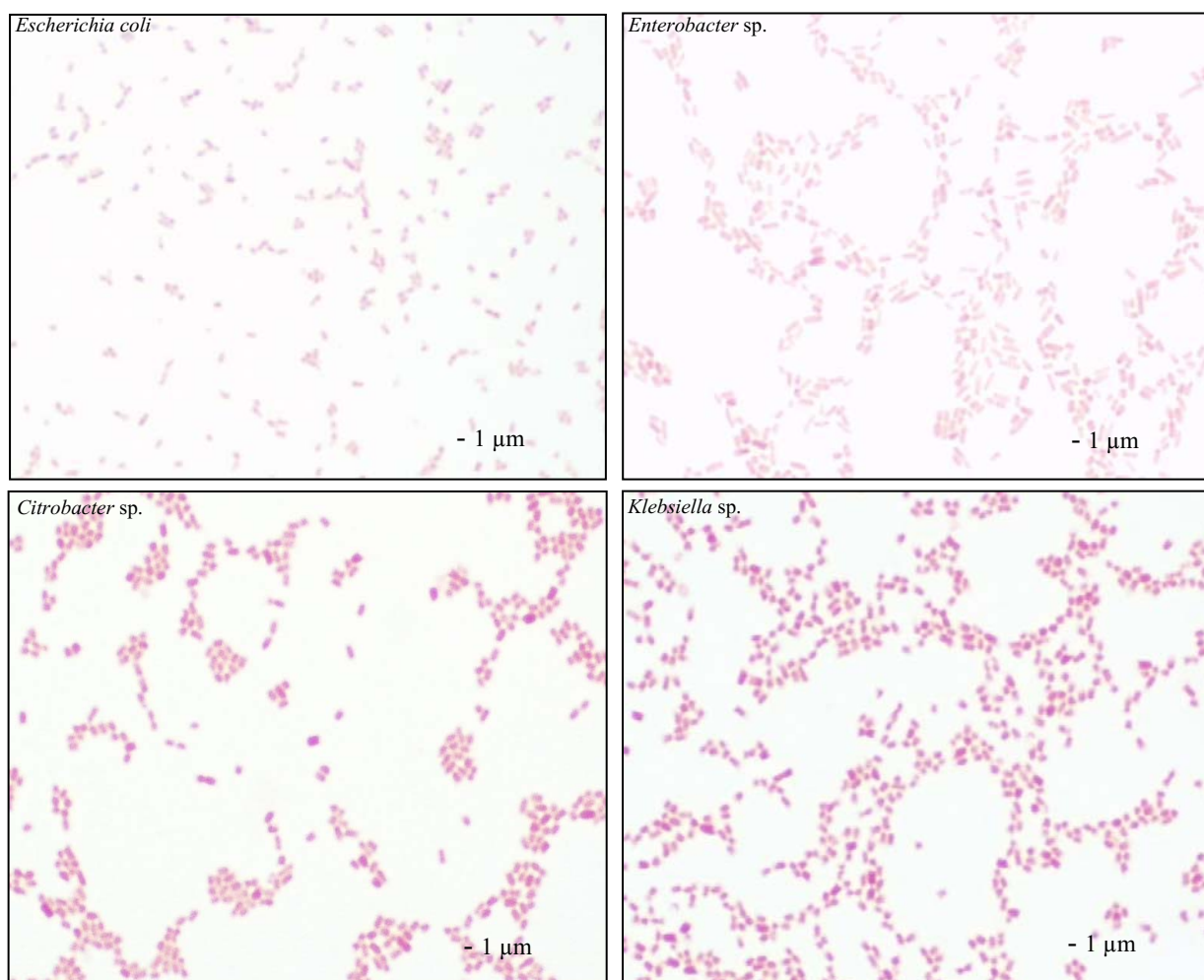
รูปที่ 5.4 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร MacConkey agar จากการตรวจหา (ต่อ) Coliforms, *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย



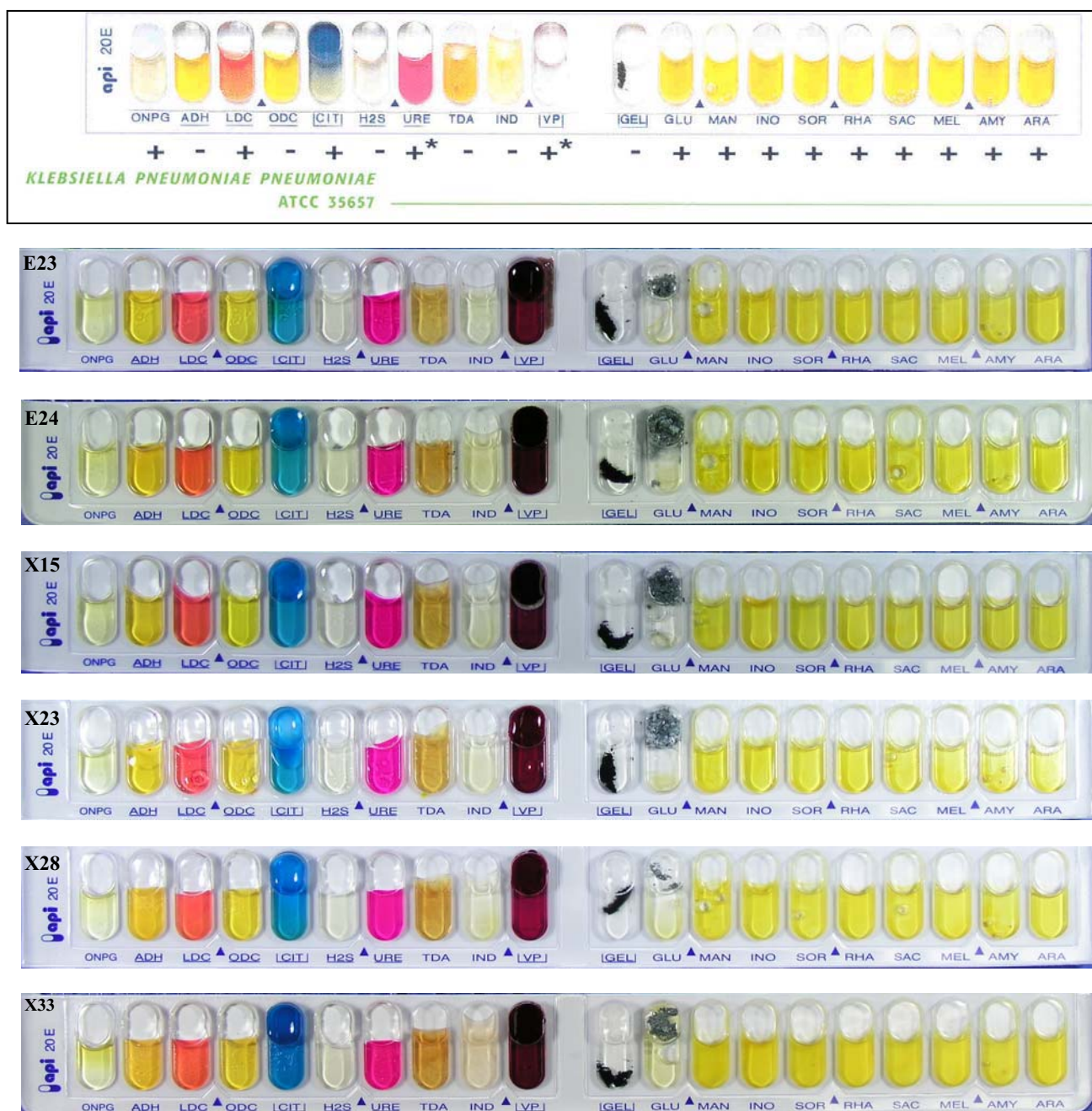
รูปที่ 5.4 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร MacConkey agar จากการตรวจหา Coliforms, *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย (ต่อ)



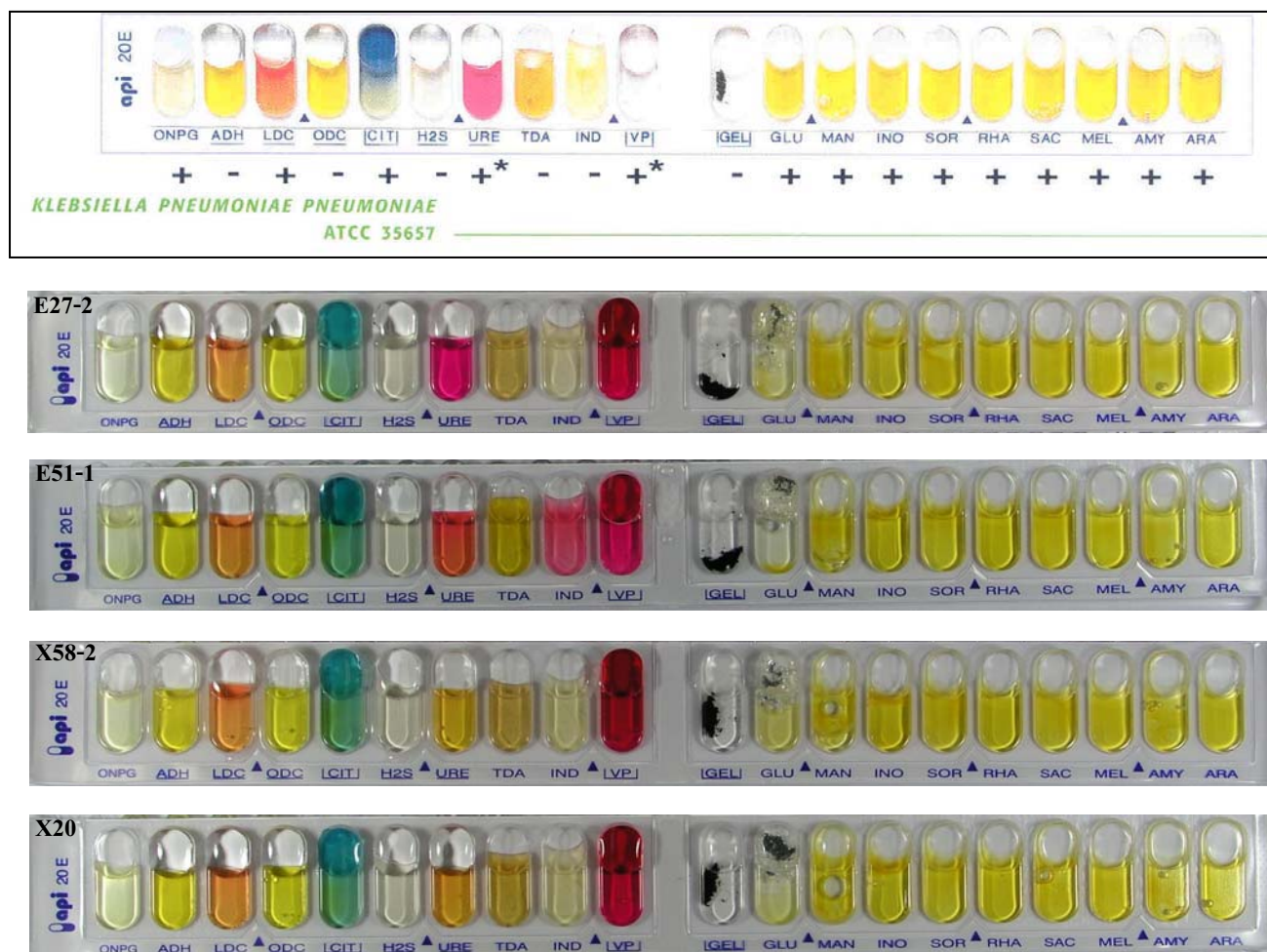
รูปที่ 5.5 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร Bismuth sulfite agar จากการตรวจหา *Salmonella* spp. ในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย จากการใช้ XLD agar ในขั้นต้นแล้ว



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างรูปร่างของเซลล์ของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms ที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย (ย้อมสีเซลล์แบคทีเรียแบบ Gram stain และถ่ายภาพจาก Light microscope กำลังขยาย 1,000 เท่า)



รูปที่ 5.7 ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีตามระบบ API 20E (bioMérieux, Inc.) ของแบคทีเรียชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาซีสที่ผลิตจากต่างแหล่งผลิต (E23, E24, X15, X23, และ X33 จากแหล่งผลิต 2 แหล่ง ในภาคกลาง และ X28 จากภาคเหนือ) และให้ผลการระบุชนิดเช่นเดียวกันคือ *Klebsiella pneumoniae*



รูปที่ 5.7 ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีตามระบบ API 20E (bioMérieux, Inc.) ของแบคทีเรียชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาซิมที่ผลิตจากต่างแหล่งผลิต (E27-2 และ E51-1 จากแหล่งผลิต 2 แหล่ง ในภาคกลาง และ E58-2 และ X20 จากภาคเหนือ) และให้ผลการระบุชนิดที่เหมือนกันคือใกล้เคียงกับ *Klebsiella planticola*

ก. *Staphylococcus aureus*

ผลการตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสดที่หมักได้ 3 วัน จากที่ได้เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่พบเจริญบนอาหาร Baird-Parker agar (รูปที่ 5.8) เพื่อศึกษาในชั้นวิเคราะห์ชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมี ซึ่งเมื่อนำไอโซเลทที่มีลักษณะของ *S. aureus* เมื่อเจริญบนอาหาร Baird-Parker agar ไปเลี้ยงบนอาหาร TSA เชื้อมีการเจริญที่ให้สีของโคโลนีที่แตกต่างกัน (ตัวอย่างในรูปที่ 5.9) แต่รูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ยังคงบ่งบอกลักษณะของ Staphylococci (ตัวอย่างในรูปที่ 5.10) และเมื่อทดสอบการสร้าง Catalase, Coagulase และสมบัติทางชีวเคมีอื่นๆ พร้อมทั้งเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API (bioMérieux, Inc.) พบว่าแบคทีเรียเด่นที่พบนี้มีหลายชนิดนอกเหนือจาก *S. aureus* คือพบทั้ง *S. caprae*, *S. haemolyticus*, *S. sciuri*, *S. xylosus* และไอโซเลทที่มีแนวโน้มเป็น *S. haemolyticus*, *S. sciuri* และ *S. simulans* (ตารางที่ 5.6 และตัวอย่างในรูปที่ 5.11) นอกจากนี้ยังพบไอโซเลทเด่น ที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผลิตจากแหล่งผลิตในภาคเหนือซึ่งจัดเป็น *Micrococcus* sp.

Staphylococci เป็นแบคทีเรียที่พบได้บนผิวหนังของคนที่มีสุขภาพดี ซึ่งชนิดเด่นที่พบ คือ *S. aureus*, *S. simulans*, *S. xylosus*, *S. cohnii*, *S. saprophyticus*, *S. haemolyticus*, *S. warneri*, *S. hominis*, *S. epidermidis* และ *S. capitis* (Kloos and Schleifer, 1975) อย่างไรก็ตาม Males *et al.* (1985) ได้รายงานถึงโรคโลหิตเป็นพิษ (Septicemia) ซึ่งมีสาเหตุมาจาก *S. simulans* ในคนไข้ที่มีอาการของโรคกระดูกอักเสบเรื้อรัง (Chronic osteomyelitis) และภาวะข้อมีหนอง (Pyarthrosis) และยังมี Staphylococci ที่มักแยกได้จากสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วย (Clinical isolates) ได้แก่ *S. haemolyticus*, *S. carnosus*, *S. aureus*, *S. simulans* และ *S. caprae* (Couto *et al.*, 2001) ซึ่ง *Staphylococcus caprae* เป็น Hemolytic coagulase-negative staphylococcus ที่พบได้ในคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กอ่อน เป็นสาเหตุหลักของโรคแบคทีเรียในกระแสเลือด (Bacteremia) (Spellerberg *et al.*, 1998; Ross *et al.*, 2005) และยังทำให้เกิดโรคกับกระดูกและข้อ (Shuttleworth *et al.*, 1997)

Staphylococcus sciuri เป็นแบคทีเรียอีกชนิดหนึ่งที่มีรายงานการพบในสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยจากปัสสาวะ บาดแผล เนื้อเยื่อบริเวณปากมดลูกและช่องคลอด (Stepanovic *et al.*, 2005) ซึ่งพบว่า *S. sciuri* ที่พบในปัสสาวะ พบว่าเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคติดเชื้อที่ท่อปัสสาวะ (Stepanovic *et al.*, 2003) Forsman *et al.* (1997) รายงานถึงสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบที่เกิดกับโคกระบือ (Bovine mastitis) ซึ่งเป็นโรคที่ควบคุมได้ยากเนื่องจากมีเชื้อสาเหตุหลายชนิด แต่เชื้อสาเหตุที่พบมากที่สุด คือ *Staphylococcus* หลาย species โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *S. aureus*, *S. simulans* และ *S. xylosus* และ *Streptococcus agalactiae* Watts *et al.* (1991) ยังรายงานถึง Coagulase-negative staphylococci ที่มักแยกได้จาก Bovine mammary glands คือ *S. haemolyticus* และ *S. simulans*

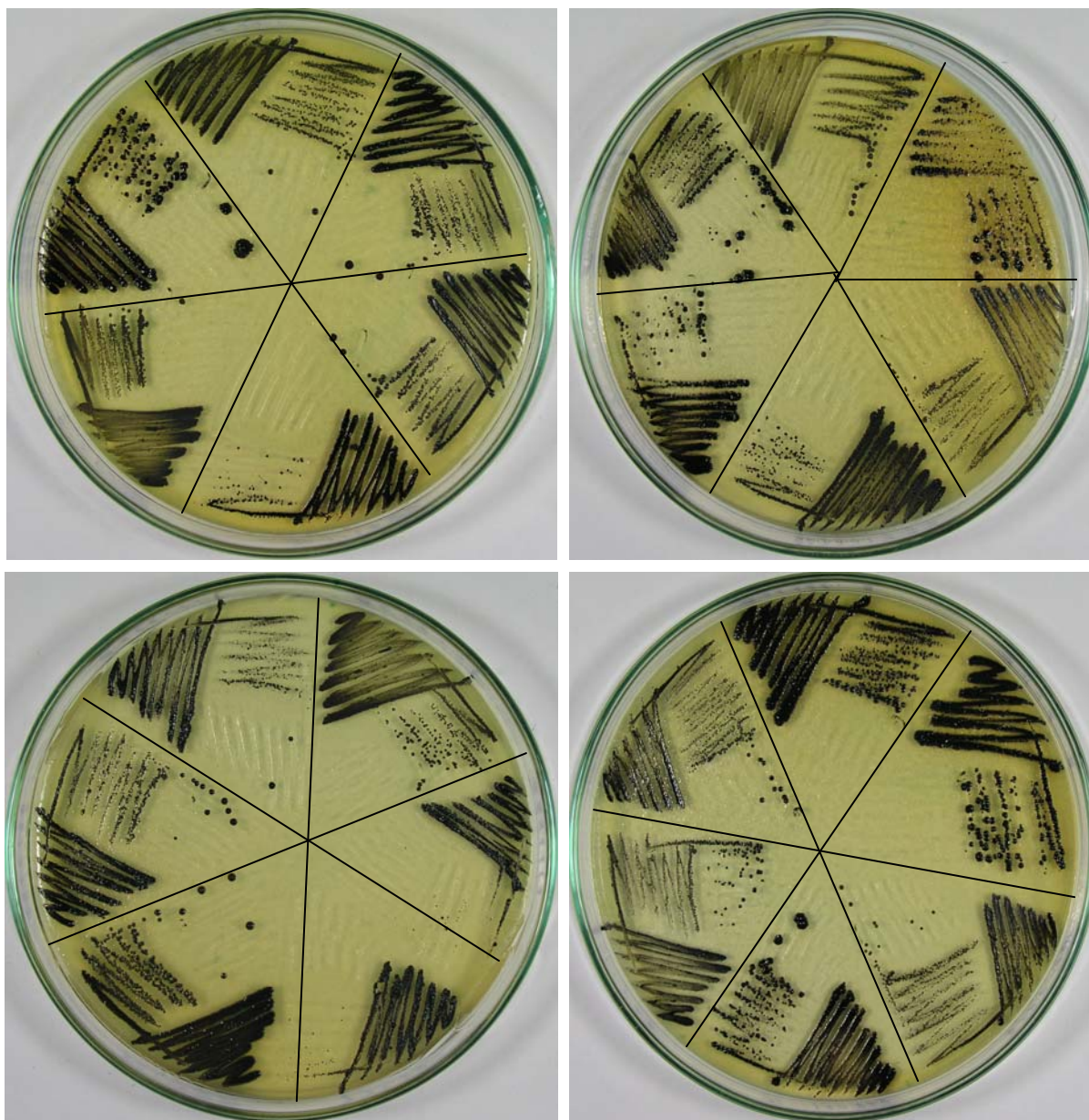
ตารางที่ 5.6 แบคทีเรียในกลุ่ม *Staphylococcus aureus* ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสำจากแหล่งผลิต ที่ผลิตเป็นการค้า

แหล่งผลิตปลาสำ	แบคทีเรียชนิดเด่นที่พบในตัวอย่างปลาสำ	API STAPH Database (bioMérieux, Inc.)	
		%ความเหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง
แหล่งผลิตในภาคเหนือ	<i>S. aureus</i>	95.5	<i>S. aureus</i>
	<i>S. caprae</i>	97.5	<i>S. caprae</i>
	<i>S. haemolyticus</i>	90.0	<i>S. haemolyticus</i>
	<i>S. xylosus</i>	99.9	<i>S. xylosus</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	77.0	<i>S. sciuri</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	66.8	<i>S. haemolyticus</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	75.7	<i>S. simulans</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	45.7	<i>S. simulans</i>
	<i>Micrococcus</i> sp.	99.8	<i>Micrococcus</i> spp.
แหล่งผลิตในภาคกลาง	<i>Staphylococcus caprae</i>	97.5	<i>S. caprae</i>
	<i>S. haemolyticus</i>	90.0	<i>S. haemolyticus</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	77.0	<i>S. sciuri</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	43.7	<i>S. haemolyticus</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	66.8	<i>S. haemolyticus</i>
แหล่งผลิตในภาคตะวันออก เฉียงเหนือ	<i>Staphylococcus aureus</i>	95.5	<i>Staphylococcus aureus</i>
	<i>S. xylosus</i>	99.9	<i>S. xylosus</i>
		68.9	<i>S. xylosus</i>
	<i>S. caprae</i>	97.5	<i>S. caprae</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	77.0	<i>S. sciuri</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	76.0	<i>S. haemolyticus</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	75.7	<i>S. simulans</i>
	<i>Staphylococcus</i> sp.	45.7	<i>S. simulans</i>

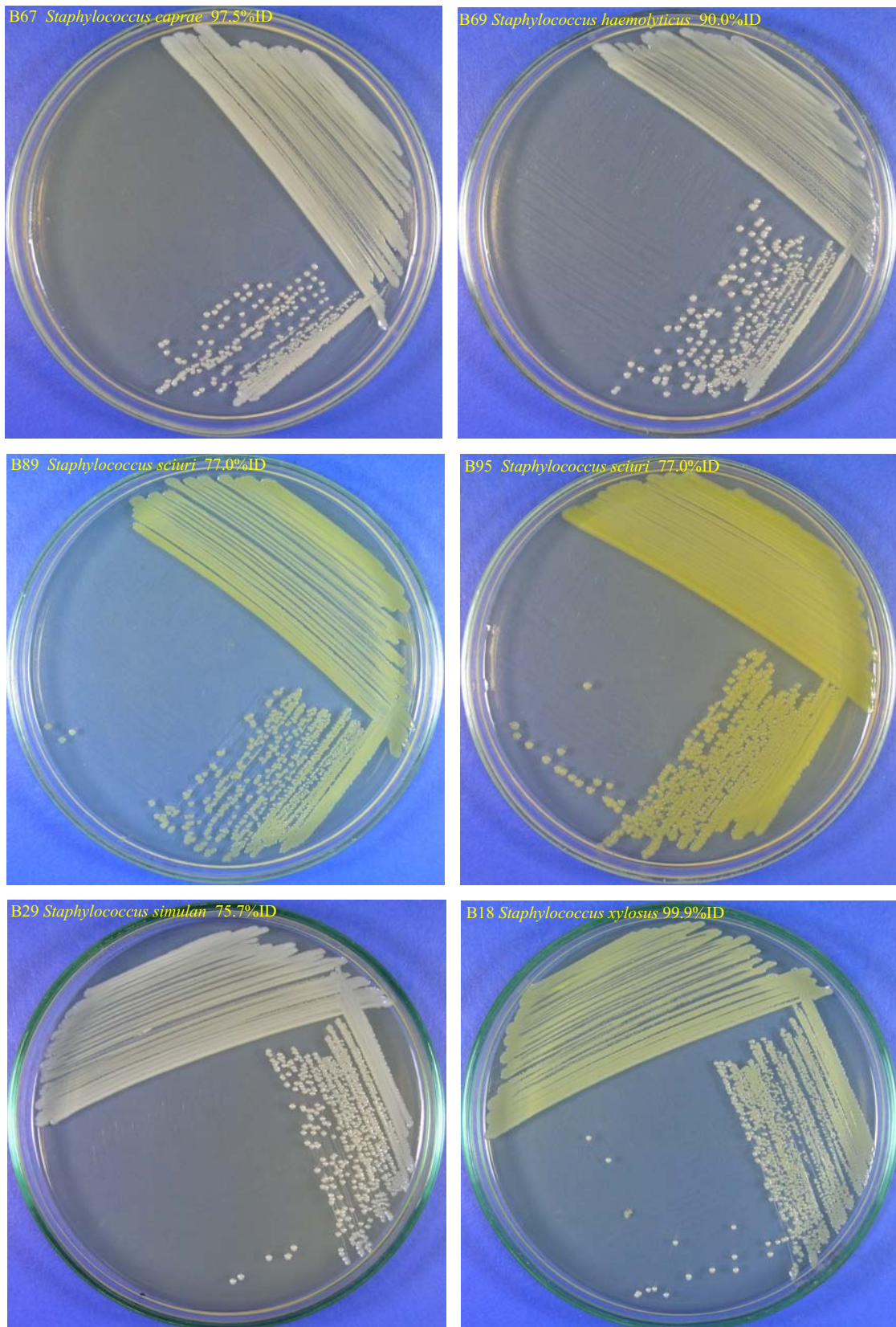
นอกจาก *S. sciuri* ที่พบได้ในสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วย ยังเป็นแบคทีเรียอีกชนิดที่พบกับสัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า และอาหารที่ผลิตมาจากสัตว์ (Garcia *et al.*, 2002; Hauschild and Schwarz, 2003; Papamanoli *et al.*, 2002)

ในผลิตภัณฑ์อาหารมีรายงานการพบ *S. carnosus* ว่ามีบทบาทสำคัญในการหมักไส้กรอก เนื่องจากให้ผลในด้านการสร้างกลิ่นรส และปฏิกิริยาการเกิดสี (Schleifer and Fischer, 1982) จึงมีการนำสายพันธุ์ของ *S. carnosus* มาใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตไส้กรอกหมัก (Fermented sausage) และแฮม (Cured ham) (Hammes and Knauf, 1994)

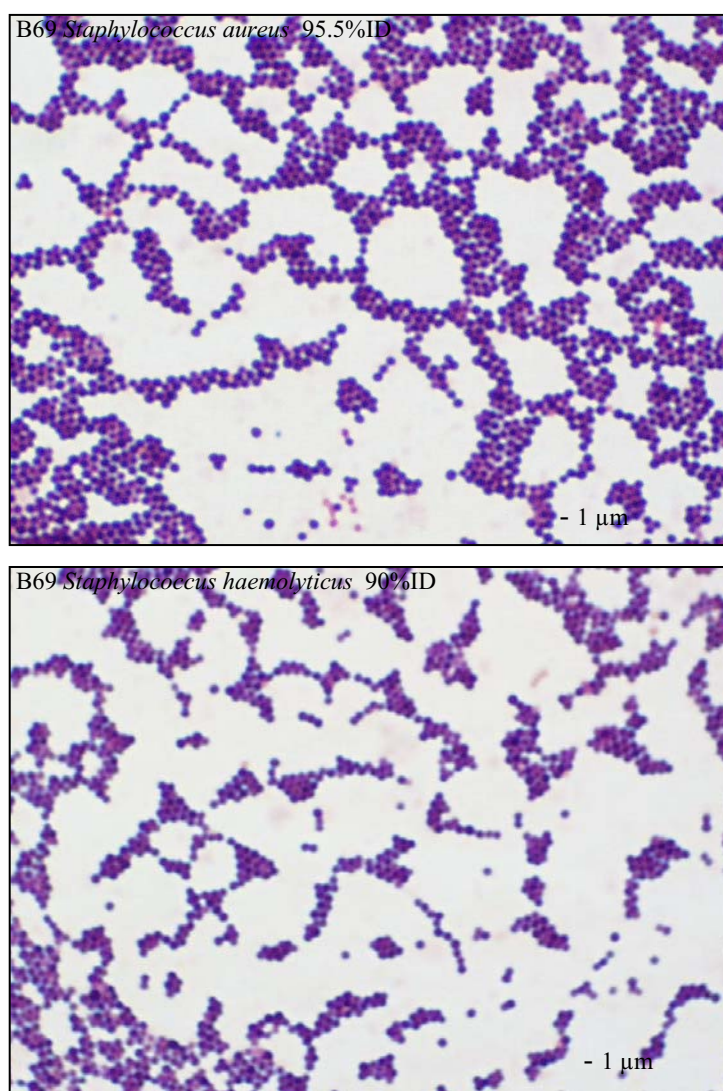
Tanasupawat *et al.* (1991 และ 1992) ได้รายงานถึง *S. carnosus* ที่มีส่วนร่วมในการหมักปลา และซอสถั่วเหลืองในเอเชีย Di Maria *et al.* (2002) รายงานถึงการใช้ *S. xylosus* DSM 20266 เป็นกล้ำเชื้อ ในการผลิต *Soppressata molisana* ซึ่งเป็นไส้กรอกของอิตาลี แบคทีเรียในสกุล *Micrococcus* และ *Staphylococcus* ยังเป็นแบคทีเรียที่พบได้ใน Fermented squid shiokara ซึ่งเป็นอาหารหมักของญี่ปุ่น (Wu *et al.*, 2000)



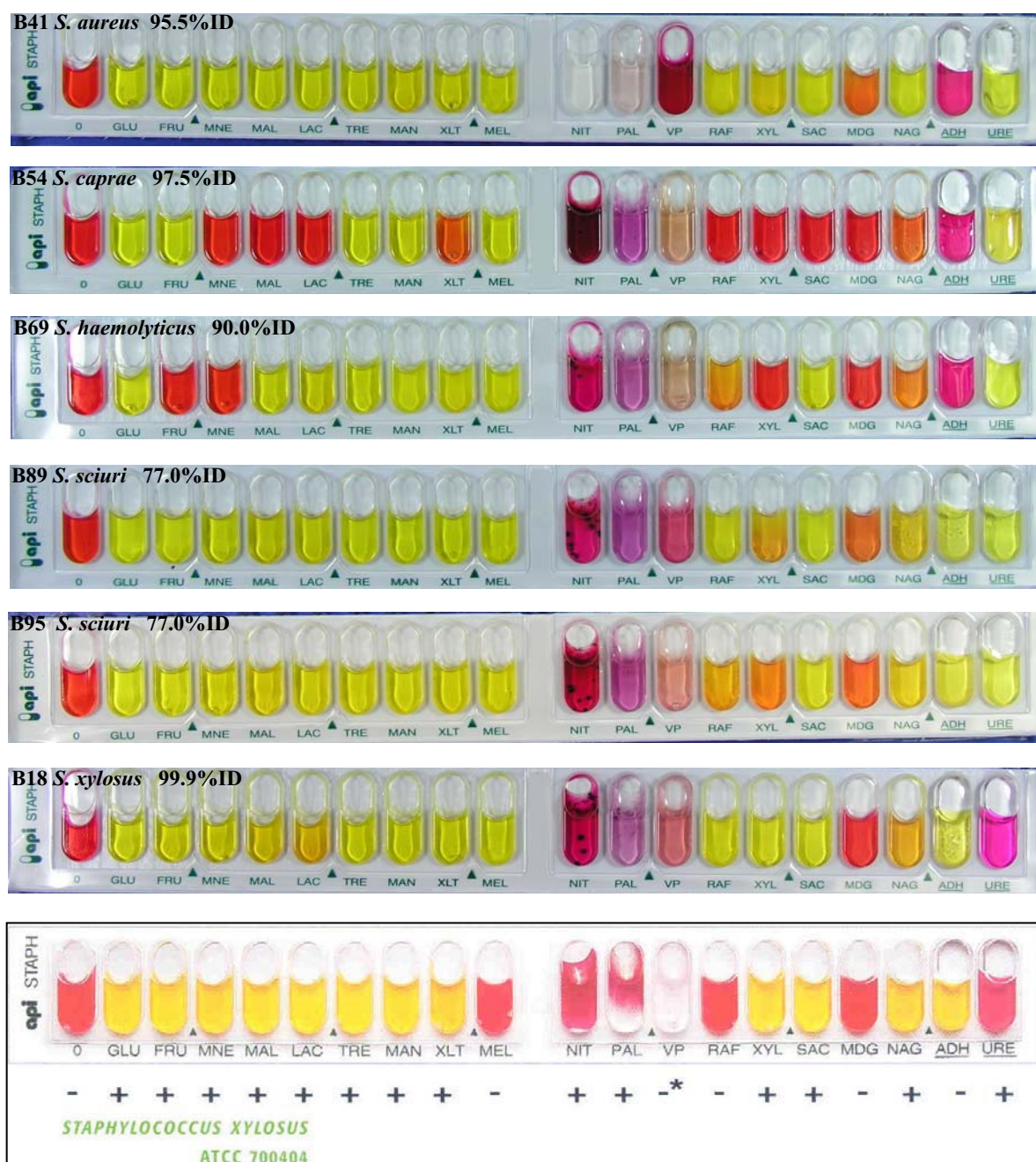
รูปที่ 5.8 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร Baird-Parker agar จากการตรวจหา *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย



รูปที่ 5.9 ตัวอย่างลักษณะ โคลนินของแบคทีเรียที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิต ที่เจริญบนอาหาร Trypticase soy agar และคัดเลือกลักษณะโคลนินของ Staphylococci ที่แยกโดยใช้อาหาร Baird-Parker agar



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างรูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ของ Staphylococci ที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่าย (ย้อมสีเซลล์แบบที่เรียกว่า Gram stain และถ่ายภาพจาก Light microscope กำลังขยาย 1,000 เท่า)

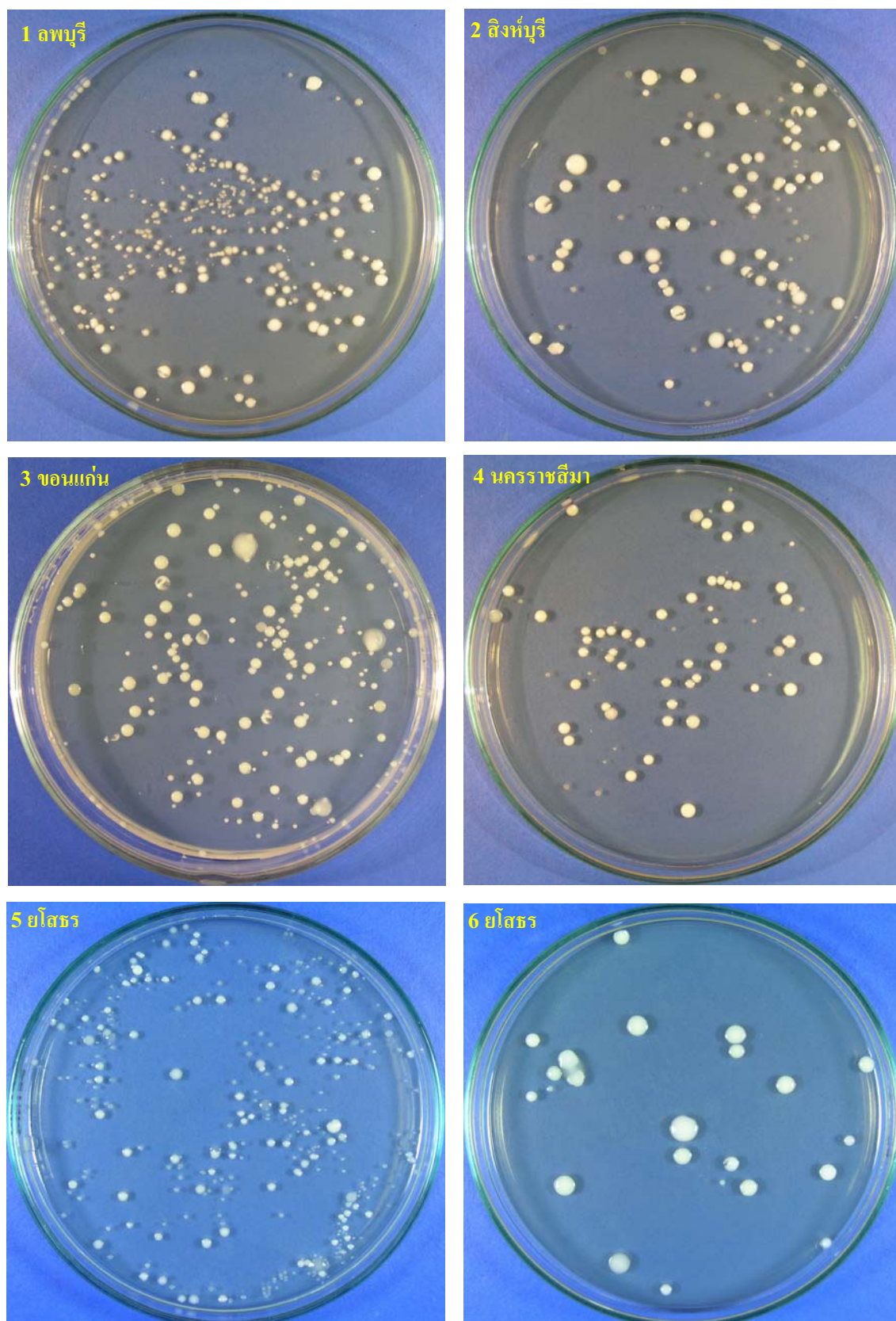


รูปที่ 5.11 ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียด้วยระบบ API STAPH (bioMérieux, Inc.) ซึ่งแบคทีเรียที่ทดสอบเป็นชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาซั่มที่ผลิตจากต่างแหล่งผลิต (B41, E24, B69, B89, B95 และ B18 จากแหล่งผลิต 4 แหล่ง ในภาคเหนือ และ B54 จากภาคกลาง) และได้จากวิธีการตรวจหา *Staphylococcus aureus* แต่ให้ผลการระบุชนิดที่แตกต่างกัน

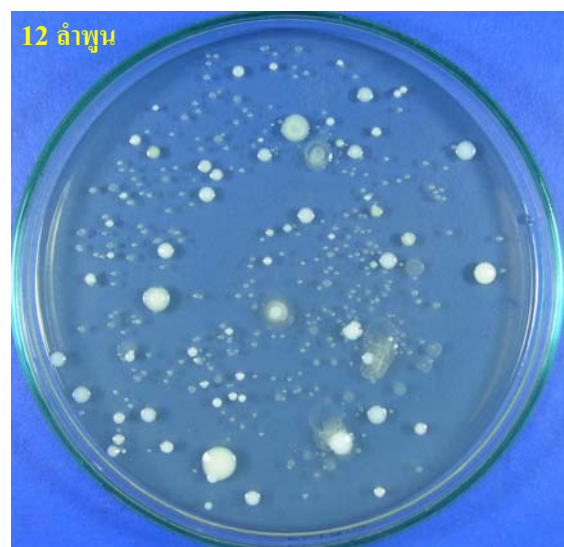
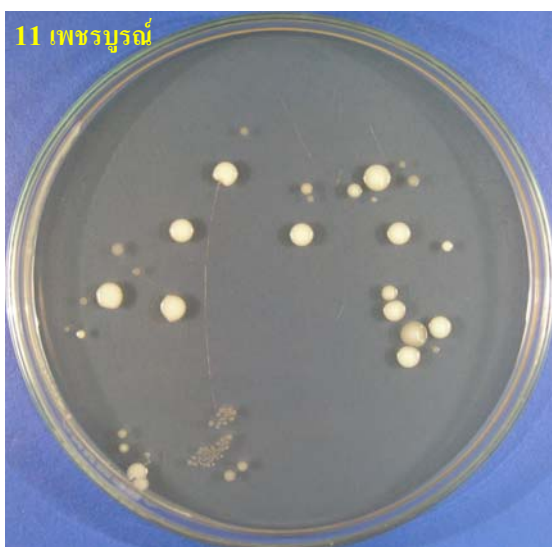
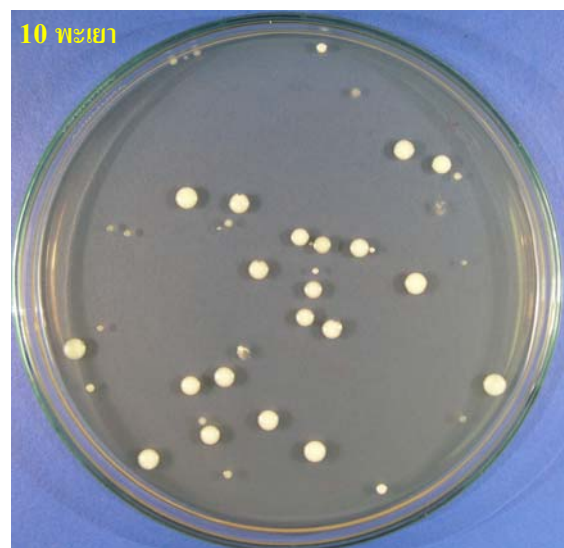
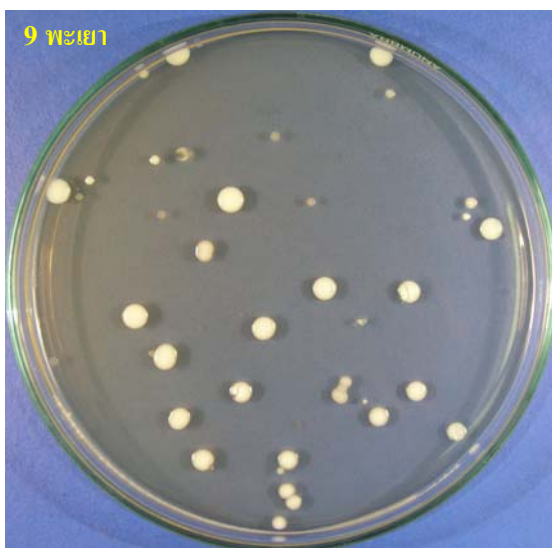
5.3.4 การตรวจหาจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติกซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตปลาซั้ม

แบคทีเรียกรดแล็กติกเป็นจุลินทรีย์หลักที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (Orillo and Pedersson, 1968; Saisithi et al., 1986; Olympia et al., 1992; Saisithi et al., 1996; Østergaard et al., 1998) จากที่ได้ตรวจหาแบคทีเรียกรดแล็กติกจากปลาซั้มทั้ง 10 ตัวอย่าง แหล่งผลิตในช่วงแรกของการสำรวจได้ทดลองใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 5 สูตร คือ MRS agar, ROGOSA agar, MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 , MRS agar (ที่เติม 10% NaCl) และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 และ 10% NaCl) พบว่าอาหาร ROGOSA agar ให้ผลที่สอดคล้องกับ MRS agar ทั้งลักษณะของโคโลนีและจำนวนโดยเฉลี่ย (ตารางที่ 5.2) และไม่พบการเจริญของแบคทีเรียกรดแล็กติกเลยจากการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar (ที่เติม 10% NaCl) และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 และ 10% NaCl) ซึ่งเมื่อตรวจหาแบคทีเรียกรดแล็กติกจากปลาซั้มทั้ง 17 ตัวอย่าง จาก 16 แหล่งผลิต พบว่าปลาซั้มแต่ละแหล่งผลิตที่มีอายุหมัก 3 วัน มีปริมาณแบคทีเรียกรดแล็กติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 5.2) และจากการตรวจนับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาซั้มปลาตะเพียนด้วยอาหาร MRS agar พบว่าปลาซั้ม JMUB จากจังหวัดอุบลราชธานีมีจำนวนแบคทีเรียสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($8.7364 \log\text{CFU/กรัม}$) เช่นเดียวกับปลาซั้ม MYYS จากจังหวัดยโสธรพบมีปริมาณแบคทีเรียสูงสุดในอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ มีค่า $8.3617 \log\text{CFU/กรัม}$ ในขณะที่ปลาซั้ม FIS จากจังหวัดสิงห์บุรีมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดจากการตรวจนับโดยใช้อาหารทั้งสองสูตร (7.2553 และ $7.0719 \log\text{CFU/กรัม}$ ตามลำดับ) ส่วนการตรวจนับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาซั้มที่มีไข่ปลาซั้มปลาตะเพียน พบว่าปลาซั้ม FDMP จากจังหวัดพะเยามีปริมาณแบคทีเรียสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งที่ตรวจนับด้วยอาหารทั้งสองสูตรคือมีค่า 7.9978 และ $8.0334 \log\text{CFU/กรัม}$ ตามลำดับ ในขณะที่ปลาซั้ม FTMP จากจังหวัดพะเยาเช่นกันมีจำนวนแบคทีเรียต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งที่ตรวจนับด้วยอาหาร MRS agar และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3) คือมีค่า 6.5966 และ $6.7634 \log\text{CFU/กรัม}$ ตามลำดับ

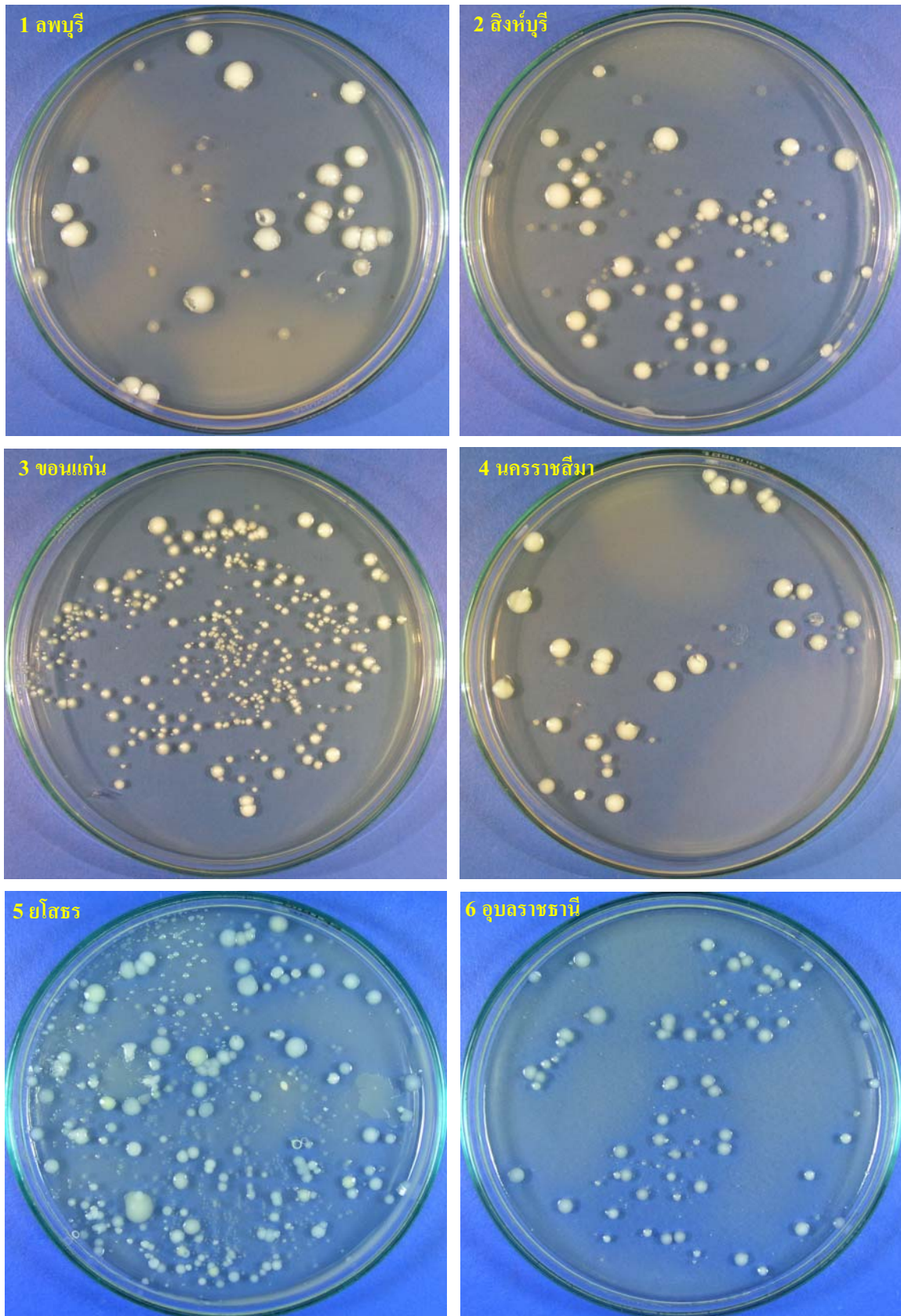
จำนวนของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่แตกต่างกันในปลาซั้มต่างแหล่งกันทั้ง 17 ตัวอย่าง จาก 16 แหล่งผลิตนี้ อาจเป็นผลจากแหล่งที่มาของปลาสดและสัดส่วนของสูตรผสมของวัตถุดิบ อย่างไรก็ตามมีเพียงผู้ผลิตบางรายที่เปิดเผยข้อมูลสัดส่วนของสูตรผสมของวัตถุดิบ (บทที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่ามีทั้งโคโลนีที่มีลักษณะเหมือนและแตกต่างกันจากตัวอย่างปลาซั้มแหล่งเดียวกันและต่างแหล่งกัน ตัวอย่างของลักษณะโคโลนีที่พบจากปลาซั้มจากต่างแหล่งผลิต แสดงในรูปที่ 5.12 และ 5.13 ทั้งนี้ได้มีการสุ่มเก็บโคโลนีของแบคทีเรียเพื่อการศึกษาต่อไป



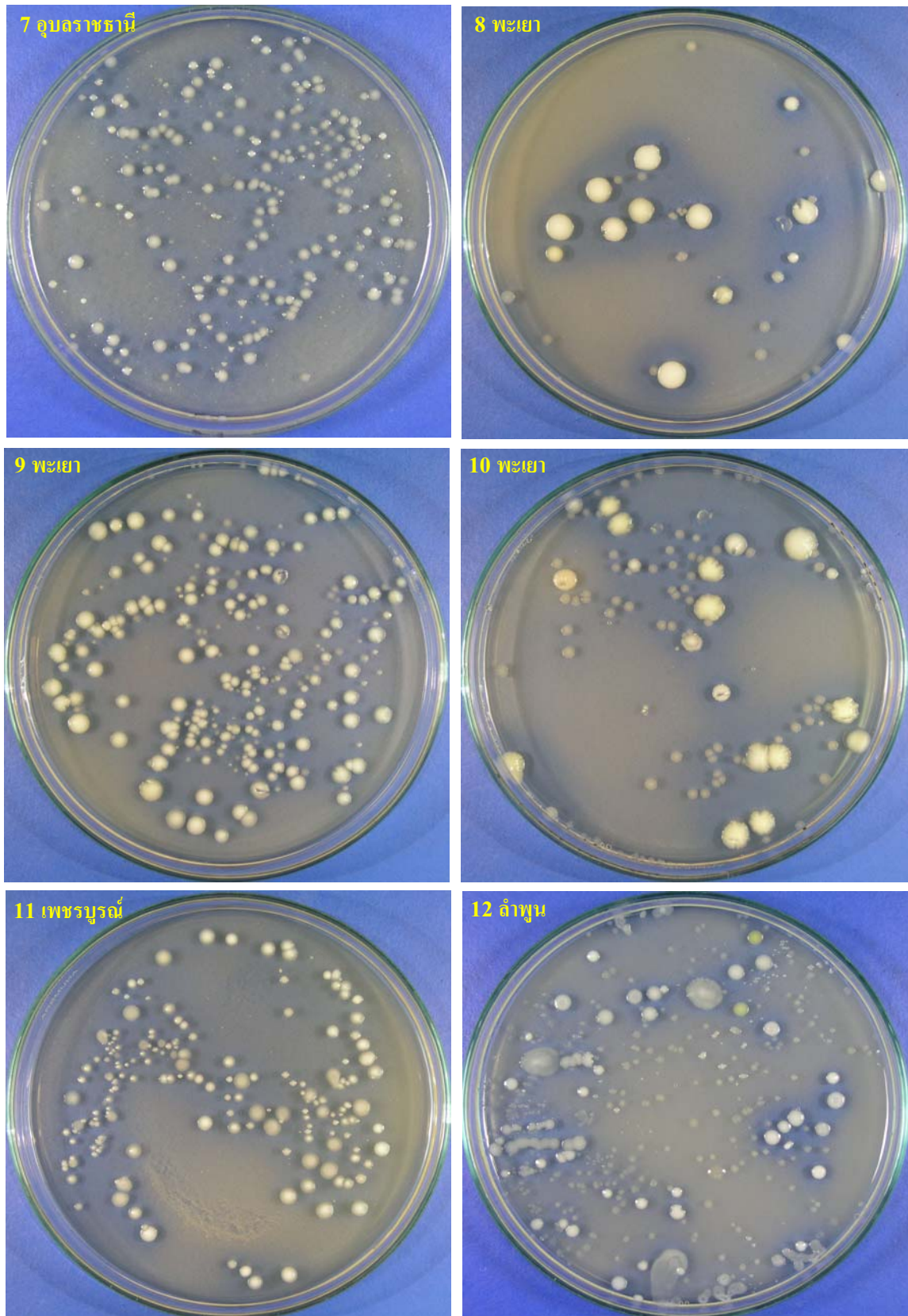
รูปที่ 5.12 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียแล็กติกที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาแบคทีเรียโดยใช้อาหาร MRS agar



รูปที่ 5.12 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียแล็กติกที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มี
 (ต่อ) ชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาแบคทีเรียโดยใช้
 อาหาร MRS agar



รูปที่ 5.13 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียแล็กติกที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเหนือ เมื่อตรวจหาแบคทีเรียโดยใช้อาหาร MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3



รูปที่ 5.13 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียแล็กติกที่พบจากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่มี
 (ต่อ) ชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ เมื่อตรวจหาแบคทีเรียโดยใช้
 อาหาร MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาซั้มที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกัน 16 แหล่ง เพื่อประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยา กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปลาซั้มบางปัจจัยพบว่า

- (1) ปริมาณของแบคทีเรียกรดแล็กติกซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเกิดผลิตภัณฑ์ในตัวอย่างปลาซั้มหมักได้ 3 วัน โดยเฉลี่ยสูงกว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา
- (2) ชนิดของปลา (ปลาทะเลและปลาอื่นที่มีไข่ปลาทะเล) ให้ผลที่แตกต่างด้านจำนวนของแบคทีเรียกรดแล็กติก โดยปลาซั้มปลาทะเลตรวจพบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกมากกว่าที่พบในปลาซั้มที่มีไข่ปลาซั้มปลาทะเล
- (3) ชนิดของข้าวที่ใช้ (ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า) ที่เป็นสูตรส่วนผสมของวัตถุดิบไม่ให้ผลที่แตกต่างด้านจำนวนของแบคทีเรียกรดแล็กติก
- (4) การล้างและไม่ล้างข้าวหนึ่งสัปดาห์ไม่มีผลด้านส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียกรดแล็กติก
- (5) การยัดห้องและไม่ยัดห้องปลาที่หมักด้วยส่วนผสมของข้าว กระเทียม และเกลือ ไม่มีผลต่อจำนวนของแบคทีเรียกรดแล็กติก

5.3.5 การวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาซั้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า

แบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาซั้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้าที่เลือกมาวิเคราะห์ชนิดนี้ เน้นไอโซเลทที่แยกได้จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการสูง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการและให้การยอมรับ 7 อันดับแรก ได้มาจากแหล่งผลิต 6 แหล่ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ คือ FJPb จากจังหวัดเพชรบูรณ์ JPLP จากจังหวัดลำพูน FTMP จากจังหวัดพะเยา FKU จากจังหวัดขอนแก่น MYYS และ MYGYS จากจังหวัดยโสธร และปลาซั้ม JMUb จากจังหวัดอุบลราชธานี และเมื่อวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทเด่นที่พบคือ *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum* หลายสายพันธุ์, *Lactobacillus coprophilus* (ปัจจุบันคือ *Weissella confuse* (Olano et al., 2001; Bjorkroth et al., 2002)) หลายสายพันธุ์, *Leuconostoc mesenteroides* หลายสายพันธุ์, *Pediococcus pentosaceus* หลายสายพันธุ์และ *Pediococcus damnosus* (ตารางที่ 5.7) *Lactobacillus brevis* เป็นแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดที่พบในตัวอย่างปลาซั้มจากทั้ง 6 แหล่งผลิต และมีความแตกต่างของสายพันธุ์ทั้งในแหล่งที่พบเดียวกันและต่างแหล่งกัน (ตารางที่ 5.7, รูปที่ 5.14-5.16)

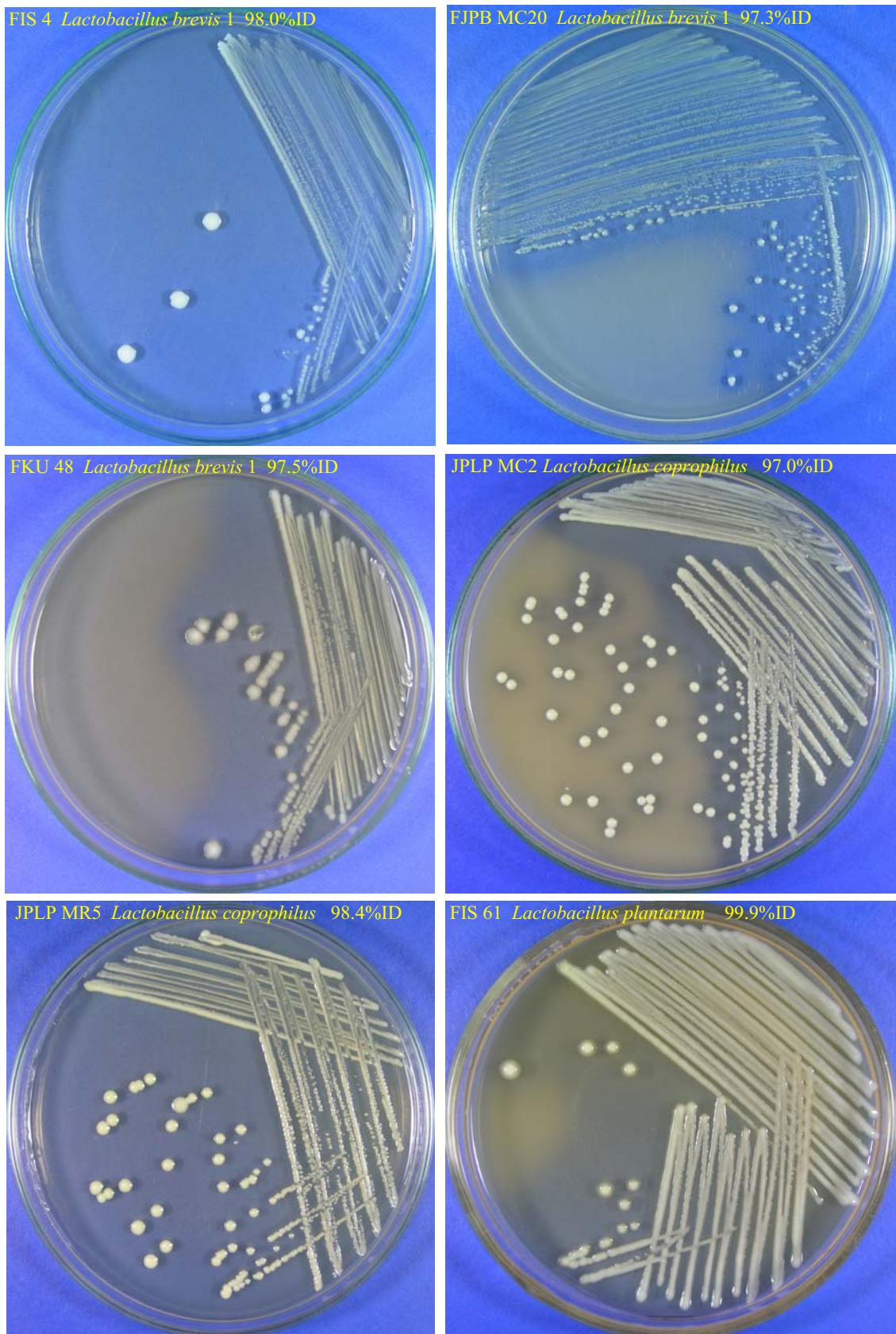
ตารางที่ 5.7 แบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการและให้การยอมรับ 7 อันดับแรก จากตัวอย่างปลาหมึกที่ศึกษา 17 ตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์ปลา	ชนิดของแบคทีเรีย กรดแล็กติก	API 50CHL Database (bioMérieux, Inc.)	
		% ความ เหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง
แหล่งผลิต : ภาคกลาง			
ชนิดปลา : ปลาดู			
รหัส : FLB จังหวัด : ลพบุรี	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus coprophilus</i> *	95.5	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.8	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 2
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/ dextranicum</i> 2
รหัส : FIS จังหวัด : สิงห์บุรี	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.0	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	98.4	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.0	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
แหล่งผลิต : ภาคเหนือ			
ชนิดปลา : ปลานวลจันทร์			
รหัส : FJPb จังหวัด : เพชรบูรณ์	<i>Lactobacillus brevis</i>	97.3	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus coprophilus</i> *	98.2	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
	<i>Lactococcus lactis</i>	95.6	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/ dextranicum</i> 2
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.9	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 2
	<i>Pediococcus damnosus</i>	93.8	<i>Pediococcus damnosus</i> 1
รหัส : FTMP จังหวัด : พะเยา	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.9	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus brevis</i>	96.1	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/ dextranicum</i> 2
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.9	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 2
	<i>Lactobacillus coprophilus</i> *	98.4	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
	<i>Lactobacillus coprophilus</i> *	97.0	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.5	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/ dextranicum</i> 2
ชนิดปลา : ปลาจีน			
รหัส : JPLP จังหวัด : ลำพูน	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.6	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.4	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus coprophilus</i> *	98.4	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
	<i>Lactobacillus coprophilus</i> *	97.0	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.5	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/ dextranicum</i> 2

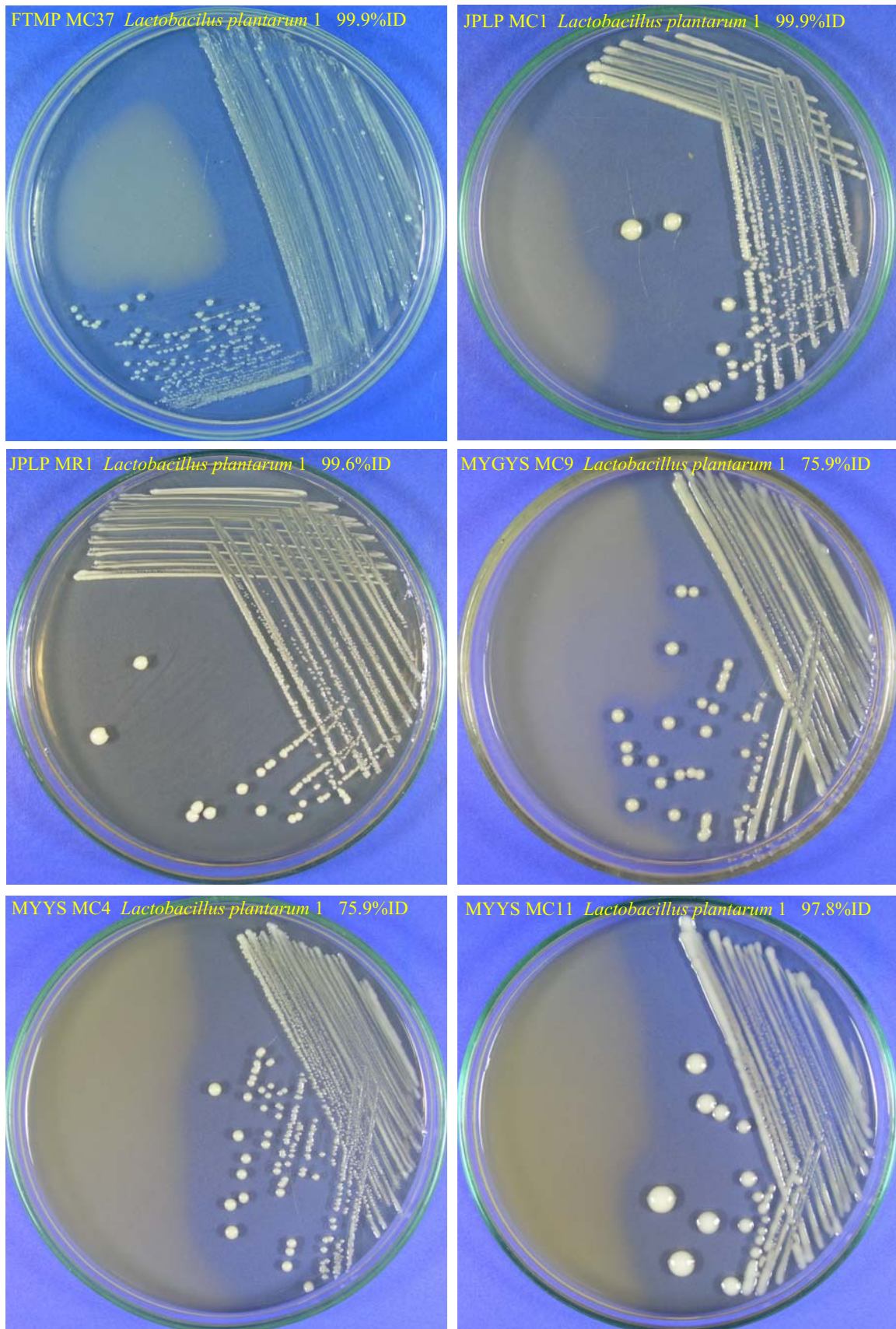
ตารางที่ 5.7 แบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภค
(ต่อ) ต้องการและให้การยอมรับ 7 อันดับแรก จากตัวอย่างปลาหมึกที่ศึกษา 17 ตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึก	ชนิดของแบคทีเรีย กรดแล็กติก	API 50CHL Database (bioMérieux, Inc.)	
		% ความ เหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง
แหล่งผลิต : ภาค ตะวันออกฉียงเหนือ ชนิดปลา : ปลาตะเพียน รหัส : FKU จังหวัด : ขอนแก่น	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.8	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/ dextranicum</i> 2
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.9	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 2
รหัส : MYYS จังหวัด : ยโสธร	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	97.8	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	75.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.8	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.9	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 1
	<i>Pediococcus pantosaceus</i>	86.2	<i>Pediococcus pantosaceus</i> 1
	<i>Pediococcus damnosus</i>	79.4	<i>Pediococcus damnosus</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	98.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/ dextranicum</i> 2
รหัส : MYGYS จังหวัด : ยโสธร	<i>Lactobacillus plantarum</i>	75.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides / dextranicum</i> 2
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.9	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 1
รหัส : JMUb จังหวัด : อุบลราชธานี	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.9	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus brevis</i>	96.1	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactococcus lactis</i>	87.4	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	98.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides / dextranicum</i> 2
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	98.2	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides / dextranicum</i> 2
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.9	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 1
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	98.7	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 1

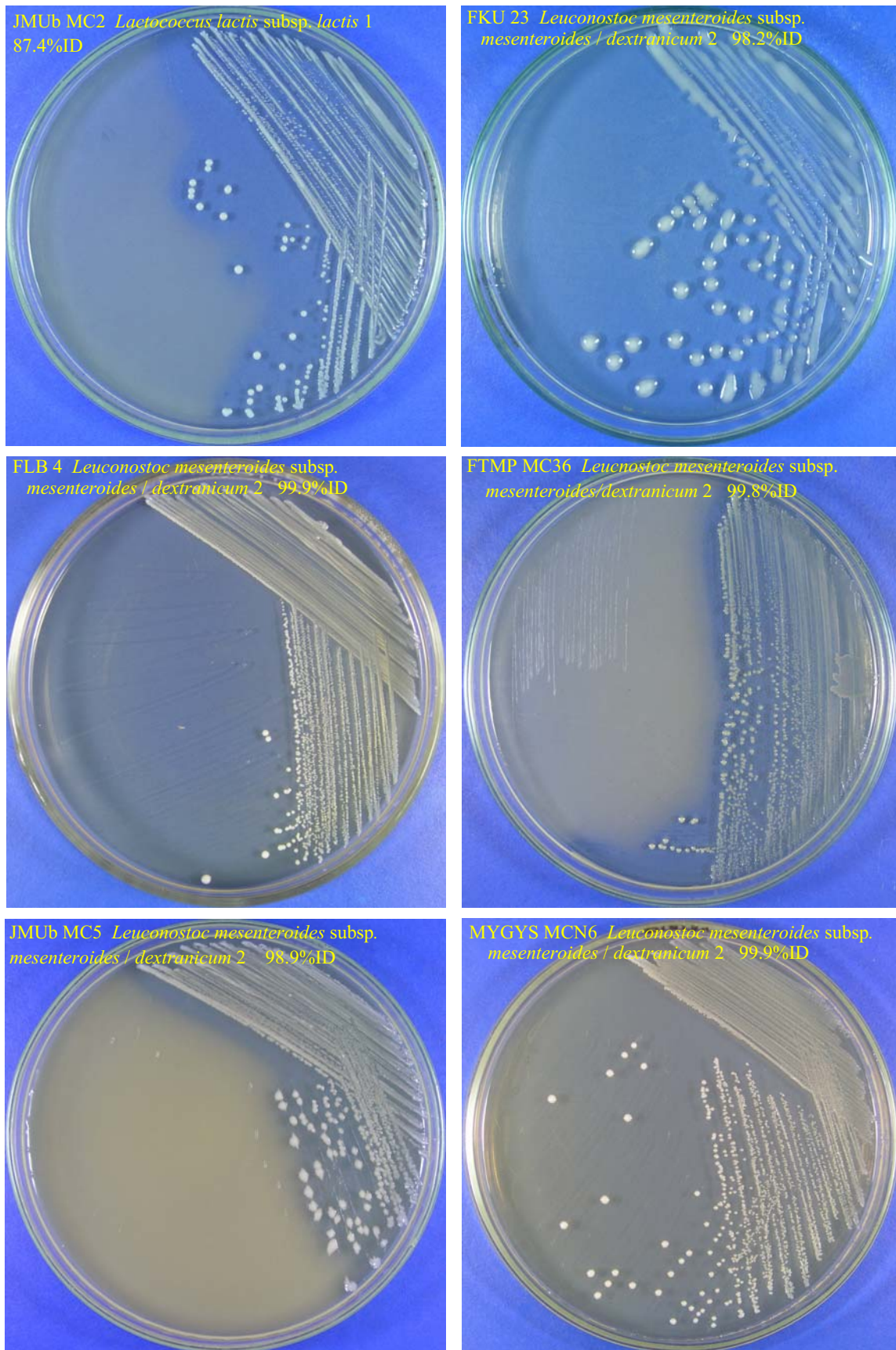
*ปัจจุบันคือ *Weissella confuse*



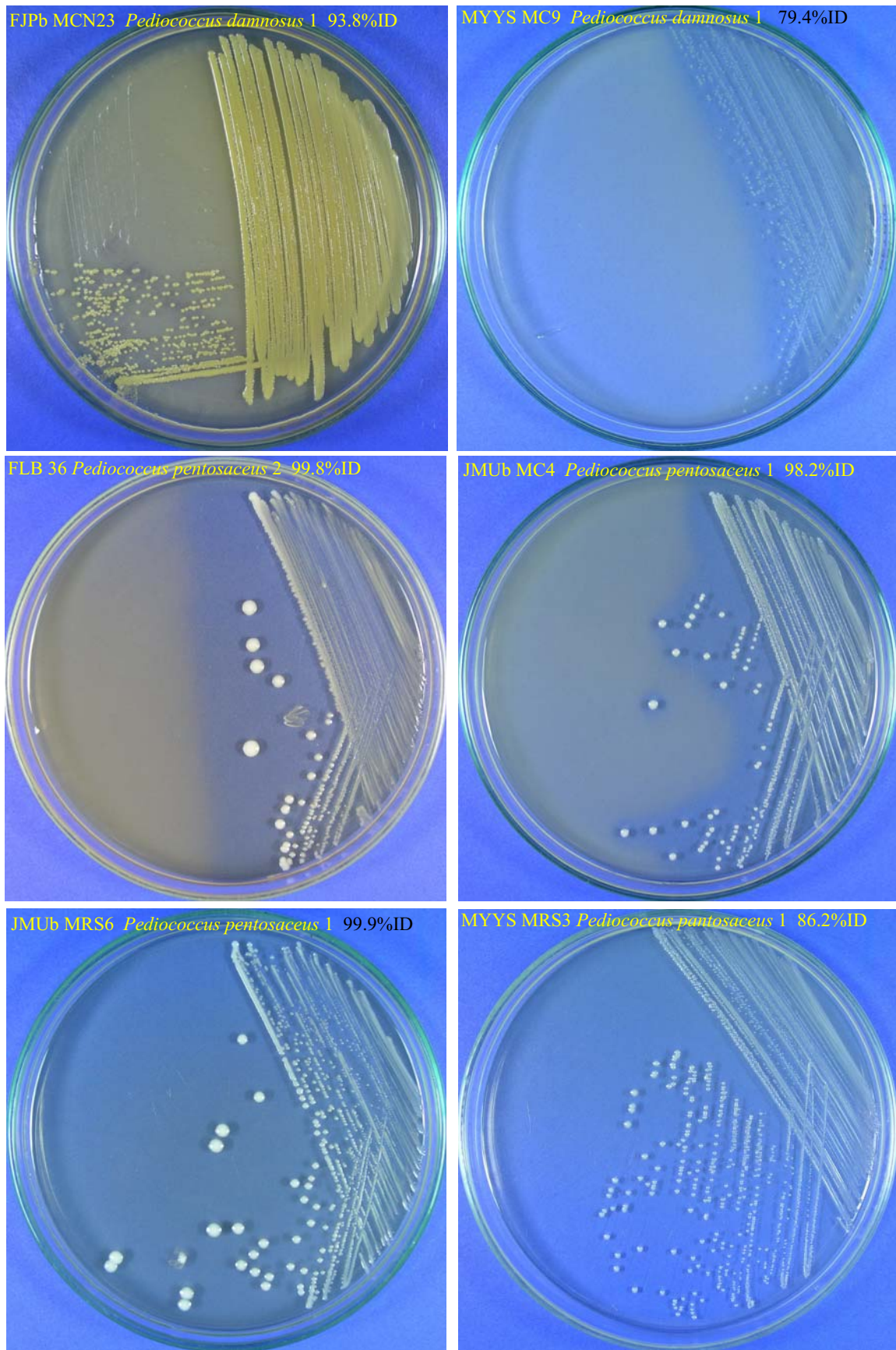
รูปที่ 5.14 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 ในอาหารบางจานเลี้ยงเชื้อ) และเป็นไอโซเลตเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสำจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง



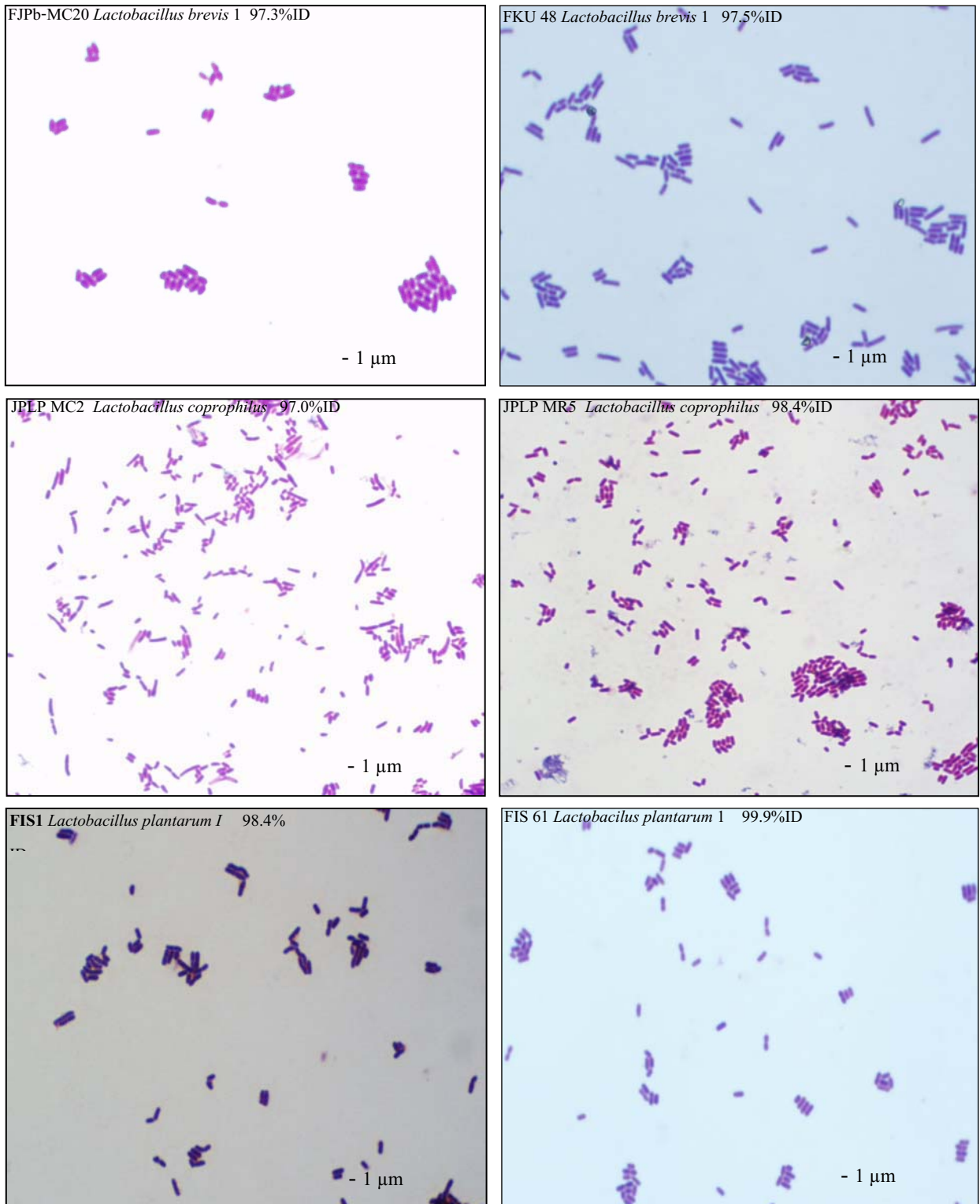
รูปที่ 5.14 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 ในอาหารบางจานเลี้ยงเชื้อ) และเป็นไอโซเลตเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสำมจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภครอคให้การยอมรับสูง



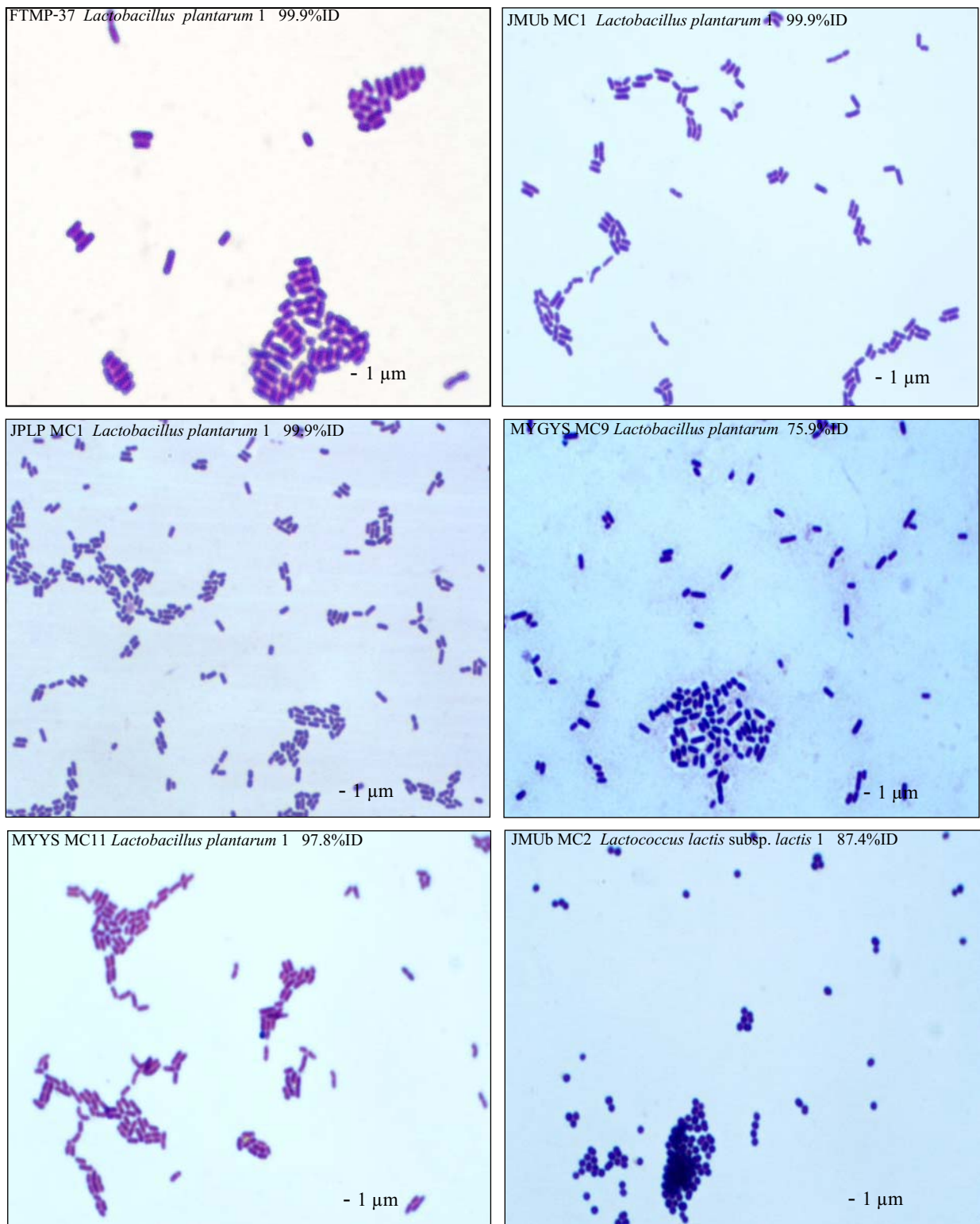
รูปที่ 5.14 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 ในอาหารบางงานเลี้ยงเชื้อ) และเป็นไอโซเลตเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลา ส้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง



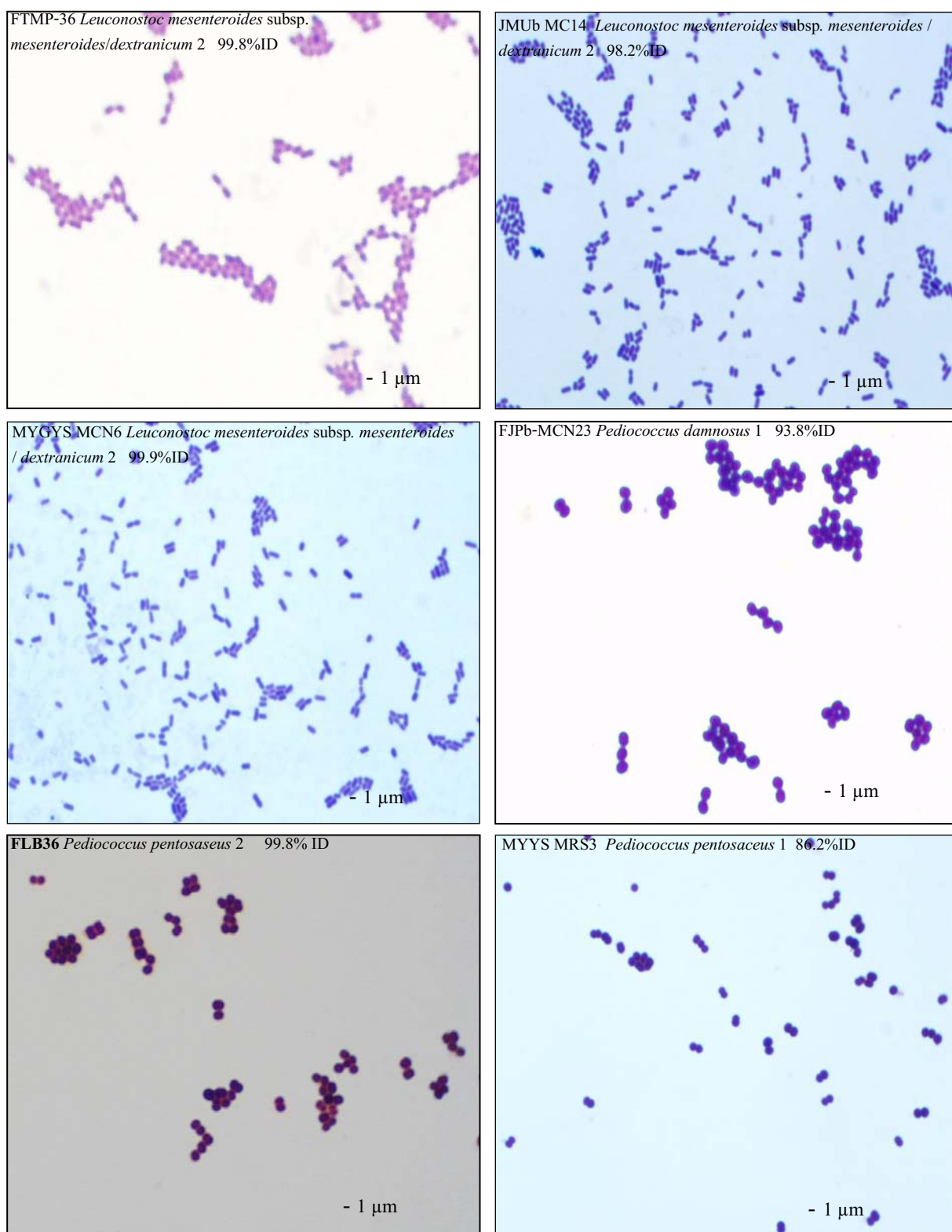
รูปที่ 5.14 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 ในอาหารบางงานเลี้ยงเชื้อ) และเป็นไอโซเลตเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลา ส้มจากแหล่งผลิตที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง



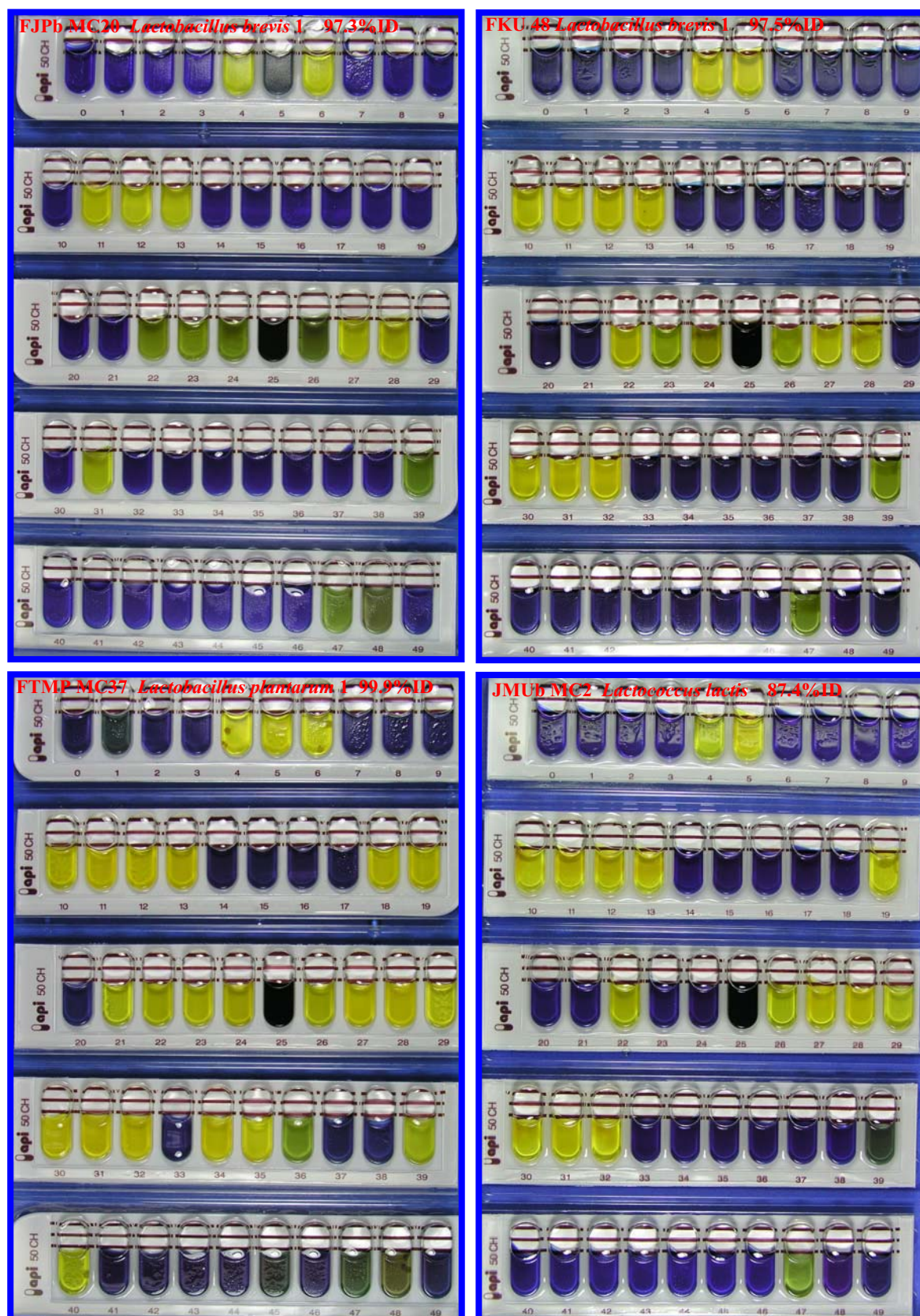
รูปที่ 5.15 ตัวอย่างรูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภครับรู้ (ย้อมสีเซลล์แบคทีเรียแบบ Gram stain และถ่ายภาพจาก Light microscope กำลังขยาย 1,000 เท่า)



รูปที่ 5.15 ตัวอย่างรูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง (ย้อมสีเซลล์แบคทีเรียแบบ Gram stain และถ่ายภาพจาก Light microscope กำลังขยาย 1,000 เท่า)



รูปที่ 5.15 ตัวอย่างรูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง (ข้อมูลเซลล์แบคทีเรียแบบ Gram stain และถ่ายภาพจาก Light microscope กำลังขยาย 1,000 เท่า)



รูปที่ 5.16 ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีตามระบบ API 50CH/CHL (bioMérieux, Inc.) ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาซั่มที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง ผลบวกสังเกตจากสีของอาหารเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ยกเว้นหลอดที่ 25 เปลี่ยนเป็นสีดำ



รูปที่ 5.16 ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติทางชีวเคมีตามระบบ API 50CH/CHL (bioMérieux, Inc.) ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสามที่ผลิตเพื่อจำหน่ายที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง ผลบวกสังเกตจากสีของอาหารเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ยกเว้นหลอดที่ 25 เปลี่ยนเป็นสีดำ

5.4 สรุป

คุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาสดอายุหมัก 3 วัน จำนวน 17 ตัวอย่าง ที่มาจาก 16 แหล่งผลิต ในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารในปลาสด พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาสดจากทั้ง 17 ตัวอย่าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.8228 ถึง 8.7202 logCFU/กรัม และเป็นโคโลนีของแบคทีเรียเป็นหลัก ซึ่งพบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในปลาสดปลาตะเพียนมีจำนวนมากกว่าที่พบในปลาสดที่ผลิตจากปลาจีนและปลานวลจันทร์ พบยีสต์และราในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทั้ง 17 ตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตทั้ง 3 ภาคดังกล่าวข้างต้น คืออยู่ในช่วง 4.3010 ถึง 8.1931 logCFU/กรัม และเป็นโคโลนีของยีสต์เป็นหลัก (ร้อยละ 95-100) ยีสต์และราที่ตรวจพบในปลาสดปลาตะเพียนโดยเฉลี่ยมีจำนวนน้อยกว่าที่พบในปลาสดที่ผลิตจากปลาจีนและปลานวลจันทร์จากผลการศึกษานี้กล่าวโดยสรุปได้ คือ ตัวอย่างปลาสดจากต่างแหล่งผลิตที่นำมาศึกษาทุกตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์และเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารของประเทศไทยซึ่งระบุจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบต้องไม่เกิน 1×10^5 CFU/กรัมของตัวอย่าง (5.0 logCFU/กรัม) ยีสต์และราต้องไม่เกิน 50 CFU/กรัมของตัวอย่าง (1.6990 logCFU/กรัม) (ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 34) แต่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนในกรณีปลาสดในประกาศฉบับมาตรฐานเลขที่ มพช. 26/2548 ไม่มีการระบุถึงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีเพียงระบุว่าจะต้องมีราปรากฏให้เห็น ซึ่งในการศึกษานี้มีปลาสดจำนวน 7 ตัวอย่าง ที่ตรวจไม่พบรา

สำหรับจุลินทรีย์ในกลุ่ม Coliform bacteria (Coliforms), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารและจุลินทรีย์ก่อโรคในปลาสดที่ได้ตรวจวิเคราะห์นั้น พบว่าปลาสด 6 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและ 1 ตัวอย่างในภาคเหนือมีค่า MPN ของ Coliforms สูงที่สุด คือ >1100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งการปนเปื้อนนี้มีความเป็นไปได้ทั้งที่มาจากวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และจากการแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์โดยผู้จำหน่ายในตลาดสด มีปลาสด 1 ตัวอย่าง ที่มีค่า MPN ของ Coliforms เท่ากับ 240 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ที่เหลืออีก 7 ตัวอย่าง มีค่า MPN ของ Coliforms อยู่ในช่วง 9 ถึง 93 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม มีปลาสด 2 ตัวอย่าง มีค่า MPN ของ Coliforms ต่ำที่สุด คือ <3 และ 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (หลอดที่เกิดแก๊ส) ไป Cross-streak บนอาหาร EMB agar พบลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นหลายลักษณะ มีทั้งโคโลนี metallic sheen โคโลนีสีดำเข้ม และโคโลนีสีชมพูเป็นเมือกเยิ้ม ทั้งนี้ได้ทดสอบโคโลนีที่มีลักษณะต่างกันในขั้น Confirmed test และ Complete test ส่วนผลการตรวจหา *E. coli* ด้วยวิธี MPN พบว่าปลาสด 5 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ มีค่า MPN ของ *E. coli* ต่ำสุด คือ <3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตัวอย่างปลาสดที่เหลือมีค่า MPN ของ *E. coli* อยู่ในช่วง 3.6 ถึง 95 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม การปนเปื้อนนี้เป็นไปได้ว่ามาจากกระบวนการผลิต และ/หรือมาจากขณะบรรจุผลิตภัณฑ์โดยผู้ขายหรือผู้ส่งขายในตลาดสด เป็นที่น่าสังเกตว่าปลาสด FIS

ที่ได้จากแหล่งผลิตในภาคกลางไม่มีห้องคลุกเคล้าวัตถุดิบ และบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นสัดส่วนแต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า MPN ทั้ง Coliforms และ *E. coli* ต่ำมาก (3 และ <3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ)

จากที่ได้วิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียที่เลือกเก็บโคโลนีจากตัวอย่างที่ให้ผลบวกด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมี พบความหลากหลายของชนิดของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms และ *E. coli* คือพบทั้ง *E. coli*, *Enterobacter* sp. (มีความเหมือนกับ *Enterobacter aerogenes* และ *Enterobacter cloacae* เมื่อเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API, bioMérieux, Inc.), *Klebsiella pneumoniae* (เป็นชนิดเด่นที่พบและมีความเหมือนกับ *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae*), *Klebsiella* sp. (มีความใกล้เคียงกับ *Klebsiella planticola*) และ *Citrobacter* sp. (มีความเหมือนกับ *Citrobacter freundii* และ *Citrobacter koseri/farmeri*) นอกจากนี้จากผลบวกในขั้นตอนที่หาค่า MPN ยังตรวจพบแบคทีเรียแกรมลบชนิดอื่นอีกคือ *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Erwinia* sp. และ *Serratia* sp.

ผลการตรวจหา *Salmonella* spp. ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสดที่หมักได้ 3 วัน ในขั้นต้นพบว่าจากตัวอย่างปลาสดทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง มีปลาสด 4 ตัวอย่าง (จากแหล่งผลิตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉยเหนือ และภาคเหนือ จำนวน 1, 2 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ) ให้ผลบวกทั้ง *Salmonella* spp. และ *S. aureus* และตัวอย่างปลาสด 6 ตัวอย่าง (4 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตภาคเหนือ และ 2 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉยเหนือ) ให้ผลบวกเฉพาะการตรวจหา *S. aureus* และได้เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่ควรเป็น *Salmonella* ที่เจริญบน XLD agar เพื่อการศึกษาในขั้นการวิเคราะห์ชนิด ซึ่งเมื่อนำโคโลนีเหล่านี้ไปทดสอบการเจริญบนอาหาร Bismuth sulfite agar พบว่าให้ผลเป็นลักษณะ Typical *Salmonella* colonies ที่มีทั้งสีน้ำตาล เทา และดำ จากนั้นได้ศึกษาเพื่อระบุชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรีย ผลที่ได้แสดงถึงแบคทีเรียชนิดเด่นที่พบเหล่านี้ไม่ใช่แบคทีเรียในสกุล *Salmonella* แต่อยู่ในกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ 5 สกุล คือ *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pantoea* และ *Proteus* ซึ่งเมื่อเทียบความเหมือนกับชนิดที่ระบุตาม API 20E Database (bioMérieux, Inc.) แล้วมีความเหมือนกับ *Enterobacter cloacae*, *Pantoea* spp. 2, *Proteus mirabilis* และอาจเป็น *Klebsiella pneumoniae* และ *Klebsiella planticola*

ผลการตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสดที่หมักได้ 3 วัน จากที่ได้เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่พบเจริญบนอาหาร Baird-Parker agar เพื่อศึกษาในขั้นวิเคราะห์ชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมี ซึ่งเมื่อนำไอโซเลทที่มีลักษณะของ *S. aureus* เมื่อเจริญบนอาหาร Baird-Parker agar ไปเลี้ยงบนอาหาร TSA เชื้อมีการเจริญที่ให้สีของโคโลนีที่แตกต่าง แต่รูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ยังคงบ่งบอกลักษณะของ *Staphylococci* และเมื่อทดสอบการสร้าง Catalase, Coagulase และสมบัติทางชีวเคมีอื่นๆ พร้อมทั้งเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API (bioMérieux, Inc.) พบว่าแบคทีเรียเด่นที่พบนี้มีหลายชนิดนอกเหนือจาก *S. aureus* คือพบทั้ง *S. caprae*, *S. haemolyticus*, *S. sciuri*, *S. xylosus* และไอโซเลทที่มีแนวโน้มเป็น *S.*

haemolyticus, *S. sciuri* และ *S. simulans* นอกจากนี้ยังพบไอโซเลตเด่น ที่แยกได้จากตัวอย่างปลาซั่มที่ผลิตจากแหล่งผลิตในภาคเหนือซึ่งจัดเป็น *Micrococcus* sp.

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจเพื่อประเมินจำนวนจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปในผลิตภัณฑ์ปลาซั่มที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกัน 17 แหล่ง กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปลาซั่มบางปัจจัย สามารถกล่าวโดยสรุปได้คือ 1) ชนิดของปลา (ปลาคะเพียนและปลาอื่นที่มีไข่ปลาคะเพียน) ให้ผลที่แตกต่างกันด้านจำนวนของแบคทีเรียเล็กดิก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา โดยปลาซั่มปลาคะเพียนตรวจพบจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า แต่มีค่าการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียกรดเล็กดิกมากกว่าที่พบในปลาซั่มที่ผลิตจากปลาจีนและปลานวลจันทร์ 2) ชนิดของข้าวที่ใช้ (ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า) ไม่ให้ผลที่แตกต่างกันด้านจำนวนของแบคทีเรียเล็กดิก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา 3) การล้างและไม่ล้างข้าวหนึ่งสัปดาห์ไม่มีผลด้านส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียเล็กดิก และยีสต์และรา และ 4) การยัดท้องและไม่ยัดท้องปลาที่หมักด้วยส่วนผสมของข้าว กระเทียม และเกลือ ไม่มีผลต่อจำนวนของแบคทีเรียเล็กดิก แต่อาจมีหรือไม่มีผลต่อชนิดเด่นของแบคทีเรียที่พบ

เมื่อประเมินด้านสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าปลาซั่ม FIS จากแหล่งผลิตในภาคกลาง มีสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์สูงสุด รองลงมาคือ ปลาซั่ม FKU และ FJPb จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตามลำดับ

การศึกษาในขั้นตอนนี้ได้ตรวจหาและวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดเล็กดิก ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมักปลาซั่ม จากตัวอย่างปลาซั่มที่ได้จากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย ซึ่งพบจำนวนแบคทีเรียเล็กดิกใกล้เคียงกันทั้งตัวอย่างปลาซั่มจากแหล่งผลิตในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คืออยู่ในช่วง 6.5966 ถึง 8.7364 และ 6.7634 ถึง 8.3617 logCFU/กรัม เมื่อตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3) ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าแบคทีเรียกรดเล็กดิกที่ตรวจพบในปลาซั่มปลาคะเพียนส่วนใหญ่มีจำนวนมากกว่าที่พบในปลาซั่มที่ผลิตจากปลาจีนและปลานวลจันทร์

จากนั้นได้ที่แยกเก็บไอโซเลตของแบคทีเรียกรดเล็กดิกจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการและให้การยอมรับ 7 อันดับแรก ได้มาจากแหล่งผลิต 6 แหล่ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ คือ FJPb จากจังหวัดเพชรบูรณ์ JPLP จากจังหวัดลำพูน FTMP จากจังหวัดพะเยา FKU จากจังหวัดขอนแก่น MYYS และ MYGYS จากจังหวัดยโสธร และปลาซั่ม JMUb จากจังหวัดอุบลราชธานี และเมื่อวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลตที่พบเด่นคือ *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus coprophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* (*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*/ *dextranicum* 2), *Pediococcus pentosaceus* และ *Pediococcus damnosus*

บทที่ 6

การศึกษาและพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาต้ม ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ

6.1 บทนำ

ปลาต้มหรือต้มปลาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตมากในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของประเทศไทย ได้จากการหมักปลาน้ำจืดสดที่ตัดแต่งทำความสะอาดแล้วกับข้าวเหนียว นึ่งหรือข้าวเจ้าสุก กระเทียม และเกลือ จากนั้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเก็บไว้ 5-7 วัน จึงจะเป็น ปลาต้มที่หมักโดยสมบูรณ์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสถานที่เก็บจนเกิดรสเปรี้ยว (สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548; Saisithi *et al.*, 1986) ปลาต้มที่ดีตามข้อกำหนดมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ ต้องมีกลิ่นรส รสชาติ เป็นไปตามธรรมชาติของปลาต้ม ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่น หืนอันไม่พึงประสงค์ ลักษณะเนื้อของปลาแน่น ไม่ยุ่ยเละ ไม่พบสิ่งแปลกปลอม รวมถึงห้ามใช้ โซเดียม/โพแทสเซียมไนไตรท์ โซเดียม/โพแทสเซียมไนเตรท โซเดียมบอเรต (บอแรกซ์) ฟอสเฟต และสี ปลาต้มต้องมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.0-6.0 ในส่วนของจุลินทรีย์กำหนดไว้ว่าต้องไม่พบ ซาลโมเนลลา (*Salmonella*) ในตัวอย่าง 25 กรัม ไม่พบคลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจน (*Clostridium perfringens*) ในตัวอย่าง 0.1 กรัม อีโคไล (*E. coli*) ด้วยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 10 ในตัวอย่าง 1 กรัม และต้องปราศจากพยาธิในตัวอย่างปลาต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

การหมักปลาต้มโดยใช้จุลินทรีย์ตามธรรมชาติมักให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ (Valyasevi and Rolle, 2002) และจากการตรวจวิเคราะห์ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่น พบว่าผลิตภัณฑ์แหนมและปลาต้ม มียีสต์และพบอีโคไลเกินมาตรฐาน และพบซาลโมเนลลาร้อยละ 66.7 (6 ใน 9) (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์, 2547) เนื่องจากการหมักโดยใช้จุลินทรีย์ตามธรรมชาติไม่มีการควบคุมชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักแต่ละครั้ง (รุ่น) ของการผลิต และไม่มี การควบคุมปัจจัยภายนอกโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิระหว่างการหมัก จากที่มีรายงานการวิจัยระบุถึง ปัญหาที่พบ คือ น้ำที่ออกมาจากปลาต้มขุน มีฟองมาก กลิ่นเหม็น เนื้อปลายุ่ย และข้าวมีกลิ่นบูด ซึ่งอาจ เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนกับวัตถุดิบ และระหว่างกระบวนการผลิตในแต่ละรุ่นของ การผลิตและเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่เหมาะสมแก่การผลิตปลาต้ม หรือจุลินทรีย์ชนิดที่เป็นอันตรายต่อ สุขภาพของผู้บริโภค มีผลต่อความปลอดภัยของอาหารประเภทนี้อีก ปัญหาเหล่านี้ทำให้เกิด ความสูญเสียด้านเศรษฐกิจและเป็นอุปสรรคในการขยายกำลังการผลิตปลาต้ม นอกจากนี้ปลาต้มยังเป็นสินค้าที่มีอายุการเก็บสั้น ทำให้การขยายตลาดเป็นไปได้ค่อนข้างช้า รวมถึงข้อมูลการศึกษาด้าน องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางด้านกายภาพ และประสาทสัมผัสของปลาต้มที่ผลิตได้จากหลาย ๆ

แหล่งในประเทศไทย ยังมีการรายงานไว้น้อย ข้อมูลด้านคุณภาพทางจุลชีววิทยามีความสำคัญที่สามารถช่วยด้านกระบวนการผลิตปลาฝักที่ควบคุมได้ และความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่เป็นอันตรายในระหว่างการผลิต ข้อมูลดังกล่าวมีความจำเป็นมาก ในการนำมาใช้อ้างอิงเพื่อพัฒนาปลาฝักให้ได้คุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

จากการศึกษาของโครงการวิจัยนี้ในช่วงแรกของการดำเนินงานได้ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ประสาทสัมผัส และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาฝักจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในจังหวัดต่างๆ ในเขตภาคกลาง (ลพบุรีและสิงห์บุรี) ภาคตะวันออกเฉยเหนือ (ขอนแก่น ยโสธร อุบลราชธานี และนครราชสีมา) และภาคเหนือ (พะเยา เพชรบูรณ์ และลำพูน) ของประเทศไทยทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง พบว่าการหมักเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาฝักที่อาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์จากธรรมชาติที่เป็น Microflora strains กับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตปลาฝักนั้น จุลินทรีย์ดังกล่าวมีความผันแปรทั้งชนิดและปริมาณในแต่ละรุ่นของการผลิตปลาฝัก ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงที่ได้

ดังนั้นการศึกษาในช่วงนี้ของโครงการจึงมุ่งเน้นการผลิตปลาฝักที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ มีคุณภาพคงที่ในแต่ละรุ่นของการผลิต และไม่มี การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคหรือสารพิษจากจุลินทรีย์ สามารถรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาฝักทั้งที่อยู่ในสภาพหมักและในระหว่างการเก็บรักษา โดยใช้สูตรส่วนผสม ขั้นตอนการผลิต และใช้กล้าเชื้อที่คัดเลือกสายพันธุ์เฉพาะสำหรับกระบวนการหมัก

6.2 ระเบียบวิธีวิจัย

6.2.1 การศึกษาและพัฒนาสูตรส่วนผสมและวัตถุดิบสำหรับกระบวนการหมักปลา

6.2.1.1 การศึกษาและพัฒนาสูตรส่วนผสมและกรรมวิธีการหมักปลาจากปลาตะเพียน

ก. การทดลองหมักปลาในห้องปฏิบัติการและติดตามจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก

จากที่ได้เยี่ยมชมสถานที่ผลิตปลาและสอบถามข้อมูลการผลิตจากผู้ผลิตเท่าที่ผู้ผลิตสามารถเปิดเผยได้ พร้อมเก็บตัวอย่างปลาทั้งจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย จำนวน 17 ตัวอย่างจาก 16 แหล่งผลิตในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉยเหนือ และภาคเหนือ และวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ ประสาทสัมผัส และจุลชีววิทยาของตัวอย่างปลา ได้นำผลการศึกษามาใช้ในการวางแผนการทดลองหมักปลาในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลามีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) การทดลองหมักปลาโดยอาศัยข้อมูลจากที่ได้ศึกษาตัวอย่างปลาจากแหล่งผลิตที่เป็นการค้า

ทดลองหมักปลาในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ปลาตะเพียนขาวและใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบในการหมักแตกต่างกัน 4 สูตร (ตารางที่ 6.1) โดยควบคุมวัตถุดิบด้วยการสั่งซื้อปลาสดจากร้านค้าปลาสดในจังหวัดนครราชสีมา และบรรจุปลาในถังเก็บความเย็นที่บรรจุน้ำแข็งเกล็ดตลอดระยะเวลาขนส่งจากร้านค้าถึงห้องปฏิบัติการ (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที) และใช้น้ำแข็งเกล็ดช่วยให้ความเย็นตลอดเวลาทำความสะอาดและตัดแต่งเนื้อปลาสดเพื่อเตรียมหมักปลา และจากข้อมูลที่ได้รับจากผู้ผลิตทุกรายที่คณะผู้วิจัยได้มีโอกาสสอบถามและเยี่ยมชมสถานที่ผลิต ระบุว่าปลาที่ดีที่สุดสำหรับการบริโภคคืออายุหมัก 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นควรหรือต้องเก็บในตู้เย็นหรือตู้แช่ ดังนั้นจึงเริ่มหมักปลาที่อุณหภูมิห้อง และตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีอายุหมัก 3 วัน เป็นหลัก

ตารางที่ 6.1 ส่วนผสมของวัตถุดิบเพื่อหมักให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาจากปลาตะเพียนที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ

ส่วนผสมของวัตถุดิบ	ปริมาณส่วนผสม (กิโลกรัม)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ปลาตะเพียนสด	10	10	10	10
เกลือสมุทรที่เป็นผลึกและนำมาบดให้เป็นเกลือป่น	1	2	1	2
กระเทียมชนิดกลีบใหญ่	1	1	1	1
ข้าวเจ้า (ข้าวพันธุ์เสาไห้ และเป็นข้าวเก่า) หุงสุกและล้างน้ำ	2	2	0	0
ข้าวเหนียว (ข้าวเหนียวเก่า) นึ่งสุกและล้างน้ำ	0	0	2	2

โดยมีขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบดังนี้

- 1) นำปลาตะเพียนสดล้างจากร้านค้าปลาในตลาดย่านโม อำเภอมือง จังหวัดนครราชสีมา มาแยกเกล็ดและระบบทางเดินอาหารทั้งหมดออกจากตัวปลา
- 2) ล้างปลาที่เตรียมได้ด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง
- 3) บั้งปลาตามแนวขวางของตัวปลา 4-5 รอย
- 4) ล้างปลาด้วยน้ำแป้งอีกครั้ง โดยเตรียมน้ำแป้งจากการผสมแป้งข้าวเจ้า 300 กรัม ในน้ำสะอาด 20 ลิตร
- 5) เตรียมส่วนผสมเพื่อคลุกเคล้ากับปลา
 - 5.1) ข้าวสุกทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยให้ได้ข้าวสุกที่ยังคงเป็นเมล็ดที่ไม่เละและล้างข้าวสุกด้วยน้ำสะอาด
 - 5.2) บดผลึกเกลือโดยตำด้วยครกหิน
 - 5.3) แยกเปลือกกระเทียมออก ใช้เฉพาะเนื้อกลีบกระเทียม และตำให้กลีบกระเทียมแตกอย่างหยาบในครกหิน
- 6) สำหรับการหมักปลาสามโดยใช้ส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 3 ที่ใช้เกลือป่น 1 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม นั้นคลุกเคล้าปลากับเกลือ โดยนวดตัวปลากับเกลือจนสัมผัสกันทั่วถึง แล้วผสมกับกระเทียมและข้าวตามส่วนผสมตารางที่ 6.1
- 7) สำหรับการหมักปลาสามโดยใช้ส่วนผสมสูตรที่ 2 และ 4 ที่ใช้เกลือป่น 2 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม หมักปลากับเกลือ โดยนวดตัวปลากับเกลือจนสัมผัสกันทั่วถึง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างเกลือออก จากนั้นเตรียมส่วนผสมโดยใช้เกลือป่น 100 กรัม คลุกเคล้ากับปลา แล้วจึงผสมกับกระเทียมและข้าวตามส่วนผสมตารางที่ 6.1
- 8) ยัดส่วนผสมที่มีทั้งเกลือ กระเทียม และข้าวสุกลงในท้องปลา แล้วบรรจุปลาที่เตรียมได้ในถุงพลาสติกทนร้อน ถุงละ 2 ตัว (น้ำหนักรวม 500 กรัม) รีดอากาศออกจากถุงและรัดปากถุงให้แน่นด้วยยางรัด หลังจากนั้นบรรจุถุงปลาพร้อมกันในถังพลาสติกขนาด 10 แกลลอน (ประมาณ 35 ลิตร)
- 9) กดทับถุงบรรจุปลาด้วยน้ำหนักน้ำประมาณ 5 กิโลกรัม
- 10) ปิดฝาถังให้สนิท และหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน
- 11) เก็บตัวอย่างปลาหมักครั้งละ 2 ถุงบรรจุ ในวันที่ 0, 1, 2 และ 3 วัน ของการหมัก
- 12) วิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนของแบคทีเรียกรดแล็กติก (เลือกเก็บโคโลนีที่พบเด่นเพื่อการระบุชนิด) ตามวิธีการที่ระบุในข้อ 5.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ตามวิธีการที่ระบุในข้อ 4.2.1 และได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณ ด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 5 คน บันทึกผลในภาพรวมของการประเมินเพื่อประกอบการพิจารณาเลือกสูตรของส่วนผสม เพื่อหมักปลาสามต่อไป

2) การทดลองหมักปลาสดโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

จากผลที่ได้จากการทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการครั้งแรก (ข้อ 1) ที่อาศัยข้อมูลจากที่ได้ศึกษาปลาสดจากแหล่งผลิตที่เป็นการค้า ได้นำมาปรับใช้ทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการอีกครั้ง โดยใช้ปลาตะเพียนและขั้นตอนต่าง ๆ ในการเตรียมวัตถุดิบและส่วนผสมเช่นเดียวกับการทดลองหมักปลาสดในข้อ 1 ของ 6.2.1.1 โดยหมักเป็นเวลา 7 วัน เก็บตัวอย่างปลาหมักในวันที่ 0, 3 และ 7 วัน มาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียกรดแล็กติกโดยวิธีการเช่นเดียวกับที่ระบุในข้อ 6.2.1.1 ค. สำหรับตัวอย่างปลาหมักอายุ 3 และ 7 วัน วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 5 คน เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกสูตรของส่วนผสมเพื่อหมักปลาสดต่อไป

ข. การปรับสูตรส่วนผสมเพื่อใช้ในการทดลองผลิตปลาสดพร้อมรับประทาน

นำผลสรุปจากการเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสดที่มีชื่อเสียง และผลสรุปจากการทดลองหมักปลาสดโดยใช้ปลาตะเพียนในห้องปฏิบัติการ มาใช้ปรับสูตรส่วนผสมเพื่อทดลองผลิตปลาสดตามขั้นตอนดังนี้

1) การทดลองปรับสูตรส่วนผสมครั้งที่ 1

1.1) การวางแผนสูตรส่วนผสม

วางแผนสูตรส่วนผสมจากผลการศึกษาค้นคว้าที่ได้ดำเนินการแล้วของโครงการนี้

1.2) การเตรียมปลาตะเพียน

นำปลาตะเพียนขาว (*Puntius gonionotus*) จำนวน 2 กิโลกรัม มาขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัว ล้างน้ำให้สะอาด 3 ครั้ง บั้งปลาตามแนวขวางของตัวปลา 4 – 5 รอย ล้างปลาอีกครั้งด้วยน้ำแบ่งข้าวเจ้าที่ได้จากการผสมแบ่งข้าวเจ้าชนิดไม่เหนียว (ตราช้างสามเศียร, บริษัทโรงเส้นหมี่ขอเฮง จำกัด, ประเทศไทย) ในอัตราส่วน แบ่ง : น้ำสะอาด เป็น 300 กรัม : 20 ลิตร

1.3) การหมักปลาสด

นำปลาที่เตรียมในข้อ 1.2) มาเคล้าปลากับเกลือเม็ด หรือ เกลืออนาณัม (ตรา 3 หอคอย, บริษัทรวมพานิช, ประเทศไทย) กระเทียม และข้าวเจ้าสุกที่ผ่านการล้างน้ำแล้ว ตามสูตรที่วางแผนเมื่อได้ผลการศึกษามาข้อ 6.2.1.1 ก. แล้ว แล้วจึงยัดท้องปลาด้วยข้าวและกระเทียม จากนั้นบรรจุปลาลงในถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น เก็บใส่ถังพลาสติกขนาด 10 แกลลอน กดทับถุงปลาด้วยน้ำบรรจุถุงพลาสติกหนัก 1 กิโลกรัม แล้วปิดฝาถังให้สนิท ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ได้ปลาสดเพื่อใช้ทดลองในขั้นตอนต่อไป

1.4) การทอดปลาสาม

นำปลาสามที่ได้จากข้อ 1.3) ทอดในน้ำมันปลาสาม (บริษัททรคอินดัสตรี จำกัด (มหาชน) , ประเทศไทย) ด้วยกระทะไฟฟ้า (Toshiba HGM-9WD (L) A, บริษัทโตชิบา ไทยแลนด์ จำกัด, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ทำการพลิกกลับด้านของปลาเมื่อทอดนาน 8 และ 16 นาที โดยให้ระดับน้ำมันท่วมตัวปลา จากนั้นนำปลาสามทอดขึ้นสะเด็ดน้ำมันโดยการใช้กระดาษซับน้ำมัน จนกระทั่งปลาสามทอดมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 12 -15 นาที แล้วรอการทดสอบขั้นตอนต่อไป

1.5) การทดสอบชิม

ทำการทดสอบชิมโดยคณะผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง แบบ Hedonic scaling test เพื่อประเมินคุณภาพปลาสามทอดในด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น (กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นอื่นๆ) ความแน่นเนื้อ ความเค็ม โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 13 คน บันทึกผลในภาพรวมของการประเมินดังกล่าว และหาข้อสรุปเพื่อคัดเลือกสูตรการหมักปลาสามสำหรับการใช้ในการศึกษาทดลองขั้นตอนต่อไป

2) การทดลองปรับปรุงสูตรส่วนผสมครั้งที่ 2

วางแผนปรับปรุงเตรียมปลาตะเพียน หมัก และทอด เช่นเดียวกับ ข้อ 1)

จากนั้นทดสอบชิมโดยคณะผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง แบบ Hedonic scaling test เพื่อประเมินคุณภาพปลาสามทอดในด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น (กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นอื่นๆ) ความแน่นเนื้อ ความเค็ม โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 13 คน บันทึกผลในภาพรวมของการประเมินดังกล่าว และหาข้อสรุปเพื่อคัดเลือกสูตรการหมักปลาสามสำหรับการใช้ในการศึกษาทดลองขั้นตอนต่อไป

ค. การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักปลาสามในห้องปฏิบัติการ

วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable counts หรือ Aerobic plate counts) และกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria) ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสามที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ โดยดำเนินการตามวิธีที่ระบุใน AOAC (1990), Tanasupawat and Komagata (1995) และ Tanasupawat *et al.* (2002) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การเก็บและเตรียมตัวอย่างปลาสามเพื่อวิเคราะห์หาจุลินทรีย์

เก็บตัวอย่างปลาสามที่หมักมาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์โดยใช้หลักการทำงานเหมือนกับที่ระบุโดย The International Committee of Microbiological Specification for Foods (ICMSF) (1986) นำตัวอย่างปลาสามจำนวน 4 ตัว น้ำหนักตัวละ 250 กรัม โดยประมาณ สุ่มตัดชิ้นเนื้อปลาทุกตัวหรือทุกชิ้นตัวละหรือชิ้นละ 12.5 กรัม รวมเป็น 50 กรัม (ตาม AOAC (1990) ข้อ 966.23) โดยสุ่มเก็บจากส่วนหัว ส่วนท้อง ส่วนสัน ส่วนหาง และกลางตัว ทั้ง 2 ด้านของตัวปลาแต่ละตัวที่มีทั้งข้าวเหนียวหรือข้าวสุก

และกระเทียมป่นอยู่ด้วย นำตัวอย่างปลาสดที่เตรียมได้ มาผสมให้เข้ากันกับสารละลาย Bufferfield's buffered phosphate diluent ปลอดเชื้อ (ภาคผนวก ข1.2) ปริมาตร 450 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Stomacher (Seward Medical, London, U.K.) นำตัวอย่างที่ผสมกันดีแล้วไปตรวจหาจุลินทรีย์

2) การวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ในตัวอย่างปลาสด

2.1) จุลินทรีย์ทั้งหมด

นำตัวอย่างปลาสดที่ได้จากการเตรียมในข้อ ค จากข้อ 1) ข้างต้น มาเจือจางแบบ Serial dilution ด้วย Bufferfield's buffered phosphate diluent ตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Standard plate count และใช้เทคนิค Spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA; ภาคผนวก ข2.13) ทำการทดลองสองซ้ำ บ่มให้จุลินทรีย์เจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน ตรวจนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายใน 24-48 ชั่วโมง บันทึกผล หาค่าเฉลี่ยและค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (logCFU/กรัม)

2.2) แบคทีเรียกรดแล็กติก

เจือจางตัวอย่างปลาสดและใช้วิธีการตรวจหาแบคทีเรียกรดแล็กติกเช่นเดียวกับการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดแต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ ดังต่อไปนี้ คือ MRS agar (ภาคผนวก ข2.11) ROGOSA agar (ภาคผนวก ข2.14) MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 , MRS agar ที่เติม 10% NaCl และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 และ 10% NaCl ทำการทดลองสองซ้ำ บ่มให้แบคทีเรียเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อข้างต้นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในสภาพไร้ออกซิเจน ใน Anaerobic chamber (Sheldon Manufacturing, Inc.) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ยกเว้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติม 10% NaCl ที่บ่มเป็นเวลา 7-14 วัน นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นทั้งหมด บันทึกผล หาค่าเฉลี่ยและค่าจำนวนแบคทีเรีย (CFU/กรัม) เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบเด่นและมีลักษณะแตกต่างกันเพื่อวิเคราะห์ชนิดต่อไป

3) การวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นแยกได้จากปลาสดที่หมักใน

ห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากปลาสดที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการนี้ ดำเนินการตามวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่ผลิตเป็นการค้า (ข้อ 5.2.5)

ง. การวิเคราะห์คุณภาพของปลาสดที่ทดลองหมัก

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของปลาสดที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ

คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสดที่วิเคราะห์ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH Meter (S20 SevenEasy™, Mettler Toledo International Inc, Switzerland) ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ปริมาณเกลือและปริมาณความชื้นด้วยวิธีเดียวกับที่ระบุในข้อ 4.2.1

2) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในภาพรวมของปลาต้มทอด

โดยทำให้ปลาต้มสุกด้วยการทอดในน้ำมันตามวิธีการในข้อ 3.1.3 แล้วประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในภาพรวมด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น (กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นอื่นๆ) ความแน่นเนื้อ ความเค็ม และการยอมรับเพื่อบริโภคปลาต้มทอด โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 5 คน บันทึกผลในภาพรวมของการประเมิน

6.2.1.2 การทดลองหมักปลาต้มโดยใช้ปลาน้ำจืดต่างชนิด

นำผลสรุปจากการทดลองปรับสูตรเพื่อใช้ในการผลิตปลาต้มพร้อมรับประทาน (ข้อ 6.2.1.1) มาประเมินเพื่อเลือกส่วนผสมที่ใช้ในการหมักที่มีแนวโน้มจะได้ปลาต้มที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด และทดลองใช้หมักปลาน้ำจืด 5 ชนิด ซึ่งตามที่ได้วางแผนการดำเนินงานไว้จะใช้ปลาตะเพียน ปลาดุก ปลาช่อนเทศ ปลานิล และปลาสวาย แต่เมื่อทำการทดลองไม่สามารถจัดซื้อปลาช่อนเทศได้ จึงเลือกปลานวลจันทร์แทนปลาช่อนเทศ ซึ่งปลานวลจันทร์เป็นปลาอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาหมักปลาต้มของแหล่งผลิตในภาคเหนือ สำหรับวิธีการเตรียมวัตถุดิบและส่วนผสมในการหมักปลาต้มครั้งนี้ก็เช่นเดียวกับที่ระบุในข้อ 6.2.1.1ข. โดยนำปลาสดแต่ละชนิดจำนวน 30 กิโลกรัม มาขอดเกล็ด ค้างไว้ ตัดหัว ล้างน้ำให้สะอาด 3 ครั้ง กรดปลาตะเพียน ปลาดุก และปลานิล มีการบั้งตามแนวขวางของตัวปลา 4-5 รอย และสำหรับปลานวลจันทร์และปลาสวายซึ่งตัวปลามีขนาดใหญ่และยาว มีการบั้งและตัดตัวปลาเป็นชิ้นยาวประมาณ 7 เซนติเมตร ล้างปลาอีกครั้งด้วยน้ำแข็งที่ได้จากการผสมแป้งข้าวเจ้า (แป้งข้าวเจ้าชนิดโม่น้ำ บริษัทโรงเส้นหมี่ช่อเฮง จำกัด, ประเทศไทย) 300 กรัม ในน้ำสะอาด 20 ลิตร จากนั้นเคล้าปลากับเกลือ และส่วนผสมอื่นตามผลสรุปจากการทดลองหมักปลาต้มเพื่อปรับสูตรส่วนผสมมายัดท้องปลาด้วยส่วนผสมข้าวและกระเทียม จากนั้นบรรจุลงในถุงพลาสติก (น้ำหนัก 500 กรัมต่อถุง) รัดปากถุงให้แน่น บรรจุถุงปลาในถังพลาสติกขนาด 10 แกลลอน (ประมาณ 35 ลิตร) กดทับถุงปลาด้วยน้ำบรรจุถุงพลาสติกหนัก 5 กิโลกรัม แล้วปิดฝาถังให้สนิท หมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เก็บตัวอย่างปลาหมักทุกวันๆ ตลอดระยะเวลา 5 วันของการหมัก มาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างการหมัก (จุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียกรดแล็กติกพร้อมทั้งเลือกเก็บโคโลนีที่พบเด่นเพื่อการระบุชนิดตามวิธีการเช่นเดียวกับที่ระบุในข้อ 6.2.1.1 ค. และตรวจหายีสต์และราโดยเจือจางตัวอย่างปลาต้มและใช้วิธีการตรวจหายีสต์และราเช่นเดียวกับการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt yeast extract agar (MYA; ภาคผนวก ข2.8) ทำการทดลองสองซ้ำ และบ่มให้ยีสต์และราเจริญที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน เป็นเวลา 3-5 วัน นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นทั้งหมด และแยกนับราและยีสต์ตามลักษณะโคโลนี บันทึกผล หาค่าเฉลี่ยและค่า CFU/กรัม) รวมทั้งหาค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณเกลือ และปริมาณความชื้น และเตรียมปลาต้มทอดสำหรับตัวอย่างปลาหมักอายุ 2-5 วัน แล้วประเมินคุณภาพทาง

ประสาทสัมผัสโดยประเมินด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น (กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นอื่นๆ) ความแน่น เนื้อ ความเต็ม โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 13 คน

6.2.1.3 การศึกษาสถานะที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักปลาสาม

นำผลสรุปจากการทดลองหมักปลาสามโดยใช้ปลาตะเพียนขาวในห้องปฏิบัติการและผลสรุปจากการทดลองหมักปลาสามเพื่อปรับสูตรส่วนผสม มาใช้ในการทดลองหมักปลาสามเพื่อศึกษาอุณหภูมิและระยะหมักที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปลาสามดังนี้

1) การเตรียมวัตถุดิบและการหมักปลาสาม

นำปลาสดที่ผ่านการเตรียมสำหรับการผลิตปลาสาม (ตามข้อ 1.1) มาคลุกเคล้ากับเกลือตามสูตรส่วนผสม บิบนวดปลาจนปลาเริ่มแข็ง จากนั้นนำส่วนผสมที่ประกอบด้วย ข้าวสุก กระเทียม โขลก และเกลืออนามัยใส่ในท้องปลาที่เตรียมไว้พร้อมทั้งคลุกเคล้าให้ทั่วตัวปลา บรรจุปลาลงในถุงพลาสติก ริดอากาศในถุงปลาให้ช่องว่างของอากาศเหลือน้อยที่สุด มัดปากถุงให้แน่น จากนั้นบรรจุถุงปลาถึง กดทับถุงปลาด้วยวัตถุหนัก ปิดฝาถังให้สนิท นำไปไว้ในตู้อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 132 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างปลาหมักทุก 12 ชั่วโมงๆ ละ 2 ถุงบรรจุ ตลอดระยะเวลา 132 ชั่วโมงของการหมัก มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างการหมัก

2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสาม

วิเคราะห์คุณภาพองค์ประกอบทางเคมีของปลาสามที่ได้จากการทดลองหมักปลาสามที่อุณหภูมิหมัก 25 และ 30 องศาเซลเซียส ทุกระยะการหมัก 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 132 ชั่วโมง ซึ่งคุณภาพทางเคมีที่ทำการตรวจวิเคราะห์ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH Meter (S20 SevenEasy™, Mettler Toledo International Inc, Switzerland) ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ปริมาณเกลือและปริมาณความชื้นดังวิธีการที่ระบุไว้ในข้อ 4.2.1

3) การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักปลาสาม

ตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักปลาสามในห้องปฏิบัติการ ในกลุ่มจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก ตามวิธีการเช่นเดียวกับที่ระบุในข้อ 6.2.1.1 โดยเก็บตัวอย่างปลาหมักทุก ๆ 12 ชั่วโมง ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ 132 ของการหมัก

6.2.2 การพัฒนาสูตรกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกสำหรับกระบวนการหมักปลาสาม

6.2.2.1 การพัฒนาสูตรกล้าเชื้อเดียวสำหรับการหมักปลาสาม

นำผลที่ได้จากการศึกษาตัวอย่างปลาสามจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงจากภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 17 ตัวอย่าง (บทที่ 5) และจากการศึกษาและพัฒนาสูตรส่วนผสมและวัตถุดิบสำหรับการหมักปลาสามที่ได้ทดลองในห้องปฏิบัติการ (ข้อ 6.2.1) มาประเมินเพื่อทดลองพัฒนาสูตรกล้าเชื้อ ในขั้นตอนนี้ได้เริ่มใช้เชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิด

เด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงในรูปของกล้าเชื้อเดี่ยวไม่น้อยกว่า 20 สายพันธุ์ และทดลองหมักปลาสดจากปลาตะเพียนตามวิธีการดังนี้

1) การเตรียมกล้าเชื้อ

เตรียมเชื้อเริ่มต้นของแบคทีเรียกรดแลคติกที่คัดเลือก โดยเลี้ยงใน MRS broth (ภาคผนวก ข.2.11) (ที่อาจเติมหรือไม่เติมแคลเซียมคาร์บอเนต ตามความต้องการของกล้าเชื้อที่คัดเลือกมาศึกษา) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มให้แบคทีเรียเจริญเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในสภาพไร้ออกซิเจน ใน Anaerobic chamber (SHEL LAB) จากนั้นถ่ายเชื้อลงใน MRS broth ปริมาตร 100 มิลลิลิตร บ่มไว้ใน Anaerobic chamber ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปั่นแยกเซลล์ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (Kendro Laboratory Products Newtown, Connecticut, U.S.A.) ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ล้างเซลล์ 1 ครั้ง ด้วยสารละลายปลอดเชื้อเกลียวโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 โดยปริมาตร และปรับปริมาณเซลล์ของแบคทีเรียกล้าเชื้อให้ได้ความเข้มข้นของกล้าเชื้อเริ่มต้น 10^7 CFU/มิลลิลิตร ด้วยสารละลายชนิดเดิม ใช้ปริมาณกล้าเชื้อ (Inoculum size) ร้อยละ 5 ของปริมาตรของกล้าเชื้อต่อน้ำหนักของปลาสด จากนั้นปั่นแยกกล้าเชื้ออีกครั้งด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่สภาวะดังกล่าวข้างต้น ใช้เฉพาะตะกอนกล้าเชื้อที่ได้มาผสมกับส่วนผสมและคลุกเคล้ากับปลาสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับหมักปลาสดตามวิธีการที่ระบุในข้อต่อไป

2) การเตรียมวัตถุดิบและการหมักปลาสด

นำปลาตะเพียนขาวที่เตรียมจากข้อ 6.2.1.1 มาเคล้ากับเกลียวในสัดส่วน (ร้อยละ 73 และ 2.55 ตามลำดับ) บีบขนาดปลาจนปลาเริ่มแข็ง จากนั้นนำส่วนผสมที่ประกอบด้วย ข้าวสุก : กระเทียม : โขลก : เกลืออนามัย ในอัตราส่วน 14.60 : 7.30 : 2.55 เมื่อเทียบเป็นร้อยละของปลาและส่วนผสม และผสมกล้าเชื้อเดี่ยวในปริมาณตามข้อข้างต้น มาใส่เข้าไปในท้องปลาที่เตรียมไว้แล้ว พร้อมทั้งคลุกเคล้าให้ทั่วตัวปลา บรรจุปลาลงในถุงพลาสติกถุงละ 2 ตัวๆ ละ 250 กรัม รีดอากาศในถุงปลาให้ช่องว่างของอากาศเหลือน้อยที่สุด เพื่อให้การหมักปลาใกล้เคียงกับสภาพไร้ออกซิเจน และมัดปากถุงให้แน่น จากนั้นเก็บใส่ถังพลาสติกขนาด 10 แกลลอน กดทับถุงปลาด้วยน้ำบรรจุถุงพลาสติกหนัก 5 กิโลกรัม ปิดฝาถังให้สนิท ทำการหมักปลาไว้ที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน โดยทำการตรวจวิเคราะห์ผลในวันที่ 0, 3, 4 และ 5 วันของการหมัก

3) การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสด

ก. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของปลาสด

คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสดที่วิเคราะห์ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH Meter (S20 SevenEasy™, Mettler Toledo International Inc, Switzerland) ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ปริมาณเกลือและปริมาณความชื้นด้วยวิธีการที่ระบุไว้ในข้อ 4.2.1

ข. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างปลาสดที่หมักด้วยกล้าเชื้อเดี่ยว โดยทำให้ปลาสดสุกด้วยการทอดในน้ำมันตามวิธีการในข้อ 3.1.3 สำหรับตัวอย่างปลาหมักอายุ 2-5 วัน แล้วประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในภาพรวมด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น (กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นอื่นๆ) ความแน่นเนื้อ ความเค็ม และการยอมรับเพื่อบริโภคปลาสดทอด โดยผู้ประเมินอาสาสมัคร จำนวน 12 คน บันทึกผลในภาพรวมของการประเมิน

4) การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักปลาสด

ตรวจหาจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการในกลุ่ม จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก โดยดำเนินการตามวิธีที่ระบุใน AOAC (1990), AOAC International (1998 และ 2000), Tanasupawat and Komagata (1995) และ Tanasupawat *et al.* (2002) ตามวิธีเดียวกับที่ระบุในข้อ 6.2.1.1ค.

6.2.2.2 การพัฒนาสูตรกล้าเชื้อผสมสำหรับการหมักปลาสด

นำผลสรุปจากการหมักปลาสดด้วยกล้าเชื้อเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่น อย่างน้อย 28 ไอโซเลท (สายพันธุ์) มาประเมินและคัดเลือก เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในกระบวนการหมัก ปลาสดในรูปของกล้าเชื้อผสมตั้งแต่ 2 ถึง 4 สายพันธุ์ ที่แตกต่าง อย่างน้อย 4 สูตร โดยมีการเตรียมกล้า เชื้อ การเตรียมวัตถุดิบและการหมักปลาสด การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ และการตรวจหา จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักปลาสดตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อ 6.2.2.1 และมีการประเมิน คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกและคัดเลือก เพื่อให้ได้ข้อมูลทางประสาทสัมผัส ในด้านต่าง ๆ ของปลาสดดิบและปลาสดทอดด้วยวิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) และใช้ วิธีการเตรียมตัวอย่างทั้งปลาสดดิบ และปลาสดทอดด้วยวิธีการที่ระบุไว้ในข้อ 4.2.2 จากนั้นนำข้อมูลที่ ได้มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ของข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ ทางสถิติ SAS

ในการพัฒนาสูตรกล้าเชื้อผสมสำหรับการหมักปลาสดนี้ได้ตรวจหาการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสดในกลุ่ม Coliforms, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* และเลือกเก็บไอโซเลทของแบคทีเรียที่ให้ผลบวกใน การทดสอบขั้นต้นเพื่อวิเคราะห์ชนิด การศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้วิธีการเช่นเดียวกับที่ระบุในบทที่ 5 ข้อ 5.2.3 และ 5.2.4 ตามลำดับ

6.3 ผลการทดลอง

6.3.1 การศึกษาและพัฒนาสูตรส่วนผสมและวัตถุดิบสำหรับกระบวนการหมักปลาสาม

6.3.1.1 การพัฒนาสูตรส่วนผสมและกรรมวิธีการหมักปลาสาม

ก. การทดลองหมักปลาสามในห้องปฏิบัติการและติดตามจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก

ทดลองหมักปลาสามโดยใช้ปลาตะเพียนขาวในห้องปฏิบัติการและติดตามจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักดังนี้

1) การทดลองหมักปลาสามโดยอาศัยข้อมูลจากที่ได้ศึกษาตัวอย่างปลาสามจากแหล่งผลิตที่เป็นการค้า

จากการประมวลผลที่ได้จากการศึกษาปลาสามจากแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียง ได้ทดลองหมักปลาสามในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาตะเพียนขาวและใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบ ในการหมักแตกต่างกัน 4 สูตร (ตารางที่ 6.1) ที่มีชื่อแตกต่างกันหลัก ๆ คือ ส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 3 ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 1 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และข้าวเจ้าหุงสุกที่ผ่านการล้างน้ำ ส่วนผสมสูตรที่ 2 และ 4 ที่ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 2 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม โดยหมักปลากับเกลือไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างเกลือออกก่อน จากนั้นเตรียมส่วนผสมที่ใช้เกลือป่นอีก 100 กรัม และใช้ข้าวเหนียวหนึ่งสุกที่ผ่านการล้างน้ำ โดยหมักปลาทุกสูตรที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เก็บตัวอย่างปลาหมักเมื่อหมักได้ 0, 1, 2 และ 3 วัน มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ประกอบด้วยจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนของแบคทีเรียกรดแล็กติก พร้อมทั้งได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นของตัวอย่างปลาหมักอายุ 3 วัน โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 5 คน เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกสูตรของส่วนผสมเพื่อใช้ทดลองหมักปลาสามต่อไป

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสามด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด (ตารางที่ 6.3) พบว่าการหมักสูตรที่ 1, 2 และ 4 ให้ปลาสามที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 4.79-4.98 ซึ่งต่ำกว่าสูตรที่ 3 (5.44) และอยู่ในช่วงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาสามมาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) คือ มีการกำหนดค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.0-6.0 เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมด พบว่าการหมักโดยใช้สูตรที่ 1 ให้ปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าสูตรที่ 4, 2 และ 3 โดยมีค่าร้อยละ 0.73, 0.68, 0.66 และ 0.24 โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งปริมาณกรดทั้งหมดที่สูงกว่าน่าจะมีผลในการถนอมอาหารได้ดีกว่าปริมาณกรดต่ำ

ตารางที่ 6.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกของผลิตภัณฑ์ปลาหมักจากปลาตะเพียนที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 3 วัน (การหมักโดยอาศัยข้อมูลที่ได้ศึกษาตัวอย่างปลาหมักจากแหล่งผลิตที่เป็นการค้า)

สูตรการหมัก*	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (%)
1	4.98	0.73
2	4.90	0.66
3	5.44	0.24
4	4.79	0.68

* สูตรการหมักตามข้อมูลที่ระบุในตารางที่ 6.1

การวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในปลาหมักทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 6.1) พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในปลาหมักที่ผลิตด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบต่างสูตรกันทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยทั้ง 4 สูตรพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุดเมื่อหมักได้ 2 วัน ซึ่งสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ย 7.3201, 7.3729, 7.1614 และ 7.3747 logCFU/กรัม ตามลำดับ และโคโลนีของจุลินทรีย์ที่พบเป็นลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้อกำหนด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์และเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมด้านสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสัตว์ของประเทศไทย ที่สอดคล้องกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ระบุถึงอาหารหมักพื้นเมืองที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ได้แก่ แหนม กะปิ ปลาจ่อม ปลาจุ่ม ส้มผัก บูด เป็นต้น ควรพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^5 CFU/กรัมของตัวอย่าง (5 logCFU/กรัม) ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 50 CFU/กรัมของตัวอย่าง (ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 34 แต่ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ระบุว่ายีสต์ต้องน้อยกว่า 1×10^4 CFU/กรัมของตัวอย่าง และราต้องน้อยกว่า 500 CFU/กรัมของตัวอย่าง) อย่างไรก็ตาม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาหมัก (มาตรฐานเลขที่ มพช. 26/2548) ไม่ระบุถึงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และรา แต่ระบุเพียง “ต้องไม่มีราปรากฏให้เห็น”

สำหรับการตรวจหาแบคทีเรียกรดแล็กติก พบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุดในปลาหมักทุกสูตร เมื่อหมักเป็นเวลา 3 วัน โดยปลาหมักที่ผลิตด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบสูตรที่ 1, 2 และ 4 พบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยช่วง 8 logCFU/กรัม ซึ่งมากกว่าสูตรที่ 3 คือมีค่าโดยเฉลี่ยช่วง 7 logCFU/กรัม เป็นแนวโน้มเดียวกันทั้งที่ใช้อาหาร ROGOSA agar, MRS agar หรือ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 และเป็นปริมาณที่สูงกว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่เมื่อเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 10% (10% NaCl) ลงในอาหาร MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 พบจำนวนแบคทีเรียน้อยลง แต่ก็ยังคงพบในปริมาณใกล้เคียงกันในปลาหมักที่ผลิตด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบ

ต่างสูตรกันทั้ง 4 สูตร ซึ่งปริมาณแบคทีเรียกรดแล็กติกยังคงสูงสุดในวันที่ 3 ของการหมัก และมีค่าเฉลี่ยช่วง 3 CFU/กรัม

ตารางที่ 6.3 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาหมักจากการใช้ปลาตะเพียนเป็นวัตถุดิบ (การหมักโดยอาศัยข้อมูลที่ได้ศึกษาตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่เป็นการค้า)

สูตร การหมัก *	ระยะ หมัก (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์** (logCFU/กรัม)					
		จุลินทรีย์ ทั้งหมด	แบคทีเรียกรดแล็กติก				
			ROGOSA agar	MRS agar	MRS+CaCO ₃	MRS+NaCl	MRS+CaCO ₃ +NaCl
1	0	3.7482	3.4624	3.4914	3.3617	NG	NG
	1	5.6675	6.2504	5.6812	5.9494	2.7118	2.2900
	2	7.3201	6.8692	7.0170	6.9800	3.0569	2.8261
	3	7.1703	8.7818	7.8482	8.6284	3.4487	3.5185
2	0	3.5051	3.2788	3.3522	3.3222	NG	NG
	1	6.4133	5.7404	6.3617	5.8808	2.3820	2.2945
	2	7.3729	7.2718	7.7243	7.6484	3.1847	3.1367
	3	7.2122	8.6335	8.3284	8.8162	3.7076	3.9956
3	0	3.7745	3.4393	3.4771	3.4983	NG	NG
	1	5.9890	5.8451	5.3222	5.9165	2.6628	2.1004
	2	7.1614	6.7404	6.7782	6.9058	3.2788	3.1072
	3	7.0607	7.6232	7.6075	7.8949	3.2227	3.1461
4	0	3.4314	3.3222	3.3324	3.2304	NG	NG
	1	5.6335	5.8751	5.3222	4.9845	2.0569	2.9614
	2	7.3747	7.8603	7.3365	7.4757	3.0682	3.3054
	3	7.2672	8.5378	8.7118	8.5623	3.4298	3.7889

หมายเหตุ: * สูตรการหมักตามข้อมูลทีระบุในตารางที่ 6.1

** ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน และตรวจนับแบคทีเรียกรด

แล็กติกใช้อาหาร ROGOSA agar, MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) MRS agar (ที่เติม 10% NaCl) และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃ และ 10% NaCl) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจนและ

NG = Not growth ตรวจไม่พบการเจริญของแบคทีเรียบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ

สำหรับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 5 คน พบว่าส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้หมักปลาสดสูตรที่ 1 และ 4 ให้ปลาสดที่มีความแน่นเนื้อและมีกลิ่นเปรี้ยว ซึ่งดูเหมือนว่าการใช้ข้าวเจ้าทำให้เกิดกรดได้เร็วและดีกว่าข้าวเหนียวในสภาพที่มีปริมาณเกลือสูง แต่ถ้าในสภาพหมักปลาที่มีเกลือต่ำการใช้ข้าวเหนียวก็ทำให้เกิดกรดได้เร็วและดีเช่นเดียวกับข้าวเจ้า การหมักปลาสดสูตรที่ 2 มีกลิ่นปลาเน่าเสีย สำหรับการหมักปลาสดสูตรที่ 3 ให้ปลาสดที่มีความแน่นเนื้อมากกว่าสูตรที่ 1 และมีกลิ่นที่ให้ความรู้สึกเค็ม จึง

พิจารณาเลือกสูตรของส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 4 เพื่อทดลองหมักปลาสดจากปลาตะเพียนอีกครั้ง พร้อมทดลองใช้สูตรที่ 1 ที่เพิ่มปริมาณเกลือเป็น 1.5 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม

2) การทดลองหมักปลาสดโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบในการหมักแตกต่างกัน 3 สูตร (ตารางที่ 6.4) โดยส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 2 ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 1 และ 1.5 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และข้าวเจ้าหุงสุกและล้างน้ำ ส่วนผสมสูตรที่ 3 ที่ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 2 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม หมักปลาสดกับเกลือ ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างเกลือออก จากนั้นเตรียมส่วนผสมที่ใช้เกลือป่นอีก 100 กรัม และใช้ข้าวเหนียวนึ่งสุกและล้างน้ำ

ตารางที่ 6.4 ส่วนผสมของวัตถุดิบเพื่อหมักให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาสดจากปลาตะเพียนขาวที่มีคุณลักษณะตามที่ต้องการ (การหมักปลาสดที่มีการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ครั้งที่ 2)

ส่วนผสมของวัตถุดิบ	ปริมาณส่วนผสม (กิโลกรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ปลาตะเพียนขาว	10	10	10
เกลือสมุทรที่เป็นผลึกและนำมาบดให้เป็นเกลือป่น	1	1.5	2
กระเทียมชนิดกลีบใหญ่	1	1	1
ข้าวเจ้า (ข้าวพันธุ์เส้าไห้ และเป็นข้าวเก่า) หุงสุกและล้างน้ำ	2	2	0
ข้าวเหนียว (ข้าวเหนียวเก่า) นึ่งสุกและล้างน้ำ	0	0	2

จากนั้นหมักปลาสดทุกสูตรที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (เนื่องจากพบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิห้องของแต่ละวันที่ต่างกันมากในช่วงที่ทดลองหมักครั้งที่ 1 จึงเปลี่ยนมาหมักในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่) เป็นเวลา 7 วัน เก็บตัวอย่างปลาหมักในวันที่ 0, 3 และ 7 วัน มาวิเคราะห์หาจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนของแบคทีเรียกรดแล็กติก สำหรับตัวอย่างปลาหมักอายุ 3 และ 7 วัน มาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นโดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 5 คน เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกสูตรของส่วนผสมเพื่อหมักปลาสด

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสดด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ตารางที่ 6.5) พบว่าการหมักปลาสดโดยใช้สูตรที่ 1 และ 3 มีความเป็นกรด-ด่างในช่วง 4.8-4.9 ซึ่งต่ำกว่าสูตรที่ 2 (ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.42) ทั้งระยะหมัก 3 และ 7 วัน ในขณะที่สูตรที่ 1 ให้ปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าสูตรที่ 3 และ 2 ตามลำดับ โดยที่ระยะหมัก 3 วัน การหมักปลาสดสูตรที่ 1, 3 และ 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.74, 0.64 และ 0.25 โดยน้ำหนัก

ตามลำดับ สำหรับที่ระยะหมัก 7 วัน การหมักปลาสดสูตรที่ 1, 3 และ 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.77, 0.66 และ 0.26 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาสดหมักนั้น พบว่าค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดใกล้เคียงกันในปลาสดที่ผลิตด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบต่างสูตรกันทั้ง 3 สูตร และพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในวันที่ 3 ของการหมัก (โดยเฉลี่ย 7 logCFU/กรัม) สูงกว่าวันที่ 0 และ 7 ซึ่งมีค่าโดยเฉลี่ย 3 และ 6 logCFU/กรัม ตามลำดับ สำหรับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากการใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละสูตรในวันที่ 3 ใกล้เคียงกับวันที่ 7 ของการหมัก และใกล้เคียงกันในผลิตภัณฑ์ปลาสดจากการใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบสูตรที่ 1 และ 3 คือ มีค่าโดยเฉลี่ย 8 logCFU/กรัม แต่จากสูตรที่ 2 มีปริมาณน้อยกว่า คือมีค่าโดยเฉลี่ย 7 logCFU/กรัม เมื่อใช้อาหาร MRS agar และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และเป็นปริมาณที่สูงกว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด

ตารางที่ 6.5 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียกรดแล็กติก ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปลาสดที่หมักจากการใช้ปลาตะเพียนเป็นวัตถุดิบ (การหมักที่มีการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ครั้งที่ 2)

สูตรการหมัก*	ระยะหมัก (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์** (logCFU/กรัม)				
		ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)	จุลินทรีย์ทั้งหมด	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
					MRS agar	MRS+CaCO ₃
1	0	ND	ND	3.8195	3.5563	3.5911
	3	4.96	0.74	7.4014	8.5250	8.7404
	7	4.92	0.77	6.6191	8.2201	8.5119
2	0	ND	ND	3.8388	3.5966	3.4472
	3	5.42	0.25	7.4654	7.9731	8.2014
	7	5.42	0.26	5.9566	7.8837	7.3522
3	0	ND	ND	3.6628	2.9777	3.3010
	3	4.88	0.64	7.3711	8.5855	7.3617
	7	4.85	0.66	5.8808	8.3979	7.9217

หมายเหตุ: * สูตรที่ใช้เตรียมปลาสดตามข้อมูลที่ระบุในตารางที่ 6.2

** ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน
ND = ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ปลาสาม เมื่อหมักเป็นเวลา 3 และ 7 วัน โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 5 คน พบว่าปลาสามหมัก 3 วัน ได้รับการยอมรับมากกว่าหมัก 7 วัน และสูตรที่ 1 ให้ปลาสามที่มีความแน่นเนื้อและมีความชื้นที่ให้ความรู้สึกเปรี้ยวโดยประมาณที่ดีกว่าสูตรที่ 2 และ 3

อย่างไรก็ตาม การที่จะให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการนั้น ข้อมูลที่ได้ในช่วงต้นนั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องมีการทดสอบชิม จึงได้นำปลาสามหมักด้วยส่วนผสมสูตรที่ 1 (ตารางที่ 6.4) และหมักเป็นเวลา 3 วัน มาทอดและทดสอบชิมโดยคณะผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้ผลสรุป คือ ปลาสามนั้นไม่มีรสเปรี้ยว มีรสเค็มจัด และจากการชิม ผู้ทดสอบยังไม่ยอมรับว่าเป็นปลาสาม จึงได้มีการทดลองหมักปลาสามเพื่อปรับสูตรส่วนผสมสำหรับใช้ในการหมักปลาสามขั้นตอนต่อไป

ข. การปรับสูตรส่วนผสมเพื่อใช้ในการทดลองผลิตปลาสามพร้อมรับประทาน

นำผลสรุปจากการเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสามที่มีชื่อเสียงในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (บทที่ 3, 4 และ 5) และผลสรุปจากการทดลองหมักปลาสามโดยใช้ปลาตะเพียนในห้องปฏิบัติการ มาใช้ในการทดลองหมักปลาสามเพื่อปรับสูตรส่วนผสม 2 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังนี้

1) ทดลองหมักปลาสามเพื่อปรับสูตรส่วนผสมครั้งที่ 1

จากผลการหมักปลาสามครั้งที่ 2 ในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา แสดงผลการทดลองในข้อ 6.3.1.1 ก (2) พบว่าปลาสามทั้ง 3 สูตร ให้ผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียกรดแลคติกที่ใกล้เคียงกัน ส่วนผลทางเคมีและกายภาพ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่น เข้ามาเป็นปัจจัยในการพิจารณาเพื่อเลือกสูตรปลาสาม พบว่าปลาสามทั้ง 3 สูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาสาม (มาตรฐานเลขที่ 25/2548) ที่ระบุไว้ว่าปลาสามต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 4.0-6.0 อีกทั้งปลาสามที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแน่นเนื้อดี ไม่มีกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสีย โดยเฉพาะในสูตรที่ 1 จึงได้นำปลาสามสูตรดังกล่าวมาทอดและทดสอบชิมโดยคณะผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งให้ความเห็นที่ตรงกันว่าปลาสามที่หมักได้ ไม่มีรสเปรี้ยว มีรสเค็มจัด และยอมรับไม่ได้ว่าเป็นปลาสาม เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่าปลาสามในสูตรดังกล่าวมีปริมาณเกลือและปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 5.55 และ 0.74 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จึงได้ทำการทดลองเพื่อปรับสูตรปลาสามโดยลดปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักลง แต่ยังคงให้สัดส่วนของส่วนประกอบอื่นเท่าเดิม และนำปัจจัยเกี่ยวกับชนิดของเกลือเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย เนื่องจากการหมักปลาสามโดยทั่วไปใช้เกลือเม็ดซึ่งมักมีสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ เช่น กรวด หิน ดิน ทราายและฝุ่นผงปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจมีการปนเปื้อน

ของจุลินทรีย์บางชนิดที่ส่งผลต่อกิจกรรมการหมัก และเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของปลาสดในระหว่างกระบวนการหมักได้ จึงได้มีการทดลองนำเกลืออนามัยมาใช้ในการหมักเพื่อเปรียบเทียบผลด้วย โดยทำการหมักที่ระดับความเข้มข้นของเกลือเม็ดและเกลืออนามัยความเข้มข้น 3 ระดับ ที่อุณหภูมิห้องระยะเวลาหมัก 3 วัน (ดังสูตรตารางที่ 6.6)

ตารางที่ 6.6 ส่วนประกอบของปลาสดสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองทำการหมักเพื่อปรับสูตรส่วนผสมครั้งที่ 1

ส่วนประกอบ (กิโลกรัม)	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ปลาตะเพียน	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
เกลือ	0.17*	0.15*	0.14*	0.17**	0.15**	0.14**
กระเทียม	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
ข้าวเจ้าสุกคั้นน้ำ	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
% เกลือต่อน้ำหนักทั้งหมด	6.11	5.45	5.10	6.11	5.45	5.10

หมายเหตุ: * เกลือเม็ด และ ** เกลืออนามัย

จากนั้นนำปลาสดไปทอดและทำการทดสอบชิม พบว่าการหมักปลาสดด้วยเกลือเม็ดมีเพียงการใช้เกลือในระดับความเข้มข้นสูง คือ ร้อยละ 6.11 โดยน้ำหนักเท่านั้นที่เนื้อปลายังคงมีความแน่นเนื้อดี ไม่มีเกิดเหม็นเน่า แต่มีรสเค็มจัด และไม่มีรสเปรี้ยว ส่วนตัวอย่างปลาสดที่ลดระดับความเข้มข้นของเกลือเม็ดลงที่ร้อยละ 5.45 โดยน้ำหนัก ทำให้ได้ปลาสดที่มีความเค็มลดลง มีรสเปรี้ยวเกิดขึ้นเล็กน้อย เนื้อปลามีความแน่นเนื้อดี แต่เริ่มมีกลิ่นเหม็นเนื่องจากการเน่าเสียเล็กน้อย ในขณะที่เมื่อลดระดับเกลือเม็ดลงที่ระดับต่ำสุด คือ ร้อยละ 5.10 โดยน้ำหนัก พบว่าปลาสดที่ได้เกิดการเน่าเสียและเนื้อยุ่ยละ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับปลาสดที่ได้จากการหมักด้วยเกลืออนามัย พบว่าปลาสดที่ได้มีคุณภาพดีกว่าอย่างเห็นได้ชัด โดยการหมักด้วยเกลืออนามัยที่ระดับความเข้มข้นสูงและกลาง คือ ร้อยละ 6.11 และ 5.45 โดยน้ำหนัก ทำให้ได้ปลาสดที่มีเนื้อแน่นดี ไม่มีกลิ่นเหม็นเนื่องจากการเน่าเสีย แต่ยังคงมีรสเค็มจัด ในขณะที่การหมักด้วยเกลืออนามัยที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุด คือ ร้อยละ 5.10 โดยน้ำหนัก ทำให้ได้ปลาสดที่มีเนื้อแน่น มีรสเปรี้ยว และไม่เค็มจัด

2) ทดลองหมักปลาสดเพื่อปรับสูตรส่วนผสมครั้งที่ 2

จากผลที่ได้จากการทดลองปรับสูตรส่วนผสมในการหมักปลาสดครั้งแรก ได้ทดลองปรับสูตรโดยการลดระดับเกลือลงอีกเป็นครั้งที่ 2 เพื่อหาปริมาณเกลือต่ำสุดที่สามารถใช้ในการหมักปลาสด โดยเปลี่ยนอัตราส่วนของเกลืออนามัยที่ใช้ในการหมักดังแสดงในตารางที่ 6.7 แล้วทำการหมักวิธีเดียวกันกับข้อ 1.2) ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่าปลาสดที่ได้จากการหมักด้วยเกลืออนามัยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4.58 โดยน้ำหนัก เกิดการเน่าเสีย เนื้อยุ่ยละ ในขณะที่การใช้เกลือที่ความเข้มข้น

ร้อยละ 5.10 โดยน้ำหนักให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองปรับสูตรครั้งแรก จึงประเมินได้ว่าการหมักปลาสดโดยใช้เกลืออนามัยร้อยละ 5.10 โดยน้ำหนัก ทำให้ได้ปลาสดที่มีรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด จึงเลือกเกลือในระดับดังกล่าวในการหมักปลาสดสำหรับการทดลองผลิตปลาสดพร้อมรับประทานในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 6.7 ส่วนประกอบของปลาสดสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองทำการหมักเพื่อปรับสูตรส่วนผสมครั้งที่ 2

ส่วนประกอบ (กิโลกรัม)	สูตร 1	สูตร 2
ปลาตะเพียน	2.00	2.00
เกลืออนามัย	0.15	0.125
กระเทียม	0.20	0.20
ข้าวเจ้าสุกล้างน้ำ	0.40	0.40
% เกลือต่อน้ำหนักทั้งหมด	5.10	4.58

6.3.1.2 การทดลองหมักปลาสดโดยใช้ปลาน้ำจืดต่างชนิด

นำผลสรุปจากการทดลองปรับสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตปลาสดพร้อมรับประทาน ได้สูตรส่วนผสมใช้เกลืออนามัย (ตรา 3 หอคอย, บริษัทรวมพานิช, ประเทศไทย) ปริมาณ 0.15 กิโลกรัม ต่อปลา 2 กิโลกรัม แล้วจึงเคล้าด้วยกระเทียมและข้าวเจ้าสุกที่ผ่านการล้างน้ำแล้วในปริมาณ 0.20 และ 0.40 กิโลกรัมต่อปลา 2 กิโลกรัม ตามลำดับ (รูปที่ 6.2) แล้วมาทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด ได้แก่ ปลาตะเพียน ปลาดุก ปลานวลจันทร์ ปลานิล และปลาสวาย เป็นวัตถุดิบทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน (รูปที่ 6.1- 6.7) จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางจุลชีววิทยาโดยเก็บตัวอย่างทุกวัน ตั้งแต่วันที่ 0-5 สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จำนวน 13 คน เก็บตัวอย่างปลาสดทอดเมื่อหมัก 2-5 วัน

ก. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

คุณภาพทางเคมีที่ทำการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ปลาสดหมักจากปลาน้ำจืด จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วยปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง และปริมาณเกลือทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง การวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบระยะหมักต่างกัน (ตารางที่ 6.8) และวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบชนิดของปลา (ตารางที่ 6.9) พบว่าเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นของการหมักปลาสดจากปลาน้ำจืดทั้ง 5 ชนิด มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมักจากปลานิลมีปริมาณความชื้นสูงสุดทุกระยะหมัก ตั้งแต่ 0-5 วัน มีปริมาณความชื้นระหว่าง 75.63-69.14 โดยน้ำหนัก สำหรับปลาหมักที่มีปริมาณความชื้นรองลงมา คือ ปลาหมักจากปลานวลจันทร์ และปลาตะเพียน ซึ่งเมื่อระยะหมัก 0-2 วัน มี

ปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 75.63-73.11 และ 75.49-72.65 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับที่ระยะหมัก 3-5 วัน พบว่าปลาหมักจากปลาตะเพียน (72.47-70.49) มีปริมาณความชื้นมากกว่าปลานวลจันทร์ (71.19-69.14) ส่วนปลาหมักที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุดที่ระยะหมัก 0-5 วัน คือ ปลาหมักจากปลาซวาย (73.56-66.07) และปลาดุก (70.14-61.02) ตามลำดับ

พิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างของการหมักปลาสดจากปลาน้ำจืดทั้ง 5 ชนิด พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 6.8) จากการเปรียบเทียบชนิดของปลาพบว่าระยะหมัก 0-4 วัน มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน โดยปลาหมักจากปลานิลมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด ยกเว้นหมักวันที่ 5 ปลาตะเพียนมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด พิจารณาปลาสดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.00-6.00 ซึ่งอยู่ในช่วงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสดมาตรฐานเลขที่ มพช. 26/2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) คือ ปลาหมักจากปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ ปลานิล และปลาซวายที่ผ่านการหมัก 2 วันขึ้นไป สำหรับปลาหมักจากปลาดุกเมื่อผ่านการหมัก 3 วันขึ้นไป (ตารางที่ 6.9)

พิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกทั้งในรูปฐานเปียก และฐานแห้งของปลาหมักทั้ง 5 ชนิด พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้น และปลาหมักที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำมีแนวโน้มของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกทั้งในรูปฐานเปียก และฐานแห้งสูง (ตารางที่ 6.8) พิจารณาระยะหมัก 2 วัน พบว่าปลาหมักจากปลานิลมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียกและฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 0.38 และ 1.47 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองมา คือ ปลาหมักจากปลาตะเพียนและปลานวลจันทร์มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) เท่ากันร้อยละ 0.35 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ของปลาหมักจากปลาตะเพียนและปลานวลจันทร์มีปริมาณร้อยละ 1.26 และ 1.32 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนปลาหมักจากปลาดุกและปลาซวายมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ต่ำสำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ระยะหมัก 3 และ 4 วัน มีแนวโน้มเดียวกับระยะหมัก 2 วัน ส่วนระยะหมัก 5 วัน พบว่าปลาหมักจากปลาตะเพียนมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียกและฐานแห้ง) สูงสุด รองลงมา คือ ปลาหมักจากปลานิลและปลานวลจันทร์ ตามลำดับ ส่วนปลาดุกและปลาซวายคงมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ต่ำ (ตารางที่ 6.9)

พิจารณาปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของปลาหมักจากปลาน้ำจืดทั้ง 5 ชนิด พบว่าเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้นจาก 0-5 วัน มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.8) แต่เมื่อพิจารณาการหมักโดยใช้ปลาตะเพียน พบว่าปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของระยะหมักวันที่ 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับการหมักโดยใช้ปลาดุกและปลานิล พบว่าปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ที่ระยะหมัก 0-5 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับการหมักโดยใช้ปลานวลจันทร์ พบว่า

ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ระยะหมักวันที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการหมักโดยใช้ปลาสด พบว่าปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของระยะหมักวันที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) พบว่าทุกระยะหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเกลือของปลาหมักต่างชนิดกัน พบว่าเมื่อระยะหมัก 0, 1, 2, 3 และ 5 วัน ปลาหมักจากปลาดุกมีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด ระยะหมักวันที่ 4 ปลาหมักจากปลานวลจันทร์มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ระยะหมัก 0-3 วัน พบว่าปลาหมักจากปลานวลจันทร์และปลานิลมีปริมาณเกลือ(ฐานแห้ง) สูงเป็นอันดับแรก ๆ (ตารางที่ 6.9)

ข. การทางประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณของปลาสดทอด

เมื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ปลาสดทอด ที่ผลิตจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด (ปลาตะเพียน ปลานิล ปลาดุก ปลานวลจันทร์ และปลาสด) ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณเกี่ยวกับลักษณะปรากฏ กลิ่น (กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นอื่นๆ) ความแน่นเนื้อ ความเค็ม และการยอมรับเพื่อบริโภค ปลาสดทอด โดยผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 13 คน ผลประเมินในภาพรวมดังระบุในตารางที่ 6.10 จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณของปลาสดทอด พบว่าเมื่อใช้ปลาตะเพียนเป็นวัตถุดิบ ควรใช้เวลาหมัก 3 วัน จึงจะได้ปลาสดที่มีคุณลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการและสอดคล้องกับข้อกำหนดหลายประการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสด มาตรฐานเลขที่ มพช. 26/2548 ส่วนปลาน้ำจืดชนิดอื่นที่สามารถหมักด้วยสูตรเดียวกันได้ดี คือ ปลานวลจันทร์ และปลาสด แต่ควรใช้เวลาหมัก 4-5 วัน ในขณะที่ปลาดุกและปลานิลไม่เหมาะกับการใช้ส่วนผสมนี้ในการผลิตปลาสด

ตารางที่ 6.8 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสดหมักจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบระยะเวลาหมักต่างกัน

ชนิดของปลา	ระยะหมัก (วัน)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
				ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
ปลาดูเกีย	0	75.49±0.11 ^a	6.39±0.01 ^a	0.15±0.01 ^f	0.60±0.02 ^f	3.22±0.01 ^e	13.12±0.05 ^f
	1	73.63±0.21 ^b	6.39±0.01 ^b	0.17±0.01 ^e	0.66±0.06 ^e	3.67±0.01 ^d	13.92±0.04 ^e
	2	72.65±0.04 ^c	5.96±0.01 ^c	0.35±0.07 ^d	1.26±0.02 ^d	4.01±0.07 ^c	14.68±0.24 ^d
	3	72.47±0.80 ^d	5.45±0.00 ^d	0.42±0.07 ^c	1.52±0.03 ^c	4.34±0.03 ^b	15.76±0.11 ^c
	4	70.92±0.30 ^e	5.32±0.01 ^e	0.50±0.01 ^b	1.74±0.01 ^b	4.95±0.07 ^a	17.17±0.02 ^a
	5	70.49±0.14 ^f	4.80±0.01 ^f	0.78±0.03 ^a	2.65±0.08 ^a	4.89±0.02 ^a	16.58±0.06 ^b
ปลาดุก	0	70.14±0.14 ^a	6.38±0.01 ^a	0.15±0.01 ^f	0.51±0.03 ^f	3.64±0.00 ^f	12.20±0.02 ^f
	1	69.54±0.45 ^b	6.18±0.01 ^b	0.20±0.01 ^e	0.66±0.04 ^e	4.35±0.01 ^e	14.28±0.02 ^a
	2	68.27±0.32 ^c	6.10±0.01 ^c	0.26±0.01 ^d	0.83±0.07 ^d	4.45±0.04 ^d	14.03±0.14 ^b
	3	65.87±0.47 ^d	5.81±0.01 ^d	0.37±0.01 ^c	1.07±0.05 ^c	4.50±0.01 ^c	13.18±0.03 ^c
	4	62.67±0.30 ^e	5.46±0.01 ^e	0.50±0.04 ^b	1.33±0.01 ^b	4.63±0.10 ^b	12.40±0.26 ^e
	5	61.02±0.13 ^f	4.98±0.00 ^f	0.56±0.04 ^a	1.44±0.03 ^a	5.09±0.10 ^a	13.05±0.25 ^d
ปลานวลจันทร์	0	75.63±0.23 ^a	6.36±0.01 ^a	0.24±0.01 ^f	0.98±0.05 ^f	3.27±0.02 ^e	13.42±0.07 ^f
	1	74.12±0.16 ^b	6.09±0.01 ^b	0.26±0.01 ^e	1.00±0.03 ^e	3.95±0.01 ^d	15.26±0.04 ^b
	2	73.11±0.13 ^c	5.94±0.01 ^c	0.35±0.01 ^d	1.32±0.04 ^d	4.17±0.01 ^c	15.51±0.05 ^a
	3	71.19±0.26 ^d	5.57±0.01 ^d	0.43±0.01 ^c	1.50±0.05 ^c	4.16±0.01 ^c	14.43±0.05 ^c
	4	69.46±0.38 ^e	5.00±0.01 ^e	0.53±0.01 ^b	1.75±0.08 ^b	4.23±0.01 ^b	13.85±0.03 ^e
	5	69.14±0.42 ^f	4.90±0.01 ^f	0.67±0.02 ^a	2.16±0.04 ^a	4.31±0.01 ^a	13.98±0.02 ^d
ปลานิล	0	76.57±0.36 ^a	6.21±0.01 ^a	0.16±0.01 ^f	0.67±0.04 ^f	3.09±0.01 ^f	13.20±0.04 ^f
	1	75.55±0.41 ^b	6.07±0.00 ^b	0.23±0.02 ^e	0.92±0.07 ^e	3.91±0.02 ^e	15.97±0.07 ^d
	2	74.49±0.40 ^c	5.78±0.01 ^c	0.38±0.01 ^d	1.47±0.08 ^d	4.48±0.02 ^d	17.56±0.09 ^a
	3	73.60±0.41 ^d	5.30±0.01 ^d	0.48±0.05 ^c	1.82±0.01 ^c	4.14±0.06 ^c	15.70±0.23 ^e
	4	72.12±0.21 ^e	5.00±0.01 ^e	0.60±0.01 ^b	2.15±0.02 ^b	4.69±0.01 ^b	16.82±0.04 ^c
	5	71.53±0.39 ^f	4.87±0.01 ^f	0.71±0.03 ^a	2.51±0.09 ^a	4.88±0.01 ^a	17.14±0.04 ^b
ปลาสวาย	0	73.56±0.40 ^a	6.21±0.01 ^a	0.16±0.03 ^f	0.60±0.05 ^f	3.36±0.01 ^e	12.70±0.01 ^f
	1	72.61±0.50 ^b	6.07±0.01 ^b	0.19±0.04 ^e	0.68±0.07 ^e	3.72±0.01 ^d	13.57±0.02 ^c
	2	71.54±0.38 ^c	5.94±0.00 ^c	0.30±0.02 ^d	1.04±0.04 ^d	3.70±0.02 ^d	13.00±0.09 ^e
	3	69.34±0.49 ^d	5.79±0.01 ^d	0.37±0.01 ^c	1.20±0.02 ^c	4.11±0.02 ^c	13.41±0.07 ^d
	4	69.04±0.25 ^e	5.25±0.00 ^e	0.40±0.01 ^b	1.29±0.12 ^b	4.42±0.03 ^b	14.27±0.09 ^a
	5	66.07±0.24 ^f	5.14±0.01 ^f	0.51±0.02 ^a	1.51±0.11 ^a	4.72±0.02 ^a	13.91±0.07 ^b

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละช่วงเวลาหมัก แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ * ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก

ตารางที่ 6.9 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาหมักจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบชนิดของปลา

ระยะหมัก (วัน)	ชนิดของปลา	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
				ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
0	ปลาดู	75.49±0.11 ^b	6.39±0.01 ^a	0.15±0.01 ^b	0.60±0.02 ^c	3.22±0.01 ^d	13.12±0.05 ^c
	ปลานวลจันทร์	70.14±0.14 ^d	6.38±0.01 ^a	0.15±0.01 ^b	0.51±0.03 ^d	3.64±0.00 ^a	12.20±0.02 ^c
	ปลานิล	75.63±0.23 ^b	6.36±0.01 ^b	0.24±0.01 ^a	0.98±0.05 ^a	3.27±0.02 ^c	13.42±0.07 ^a
	ปลาสวาย	76.57±0.36 ^a	6.21±0.01 ^c	0.16±0.01 ^b	0.67±0.04 ^b	3.09±0.01 ^e	13.20±0.04 ^b
	ปลาตะเพียน	73.56±0.40 ^c	6.21±0.01 ^c	0.16±0.03 ^b	0.60±0.05 ^c	3.36±0.01 ^b	12.70±0.01 ^d
1	ปลาดู	73.63±0.21 ^b	6.39±0.01 ^a	0.17±0.01 ^d	0.66±0.06 ^d	3.67±0.01 ^e	13.92±0.04 ^d
	ปลานวลจันทร์	69.54±0.45 ^d	6.18±0.01 ^b	0.20±0.01 ^c	0.66±0.04 ^d	4.35±0.01 ^a	14.28±0.02 ^c
	ปลานิล	74.12±0.16 ^b	6.09±0.01 ^c	0.26±0.01 ^a	1.00±0.03 ^a	3.95±0.01 ^b	15.26±0.04 ^b
	ปลาสวาย	75.55±0.41 ^a	6.07±0.00 ^d	0.23±0.02 ^b	0.92±0.07 ^b	3.91±0.02 ^c	15.97±0.07 ^a
	ปลาตะเพียน	72.61±0.50 ^c	6.07±0.01 ^d	0.19±0.04 ^c	0.68±0.07 ^c	3.72±0.01 ^d	13.57±0.02 ^c
2	ปลาดู	72.65±0.04 ^b	5.96±0.01 ^b	0.35±0.07 ^b	1.26±0.02 ^c	4.01±0.07 ^c	14.68±0.24 ^c
	ปลานวลจันทร์	68.27±0.32 ^d	6.10±0.01 ^a	0.26±0.01 ^d	0.83±0.07 ^e	4.45±0.04 ^a	14.03±0.14 ^d
	ปลานิล	73.11±0.13 ^b	5.94±0.01 ^c	0.35±0.01 ^b	1.32±0.04 ^b	4.17±0.01 ^b	15.51±0.05 ^b
	ปลาสวาย	74.49±0.40 ^a	5.78±0.01 ^d	0.38±0.01 ^a	1.47±0.08 ^a	4.48±0.02 ^a	17.56±0.09 ^a
	ปลาตะเพียน	71.54±0.38 ^c	5.94±0.00 ^c	0.30±0.02 ^c	1.04±0.04 ^d	3.70±0.02 ^d	13.00±0.09 ^c
3	ปลาดู	72.47±0.80 ^b	5.45±0.00 ^d	0.42±0.07 ^b	1.52±0.03 ^b	4.34±0.03 ^b	15.76±0.11 ^a
	ปลานวลจันทร์	65.87±0.47 ^c	5.81±0.01 ^a	0.37±0.01 ^c	1.07±0.05 ^d	4.50±0.01 ^a	13.18±0.03 ^d
	ปลานิล	71.19±0.26 ^c	5.57±0.01 ^c	0.43±0.01 ^b	1.50±0.05 ^b	4.16±0.01 ^c	14.43±0.05 ^b
	ปลาสวาย	73.60±0.41 ^a	5.30±0.01 ^c	0.48±0.05 ^a	1.82±0.01 ^a	4.14±0.06 ^c	15.70±0.23 ^a
	ปลาตะเพียน	69.34±0.49 ^d	5.79±0.01 ^b	0.37±0.01 ^c	1.20±0.02 ^c	4.11±0.02 ^c	13.41±0.07 ^c
4	ปลาดู	70.92±0.30 ^b	5.32±0.01 ^b	0.50±0.01 ^c	1.74±0.01 ^b	4.95±0.07 ^a	17.17±0.02 ^a
	ปลานวลจันทร์	62.67±0.30 ^d	5.46±0.01 ^a	0.50±0.04 ^c	1.33±0.01 ^c	4.63±0.10 ^b	12.40±0.26 ^c
	ปลานิล	69.46±0.38 ^c	5.00±0.01 ^d	0.53±0.01 ^b	1.75±0.08 ^b	4.23±0.01 ^d	13.85±0.03 ^d
	ปลาสวาย	72.12±0.21 ^a	5.00±0.00 ^d	0.60±0.01 ^a	2.15±0.02 ^a	4.69±0.01 ^b	16.82±0.04 ^b
	ปลาตะเพียน	69.04±0.25 ^c	5.24±0.01 ^c	0.40±0.01 ^d	1.29±0.12 ^d	4.42±0.03 ^c	14.27±0.09 ^c
5	ปลาดู	70.49±0.14 ^b	4.80±0.01 ^c	0.78±0.03 ^a	2.65±0.08 ^a	4.89±0.02 ^b	16.58±0.06 ^b
	ปลานวลจันทร์	61.02±0.13 ^c	4.98±0.00 ^b	0.56±0.04 ^d	1.44±0.03 ^c	5.09±0.10 ^a	13.05±0.25 ^d
	ปลานิล	69.14±0.42 ^c	4.90±0.01 ^c	0.67±0.02 ^c	2.16±0.04 ^c	4.31±0.01 ^d	13.98±0.02 ^c
	ปลาสวาย	71.53±0.39 ^a	4.87±0.01 ^d	0.71±0.03 ^b	2.51±0.09 ^b	4.88±0.01 ^b	17.14±0.04 ^a
	ปลาตะเพียน	66.07±0.24 ^d	5.14±0.01 ^a	0.51±0.02 ^c	1.51±0.11 ^d	4.72±0.02 ^c	13.91±0.07 ^c

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละระยะเวลามาก แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ *ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก

ตารางที่ 6.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสมุทร (ปลา 5 ชนิด) โดยประมาณในภาพรวมของผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 13 คน

ชนิดของปลา	อายุหมัก (วัน)			
	2	3	4	5
ปลาตะเพียน	กลิ่นหอมปลาทอด มี ความแน่นเนื้อ มีรสเค็มเด่น รสเปรี้ยวเล็กน้อย ผู้ประเมินให้การยอมรับ เพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 1 เมื่อเทียบกับระหว่าง ปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 2 วัน	กลิ่นหอมปลาที่ให้ ความรู้สึกเปรี้ยว มีความแน่นเนื้อ มีรสเค็มและรสเปรี้ยว ผู้ประเมินให้การ ยอมรับเพื่อบริโภคเป็น อันดับที่ 1 เมื่อเทียบกับ ระหว่างปลา 5 ชนิด ที่ หมักได้ 3 วัน	กลิ่นหอมแต่เมื่อ รับประทานมีกลิ่น เน่าเสียเล็กน้อย ความแน่นเนื้อ น้อยลงกว่าหมัก 3 วัน มีรสเค็มและ รสเปรี้ยว ผู้ประเมินให้การ ยอมรับเพื่อบริโภค น้อยกว่าหมัก 3 วัน และเป็นอันดับที่ 3 เมื่อเทียบกับ ระหว่างปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 4 วัน	กลิ่นหอมแต่เมื่อ รับประทานมีกลิ่นที่ ไม่ยอมรับ ความแน่น เนื้อน้อยลงกว่าหมัก 4 วัน มีรสเค็มน้อยลงและ รสเปรี้ยวมากขึ้น เล็กน้อย ผู้ประเมินให้การ ยอมรับเพื่อบริโภค น้อยกว่าหมัก 3 วัน และเป็นอันดับที่ 3 เมื่อเทียบกับระหว่าง ปลา 5 ชนิด ที่หมัก ได้ 5 วัน
ปลาดุก	กลิ่นที่ให้ความรู้สึก เปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อยุ่ย มีความแน่นเนื้อ น้อยกว่าปลาตะเพียน หมัก 2 วัน ราว 1 เท่า มีรสเค็ม มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ผู้ประเมินให้การยอมรับ เพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 4 เมื่อเทียบกับระหว่าง ปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 2 วัน	กลิ่นปลาเน่าเล็กน้อย มีความแน่นเนื้อน้อยลง กว่าที่หมักได้ 2 วัน มีรสเค็มใกล้เคียงกับ ปลาตะเพียนหมัก 3 วัน ไม่มีรสเปรี้ยว ราวครึ่งหนึ่งของผู้ ประเมินไม่ยอมรับเพื่อ บริโภค	กลิ่นปลาเน่า เล็กน้อย มีความ แน่นเนื้อน้อยลง กว่าที่หมักได้ 3 วัน มีรสเค็มใกล้เคียง กับปลาตะเพียน หมัก 4 วัน ไม่มีรสเปรี้ยว ราวครึ่งหนึ่งของผู้ ประเมินไม่ยอมรับ เพื่อบริโภค	กลิ่นที่ให้ความรู้สึก เปรี้ยว เนื้อยุ่ย มีรสเค็มและรส เปรี้ยว ผู้ประเมินไม่ยอมรับ เพื่อบริโภค
ปลานวลจันทร์	กลิ่นปลาทอดปกติ มีความแน่นเนื้อ เช่นเดียวกับปลาตะเพียน หมัก 2 วัน มีรสเค็มและเปรี้ยว เล็กน้อย ผู้ประเมินให้การยอมรับ เพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 3 เมื่อเทียบกับ	กลิ่นหอมปลาทอด มีความแน่นเนื้อ มีรสเค็มและรสเปรี้ยว เล็กน้อย ผู้ประเมินให้การ ยอมรับเพื่อบริโภคเป็น อันดับที่ 3 เมื่อเทียบกับ ระหว่างปลา 5 ชนิด ที่ หมักได้ 3 วัน	กลิ่นหอมปลาทอด มีความแน่นเนื้อ มีรสเค็มและรส เปรี้ยวเล็กน้อย ผู้ประเมินให้การ ยอมรับเพื่อบริโภค เป็นอันดับที่ 2 เมื่อ เทียบกับระหว่าง ปลา 5 ชนิด ที่หมัก	กลิ่นหอมปลาทอด มีความแน่นเนื้อดีแต่ น้อยกว่าปลาสาวย หมัก 5 วัน มีรสเค็มน้อยลงและ รสเปรี้ยวมากขึ้น เปรี้ยวกว่าปลา ตะเพียนหมัก 5 วัน แต่ใกล้เคียงกับปลา

ตารางที่ 6.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาต้มทอด (ปลา 5 ชนิด) โดยประมาณใน (ต่อ) ภาพรวมของผู้ประเมินอาสาสมัครจำนวน 13 คน

ชนิดของปลา	อายุหมัก (วัน)			
	2	3	4	5
	ระหว่างปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 2 วัน		ได้ 4 วัน	สวาย ผู้ประเมินให้ยอมรับเพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 2 เมื่อเทียบกับระหว่างปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 5 วัน
ปลานิล	กลิ่นที่ให้ความรู้สึกเค็ม มีความแน่นเนื้อ มีรสเค็มเด่น ไม่มีรสเปรี้ยว ผู้ประเมินให้การยอมรับว่าบริโภคแล้วคล้ายปลาอินทรีเค็ม	กลิ่นคล้ายปลาร้าทอด เนื้อนุ่ม มีรสเค็มเด่น ไม่มีรสเปรี้ยว ผู้ประเมินไม่ยอมรับเพื่อบริโภค	กลิ่นคล้ายปลาร้าทอด เนื้อนุ่ม มีรสเค็ม มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ผู้ประเมินพอยอมรับที่จะบริโภค แต่ไม่ใช่ปลาต้ม	กลิ่นคล้ายปลาร้าทอด เนื้อนุ่ม มีรสเค็มและรสเปรี้ยวที่ค่อนข้างสมดุลกัน ผู้ประเมินพอยอมรับได้ที่จะบริโภค แต่ไม่ใช่ปลาต้ม
ปลาสวาย	กลิ่นปลาทอดและคาวเล็กน้อย มีความแน่นเนื้อมากกว่าปลาตะเพียน ไม่มีไขมันเหมือนปลาสด มีรสเค็มน้อยกว่าปลาตะเพียนหมัก 2 วัน รสเปรี้ยวเล็กน้อย ผู้ประเมินให้การยอมรับเพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 2 เมื่อเทียบกับระหว่างปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 2 วัน	กลิ่นหอมปลาทอด มีความแน่นเนื้อมากกว่าปลาตะเพียนหมัก 3 วัน มีรสเค็มน้อยกว่าปลาตะเพียน มีรสเปรี้ยวมากขึ้น กว่าที่หมัก 2 วัน ผู้ประเมินให้การยอมรับเพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 2 เมื่อเทียบกับระหว่างปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 3 วัน	กลิ่นหอมปลาทอด มีความแน่นเนื้อมากกว่าปลาตะเพียน และใกล้เคียงกับปลานวลจันทร์ มีรสเค็มและรสเปรี้ยวที่สมดุล ผู้ประเมินให้การยอมรับเพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 1 เมื่อเทียบกับระหว่างปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 4 วัน	กลิ่นหอมปลาทอด มีความแน่นเนื้อใกล้เคียงกับปลานวลจันทร์หมัก 5 วัน มีรสเค็มและรสเปรี้ยวที่สมดุล ผู้ประเมินให้การยอมรับเพื่อบริโภคเป็นอันดับที่ 1 เมื่อเทียบกับระหว่างปลา 5 ชนิด ที่หมักได้ 5 วัน



รูปที่ 6.1 การเตรียมวัตถุดิบเพื่อทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ



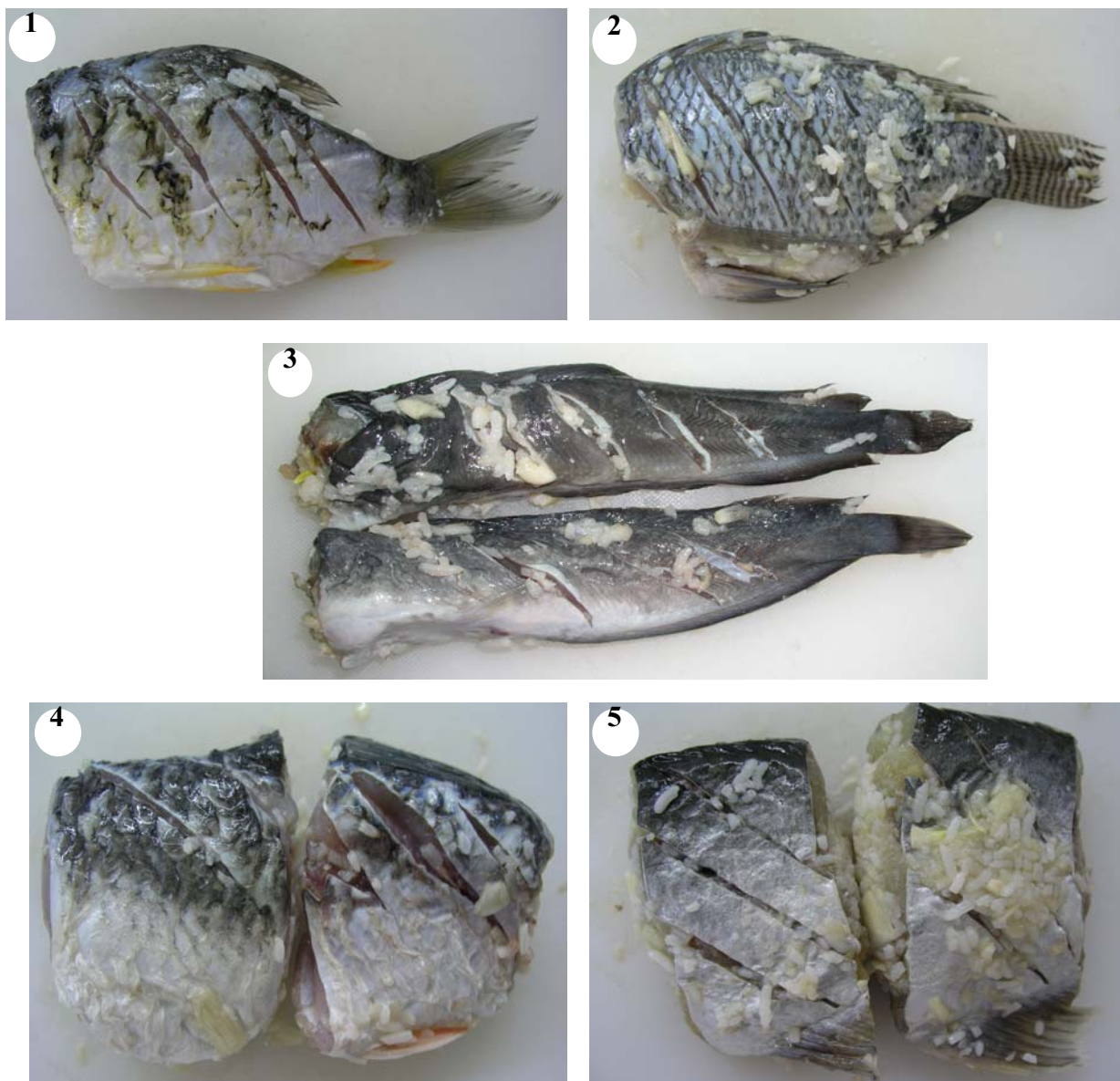
รูปที่ 6.1 (ต่อ) การเตรียมวัตถุดิบเพื่อทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ



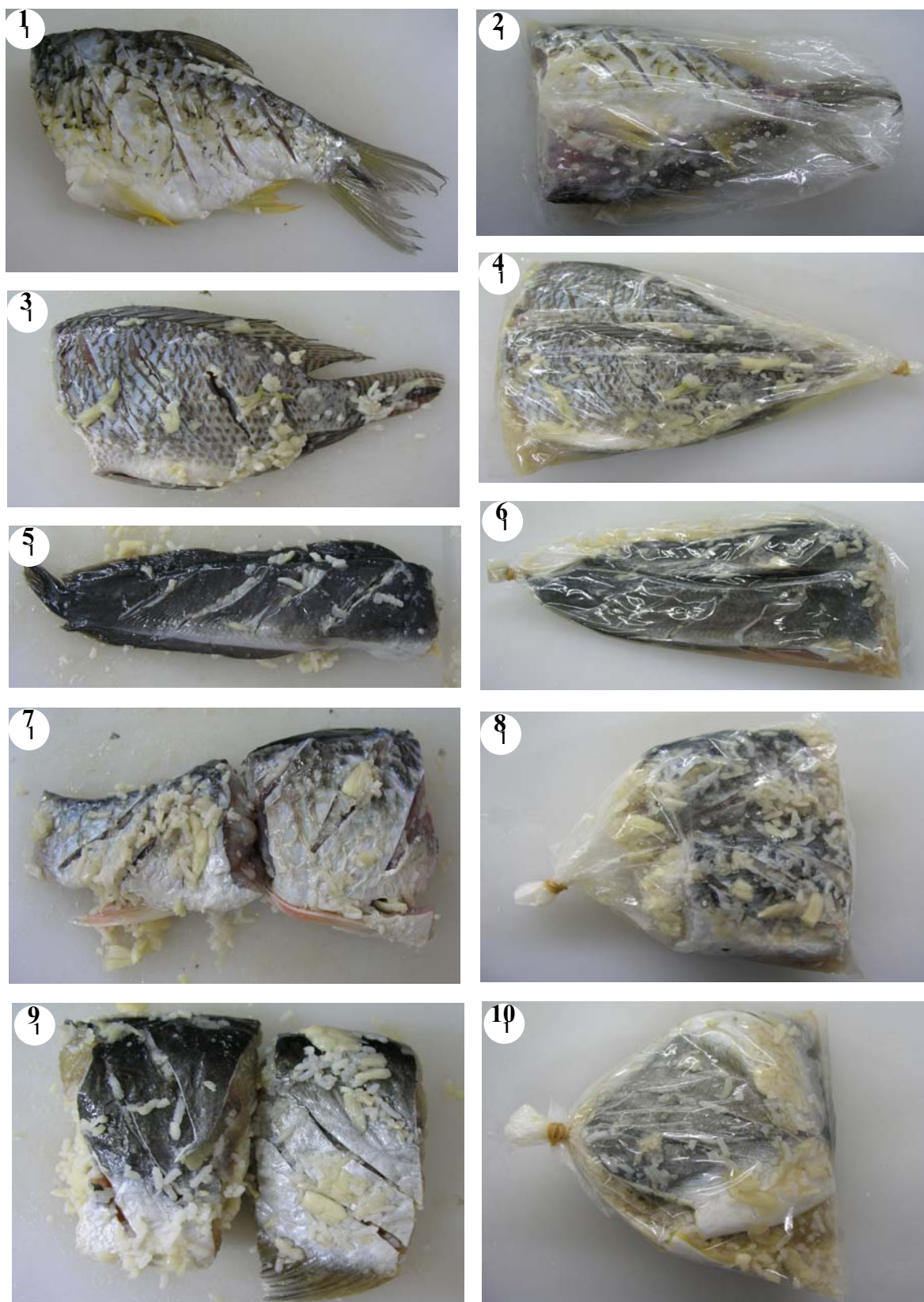
รูปที่ 6.2 การทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 6.2 (ต่อ) การทดลองหมักปลาในตู้ปฏิบัติการ



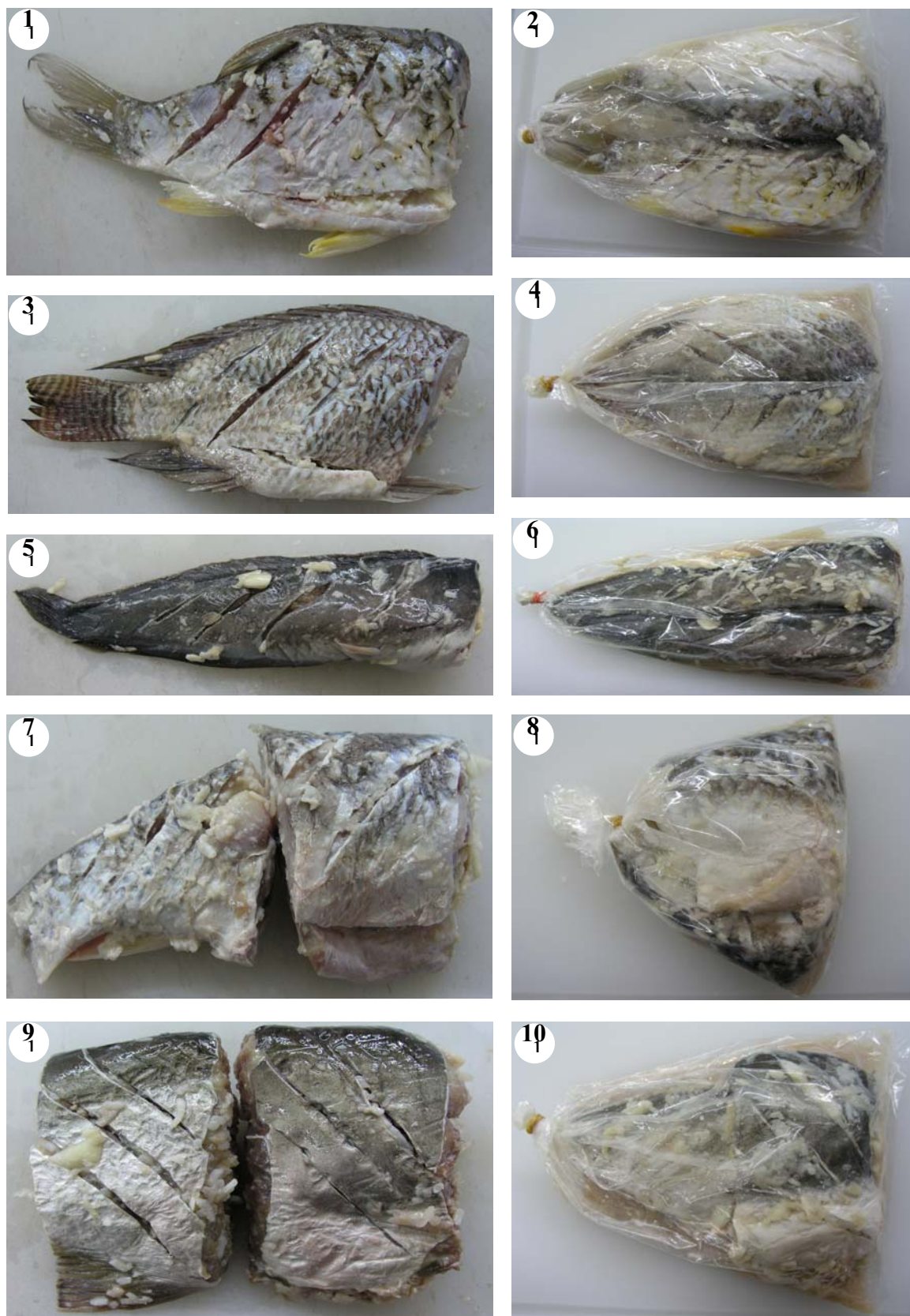
รูปที่ 6.3 ลักษณะของปลาที่หมักได้ 1 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด คือ ปลาดู (1) ปลานิล (2) ปลาดุก (3) ปลานวลจันทร์ (4) และปลาสวาย (5)



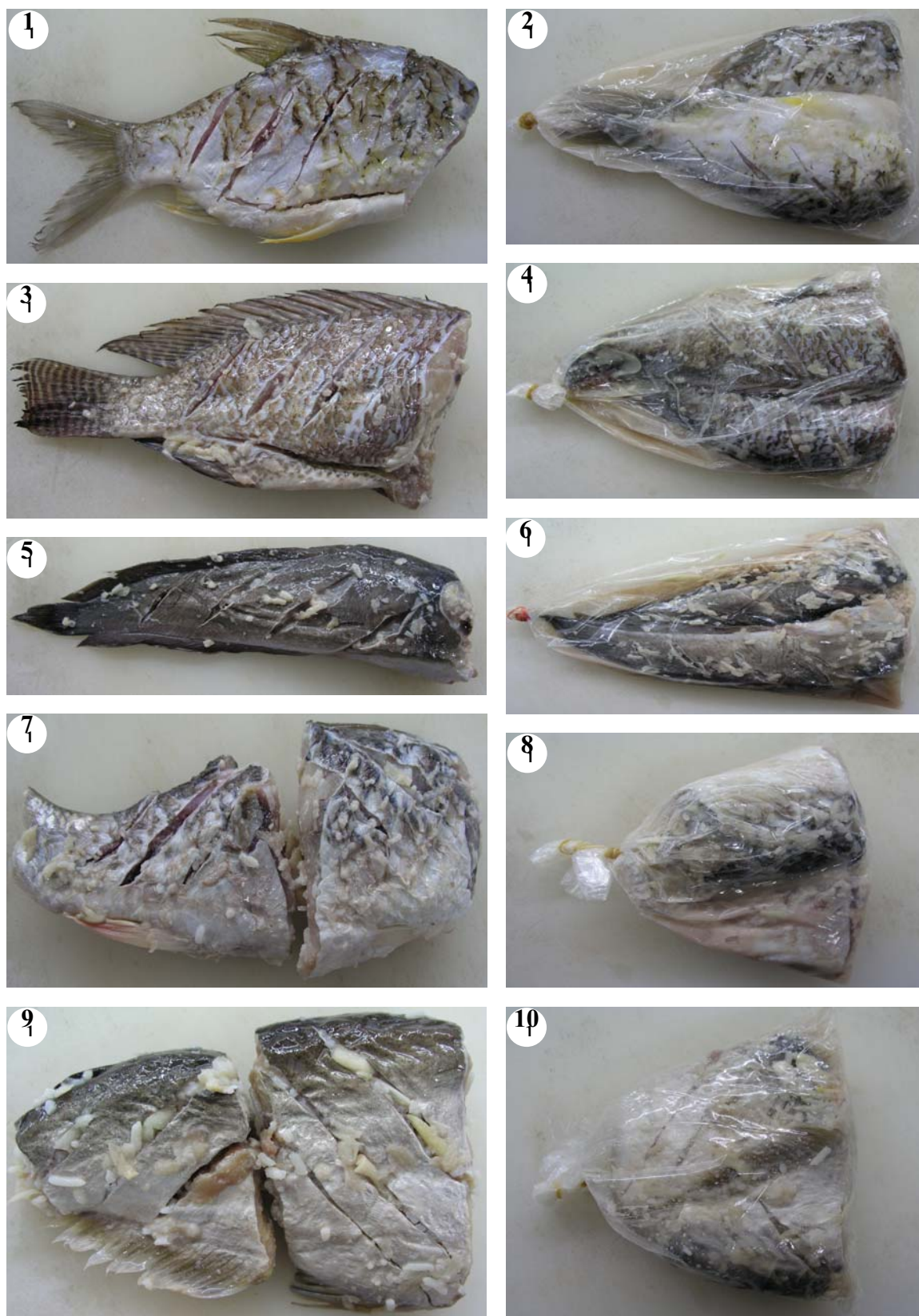
รูปที่ 6.4 ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 2 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลา
น้ำจืด 5 ชนิด คือ ปลาดู (1, 2) ปลานิล (3, 4) ปลาดุก (5, 6) ปลานวลจันทร์ (7,
8) และปลาสวาย (9, 10)



รูปที่ 6.5 ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 3 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด คือ ปลาทะเพียน (1, 2) ปลานิล (3, 4) ปลาดุก (5, 6) ปลานวลจันทร์ (7, 8) และปลาสวาย (9, 10)



รูปที่ 6.6 ลักษณะของปลาสดที่หมักได้ 4 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ปลา
น้ำจืด 5 ชนิด คือ ปลาทะเพียน (1, 2) ปลานิล (3, 4) ปลาดุก (5, 6) ปลานวลจันทร์ (7,
8) และปลาสวาย (9, 10)



รูปที่ 6.7 ลักษณะของปลาที่หมักได้ 5 วัน จากการทดลองหมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด คือ ปลาดู (1, 2) ปลานิล (3, 4) ปลาดุก (5, 6) ปลานวลจันทร์ (7, 8) และปลาสวาย (9, 10)

ค. การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ

วิเคราะห์จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการที่ทดลองหมักโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด (ปลาตะเพียน ปลานิล ปลาดุก ปลานวลจันทร์ และปลาสวาย) เป็นวัตถุดิบ และเก็บตัวอย่างปลาหมักทุกวันตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 5 ของการหมัก พร้อมทั้งเลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบเด่น เพื่อการระบุชนิดและคัดเลือกเชื้อที่มีบทบาทในกระบวนการหมักเปรียบเทียบกับเชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ได้จากแหล่งผลิตเป็นการค้า เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเชื้อเพื่อผลิตปลาสดต่อไป ผลการตรวจหาจุลินทรีย์มีดังนี้

1) จุลินทรีย์ทั้งหมด

เมื่อตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Standard plate count (ใช้เทคนิค Spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA) และบ่มให้จุลินทรีย์เจริญที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในปลาสดที่ผลิตจากปลาน้ำจืดทั้ง 5 ชนิด มีปริมาณใกล้เคียงกัน ซึ่งจำนวนที่ตรวจนับได้มีการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเริ่มต้นของการหมักถึงวันที่ 3 ของการหมัก และมีแนวโน้มลดลงที่ระยะหมัก 4 และ 5 วัน คือ จำนวนจุลินทรีย์โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.6212 ถึง 7.6284 logCFU/กรัม และเป็นโคโลนีของแบคทีเรียเป็นหลัก พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุดในวันที่ 2 ของการหมัก ยกเว้นปลาสวายที่เป็นปลาที่มีขนาดใหญ่และมีไขมันมากที่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุดในวันที่ 3 (ตารางที่ 6.11)

2) ยีสต์และรา

จากการตรวจหายีสต์และราด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt yeast extract agar (MYA) นั้น ตรวจไม่พบราในทุกตัวอย่างปลาสด ซึ่งตรงกับการกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสด มาตรฐานเลขที่ มพช. 26/2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) แต่พบยีสต์ในตัวอย่างปลาหมักจากปลาน้ำจืดทั้ง 5 ชนิด ในปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระยะเริ่มต้นของการหมัก (วันที่ 0) พบยีสต์ในตัวอย่างปลาหมักในปริมาณใกล้เคียงกัน คือ 2.5250 ถึง 3.6721 logCFU/กรัม โดยปลาหมักที่ผลิตจากปลาตะเพียนตรวจพบปริมาณยีสต์เริ่มต้นสูงสุด และปลาหมักที่ผลิตจากปลานวลจันทร์ตรวจพบปริมาณยีสต์เริ่มต้นต่ำสุด (ตารางที่ 6.11) เมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้นพบว่าจำนวนยีสต์มีการเปลี่ยนแปลงทั้งที่เพิ่มขึ้นและลดลงเป็นรูปแบบคล้ายกันตลอดระยะหมัก 1 ถึง 5 วัน คือ พบอยู่ในช่วง 4.8893 ถึง 6.9445 logCFU/กรัม (ตารางที่ 6.11) และโดยเฉลี่ยมีจำนวนสูงสุดในวันที่ 4 ของการหมัก ยกเว้นปลาหมักจากปลานิลและปลาสวายพบจำนวนยีสต์สูงสุดในวันที่ 3 ของการหมัก (ตารางที่ 6.11) ซึ่งผลการตรวจนับที่ได้นี้มีค่าน้อยกว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด

3) แบคทีเรียกรดแล็กติก

ผลการวิเคราะห์หาแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในปลาหมัก พบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกเริ่มต้นที่ตรวจนับได้ก่อนกระบวนการหมัก (ระยะหมัก 0 วัน) มีจำนวนใกล้เคียงกันทั้ง 5 ชนิดของตัวอย่างปลาหมัก และเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้นพบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในปลาตะเพียน ปลาช่อน ปลานวลจันทร์ และปลานิล มีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน และมีค่าตรวจนับสูงสุดในช่วงระยะหมัก 3-4 วัน (การศึกษานี้ตรวจวัดเพียงถึงวันที่ 5 ของการหมัก) ทั้งผลการตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 (ตารางที่ 6.11) ยกเว้นตัวอย่างปลาหมักปลาสวายมีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 มีค่าตรวจนับสูงสุดที่ระยะหมัก 2 วัน ($8.9890 \log\text{CFU/กรัม}$) ในขณะที่ปลานวลจันทร์มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 ปริมาณสูงสุดที่ระยะหมัก 5 วัน ($9.0212 \log\text{CFU/กรัม}$) และมีจำนวนมากกว่าที่พบในปลาหมักอื่นอีก 4 ชนิด และผลการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 ที่ได้นี้เป็นปริมาณที่สูงกว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ผลการตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่มีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณ 10% (10% NaCl) ไม่พบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ระยะหมัก 0 วัน แต่เมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้นพบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกมีค่าเพิ่มขึ้นในปริมาณใกล้เคียงกันในตัวอย่างปลาน้ำจืดทั้ง 5 ชนิด คือ มีค่าอยู่ในช่วง 2.1703 ถึง $3.9058 \log\text{CFU/กรัม}$ ซึ่งปริมาณที่ตรวจนับได้มีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 (ตารางที่ 6.12) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะโคโลนีที่พบเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเดียวกัน พบว่ามีทั้งโคโลนีที่มีลักษณะเหมือนและแตกต่างกันจากตัวอย่างปลาสามที่มาจากปลาชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน ทั้งนี้ได้มีการสุ่มเก็บโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกจากปลาสามที่มีอายุหมัก 3 วัน เพื่อการวิเคราะห์ชนิดต่อไป

ตารางที่ 6.11 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดแล็กติก ของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก จากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบระยะเวลาหมักต่างกัน

ชนิดของปลา	ระยะ หมัก (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)				
		จำนวน จุลินทรีย์	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก		
				MRS agar	MRS+CaCO ₃	MRS+NaCl
ปลาตะเพียน	0	3.7745 ^f	3.6721 ^f	3.4969 ^f	3.7959 ^f	ND
	1	6.5340 ^c	5.2095 ^d	5.3997 ^c	6.1614 ^c	2.3729 ^c
	2	7.4409 ^a	5.5315 ^c	7.0607 ^d	7.1303 ^d	3.5705 ^d
	3	7.2923 ^b	6.3424 ^b	8.5302 ^a	8.2041 ^b	3.9058 ^a
	4	7.1038 ^c	6.4857 ^a	8.4216 ^b	8.4698 ^a	3.6493 ^c
	5	6.7364 ^d	4.8893 ^e	8.3032 ^c	8.0792 ^c	3.7076 ^b
ปลาดุก	0	3.7709 ^f	2.6284 ^f	3.6128 ^f	3.6990 ^f	ND
	1	6.2672 ^c	5.6484 ^d	6.1038 ^c	5.8062 ^c	2.1703 ^c
	2	7.6284 ^a	5.9469 ^c	7.8722 ^d	7.8633 ^d	3.4150 ^b
	3	7.6064 ^b	6.1584 ^b	8.5340 ^a	8.5563 ^b	3.3502 ^c
	4	7.3655 ^c	6.4886 ^a	8.5051 ^b	8.6902 ^a	3.0043 ^d
	5	6.7404 ^d	5.0453 ^e	8.2355 ^c	8.3222 ^c	3.5250 ^a
ปลานวลจันทร์	0	3.8388 ^f	2.5250 ^f	3.4914 ^f	3.4393 ^f	ND
	1	5.8837 ^c	4.9294 ^e	5.9661 ^e	5.6902 ^c	2.4378 ^c
	2	6.8235 ^a	5.7284 ^c	7.2355 ^d	7.7853 ^d	3.6180 ^c
	3	6.5587 ^b	6.3304 ^b	8.3979 ^a	8.2833 ^c	3.7226 ^b
	4	6.4150 ^c	6.3802 ^a	8.0253 ^c	8.9542 ^b	3.8222 ^a
	5	6.3945 ^d	5.3222 ^d	8.3874 ^b	9.0212 ^a	3.5051 ^d
ปลานิล	0	3.9420 ^f	2.8893 ^f	3.5378 ^f	3.3010 ^f	ND
	1	5.1335 ^e	5.3444 ^e	5.2430 ^e	6.0253 ^c	2.3075 ^e
	2	7.7839 ^a	6.3838 ^c	7.2355 ^d	7.4548 ^d	3.8388 ^a
	3	6.9020 ^d	6.9445 ^a	8.8035 ^a	8.9365 ^a	3.6335 ^c
	4	7.3160 ^c	6.4440 ^b	8.1239 ^c	8.2810 ^b	3.6776 ^b
	5	7.3598 ^b	5.9191 ^d	8.1673 ^b	8.0719 ^c	3.4393 ^d
ปลาสวาย	0	3.6212 ^f	3.2672 ^f	3.5563 ^f	4.2041 ^f	ND
	1	5.1523 ^e	5.3404 ^e	5.7404 ^e	6.7782 ^c	2.6675 ^c
	2	6.3522 ^d	5.3979 ^d	8.0453 ^d	8.9890 ^a	3.5563 ^a
	3	6.9469 ^a	6.9138 ^a	8.6990 ^b	8.7993 ^b	3.4133 ^b
	4	6.8808 ^b	5.8482 ^b	8.7924 ^a	8.6990 ^c	3.1790 ^c
	5	6.3945 ^c	5.6232 ^c	8.3674 ^c	8.3160 ^d	3.1303 ^d

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งของแต่ละระยะเวลาหมัก แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS,

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และยีสต์และราโดยใช้อาหาร Malt yeast extract agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃ และ MRS agar ที่เติม 10% NaCl แล้วบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

ตารางที่ 6.12 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดแล็กติก ของผลิตภัณฑ์ปลาสามหมักจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด โดยเปรียบเทียบชนิดของปลา

ระยะ หมัก (วัน)	ชนิดของปลา	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)				
		จำนวน จุลินทรีย์	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก		
				MRS agar	MRS+CaCO ₃	MRS+NaCl
0	ปลาตะเพียน	3.7745 ^c	3.6721 ^a	3.4969 ^d	3.7959 ^b	ND
	ปลาดุก	3.7709 ^d	2.6284 ^d	3.6128 ^a	3.6990 ^c	ND
	ปลานวลจันทร์	3.8388 ^b	2.5250 ^e	3.4914 ^e	3.4393 ^d	ND
	ปลานิล	3.9420 ^a	2.8893 ^c	3.5378 ^c	3.3010 ^e	ND
	ปลาสร้อย	3.6212 ^e	3.2672 ^b	3.5563 ^b	4.2041 ^a	ND
1	ปลาตะเพียน	6.5340 ^a	5.2095 ^d	5.3997 ^d	6.1614 ^b	2.3729 ^c
	ปลาดุก	6.2672 ^b	5.6484 ^a	6.1038 ^a	5.8062 ^d	2.1703 ^e
	ปลานวลจันทร์	5.8837 ^c	4.9294 ^e	5.9661 ^b	5.6902 ^e	2.4378 ^b
	ปลานิล	5.1335 ^e	5.3444 ^b	5.2430 ^e	6.0253 ^c	2.3075 ^d
	ปลาสร้อย	5.1523 ^d	5.3404 ^c	5.7404 ^c	6.7782 ^a	2.6675 ^a
2	ปลาตะเพียน	7.4409 ^c	5.5315 ^d	7.0607 ^e	7.1303 ^e	3.5705 ^c
	ปลาดุก	7.6284 ^b	5.9469 ^b	7.8722 ^b	7.8633 ^b	3.4150 ^e
	ปลานวลจันทร์	6.8235 ^d	5.7284 ^c	7.2355 ^c	7.7853 ^c	3.6180 ^b
	ปลานิล	7.7839 ^a	6.3838 ^a	7.2355 ^d	7.4548 ^d	3.8388 ^a
	ปลาสร้อย	6.3522 ^e	5.3979 ^e	8.0453 ^a	8.9890 ^a	3.5563 ^d
3	ปลาตะเพียน	7.2923 ^b	6.3424 ^c	8.5302 ^d	8.2041 ^e	3.9058 ^a
	ปลาดุก	7.6064 ^a	6.1584 ^e	8.5340 ^c	8.5563 ^c	3.3502 ^e
	ปลานวลจันทร์	6.5587 ^e	6.3304 ^d	8.3979 ^e	8.2833 ^d	3.7226 ^b
	ปลานิล	6.9020 ^d	6.9445 ^a	8.8035 ^a	8.9365 ^a	3.6335 ^c
	ปลาสร้อย	6.9469 ^c	6.9138 ^b	8.6990 ^b	8.7993 ^b	3.4133 ^d
4	ปลาตะเพียน	7.1038 ^c	6.4857 ^b	8.4216 ^c	8.4698 ^d	3.6493 ^c
	ปลาดุก	7.3655 ^a	6.4886 ^a	8.5051 ^b	8.6902 ^c	3.0043 ^e
	ปลานวลจันทร์	6.4150 ^e	6.3802 ^d	8.0253 ^e	8.9542 ^a	3.8222 ^a
	ปลานิล	7.3160 ^b	6.4440 ^c	8.1239 ^d	8.2810 ^e	3.6776 ^b
	ปลาสร้อย	6.8808 ^d	5.8482 ^e	8.7924 ^a	8.6990 ^b	3.1790 ^d
5	ปลาตะเพียน	6.7364 ^c	4.8893 ^e	8.3032 ^c	8.0792 ^d	3.7076 ^a
	ปลาดุก	6.7404 ^b	5.0453 ^d	8.2355 ^d	8.3222 ^b	3.5250 ^b
	ปลานวลจันทร์	6.3945 ^d	5.3222 ^c	8.3874 ^a	9.0212 ^a	3.5051 ^c
	ปลานิล	7.3598 ^a	5.9191 ^a	8.1673 ^e	8.0719 ^e	3.4393 ^d
	ปลาสร้อย	6.3945 ^e	5.6232 ^b	8.3674 ^b	8.3160 ^c	3.1303 ^e

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแต่ละระยะเวลามาก แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS,

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และยีสต์และราโดยใช้อาหาร Malt yeast extract agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃ และ MRS agar ที่เติม 10% NaCl แล้วบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

ง. การวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้ปลาหมักใน

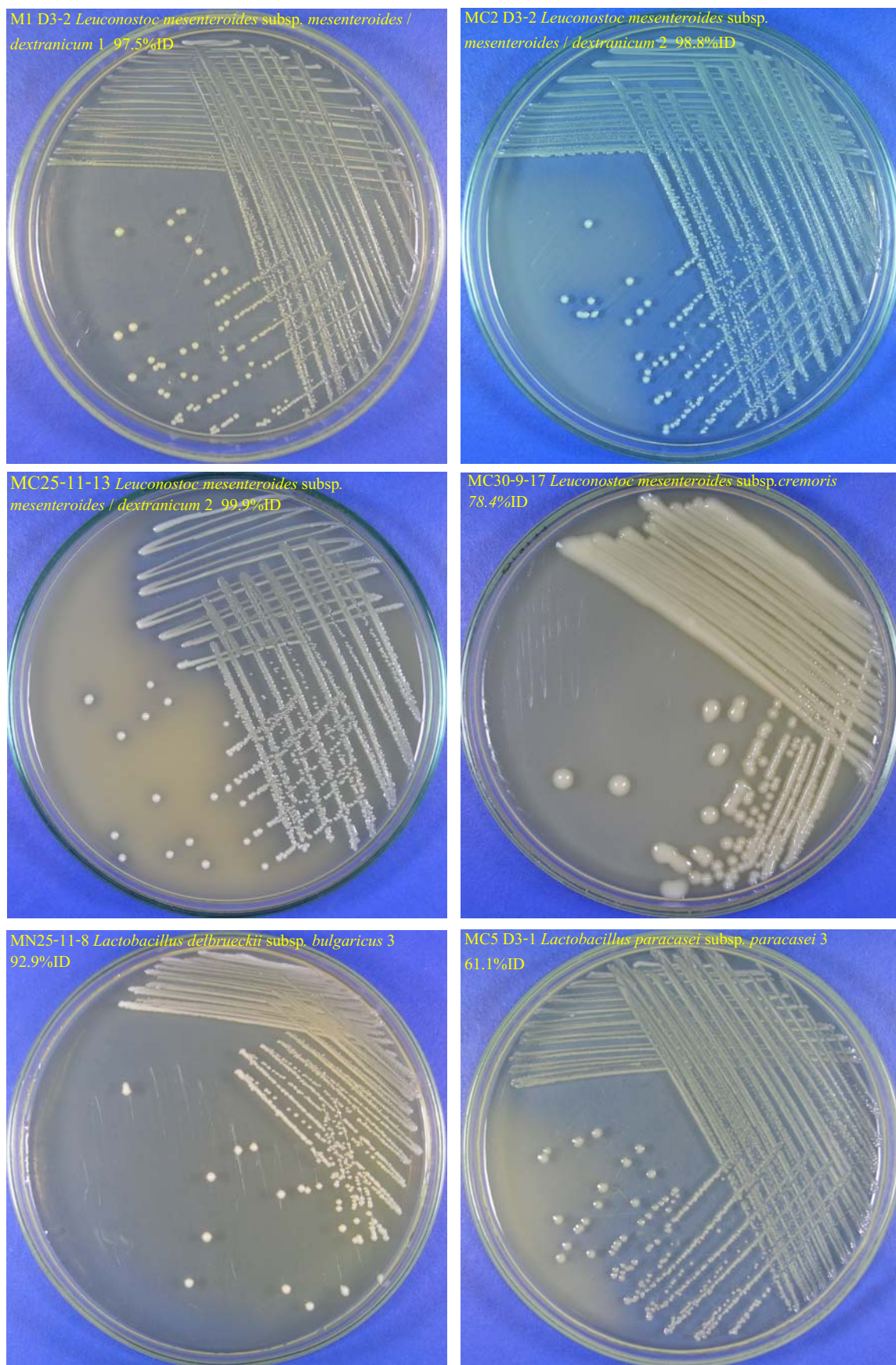
ห้องปฏิบัติการ

เมื่อนำไอโซเลทที่พบเด่นของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่แยกได้ได้จากปลาหมัก (อายุหมัก 3 วัน) ที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์ชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทเหล่านี้คือ *Lactobacillus brevis* หลายสายพันธุ์, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus* sp. (มีความเหมือนกับ *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* เมื่อเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API, bioMérieux, Inc.) *Leuconostoc mesenteroides* (พบทั้งสายพันธุ์ที่มีความเหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 1 97.5% เหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 2 99.8, 99.0 และ 98.8% และเหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* 78.4%), *Pediococcus pentosaceus*, *Aerococcus* sp., และ *Lactobacillus* sp. (มีความเหมือนกับ *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* 3 61.1%) (ตารางที่ 6.13 และรูปที่ 6.8)

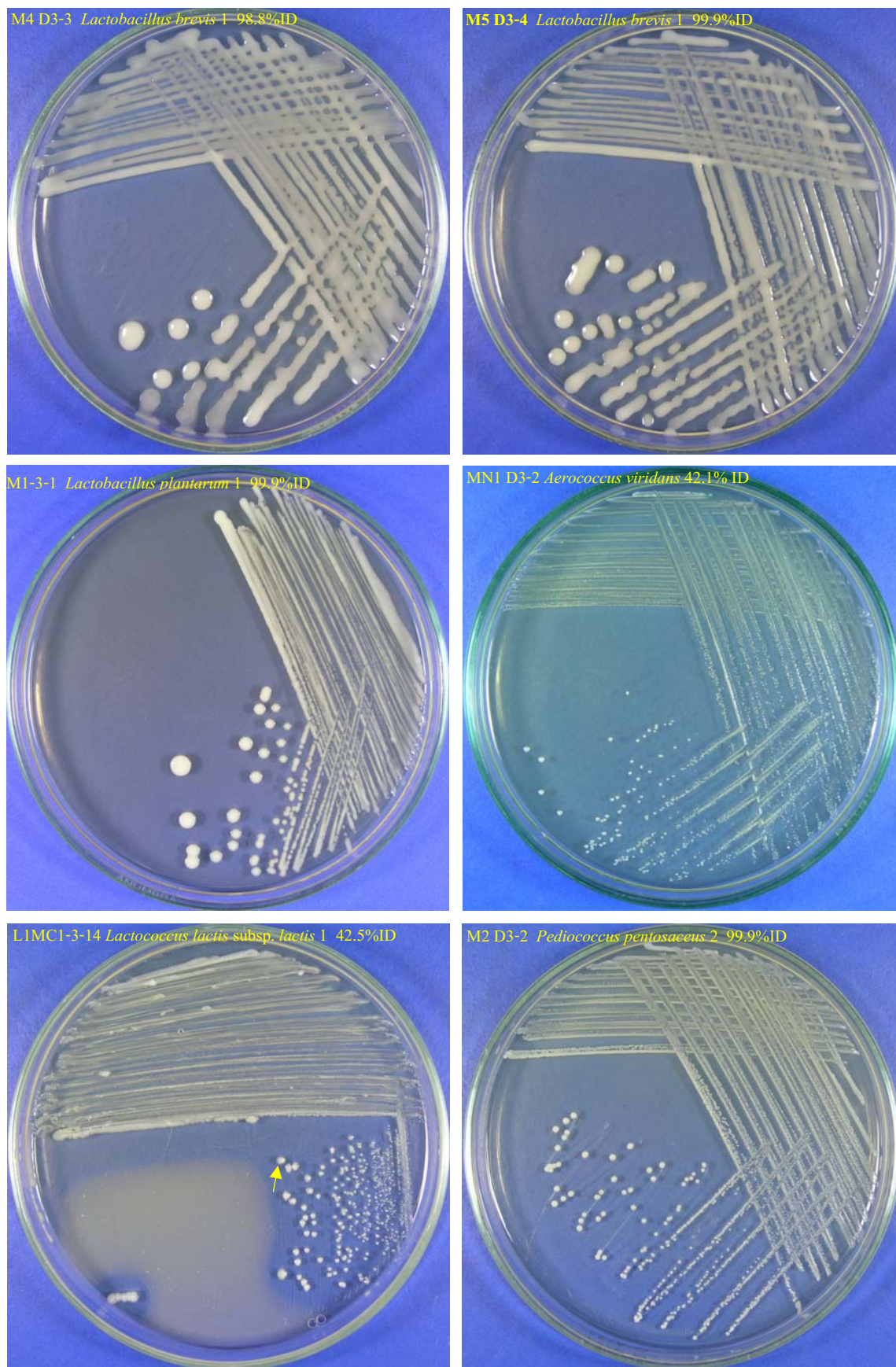
Lactobacillus brevis เป็นชนิดที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตจากปลาทั้ง 5 ชนิด (ปลาตะเพียน ปลานิล ปลาดุก ปลานวลจันทร์ และปลาซวย) อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้วิเคราะห์หาจุลินทรีย์ในแต่ละวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของการหมักปลาหมัก และยังมีแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบอีกหลายไอโซเลทที่ยังไม่ได้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์ชนิดด้วยข้อจำกัดของเวลาและงบประมาณ

ตารางที่ 6.13 แบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่ทดลองหมักใน
ห้องปฏิบัติการ

ชนิดของปลา	ชนิดของแบคทีเรีย กรดแล็กติก	API 50CHL Database (bioMérieux, Inc.)	
		% ความ เหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง
ปลาทะเียน	<i>Lactobacillus brevis</i>	99.9	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i> 1
	<i>Lactobacillus</i> sp.	92.9	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	98.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/dextranicum</i> 2
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.0	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/dextranicum</i> 2
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/dextranicum</i> 2
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	78.4	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99.9	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 2
	<i>Aerococcus</i> sp.	42.1	<i>Aerococcus viridans</i>
	<i>Lactococcus</i> sp.	42.5	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 1
ปลาคู	<i>Lactobacillus brevis</i>	99.9	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	97.5	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/dextranicum</i> 1
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	98.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/dextranicum</i> 2
	<i>Aerococcus</i> sp.	42.1	<i>Aerococcus viridans</i>
ปลานวลจันทร์	<i>Lactobacillus brevis</i>	98.8	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus brevis</i>	92.5	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus</i> sp.	61.1	<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> 3
	<i>Aerococcus</i> sp.	42.1	<i>Aerococcus viridans</i>
ปลานิล	<i>Lactobacillus brevis</i>	92.5	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Aerococcus</i> sp.	42.1	<i>Aerococcus viridans</i>
	Unidentified isolate (coccus cell shape)	88.5	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> (rod cell shape)
ปลาชวย	<i>Lactobacillus brevis</i>	99.9	<i>Lactobacillus brevis</i> 1
	<i>Lactobacillus</i> sp.	61.1	<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> 3
	Unidentified isolate (coccus cell shape)	88.5	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> (rod cell shape)



รูปที่ 6.8 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 ในอาหารบางงานเลี้ยงเชื้อ) และแยกได้จากปลาสดที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 6.8 (ต่อ) ตัวอย่างลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เจริญบนอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3 ในอาหารบางงานเลี้ยงเชื้อ) และแยกได้จากปลาสามที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ

6.3.1.3 การศึกษาภาวะที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมัก

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพองค์ประกอบทางเคมีของปลาสด ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณเกลือ และปริมาณกรดทั้งหมด เมื่อทำการหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0 ถึง 32 ชั่วโมง (ตารางที่ 6.14) พบว่าปริมาณความชื้นของปลาสดเมื่อทำการหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าระหว่างร้อยละ 70.46-65.63 โดยน้ำหนัก และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นร้อยละ 69.85-66.26 โดยน้ำหนัก เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของปลาสดระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาเท่ากัน พบว่าโดยส่วนใหญ่ปลาสดมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาสดที่ทำการหมักที่ 25 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเริ่มมีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมงและลดลงจนกระทั่งเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.75 แต่เมื่อทำการหมักปลาสดที่ 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มลดลงเมื่อหมักได้ 24 ชั่วโมงและลดลง เมื่อครบเวลาหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.52 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการหมักพบว่าการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปลาสดมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าการหมักที่ 25 องศาเซลเซียส นับตั้งแต่การหมักผ่านไป 24 ชั่วโมงและเป็นเช่นนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาในการหมัก ส่วนปริมาณเกลือเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการหมักผ่านไปส่งผลให้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีรูปแบบทั้งปลาสดที่ทำการหมักที่ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ในขณะที่เมื่อพิจารณาปริมาณเกลือของปลาสดที่ทำการหมักที่ระยะเวลาเดียวกันกลับมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกมีสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่าง คือ พบว่าเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณกรดของปลาสดที่ทำการหมักที่ 25 และ 30 องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่าปริมาณกรดทั้งหมดของปลาสดที่ทำการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่าปลาสดที่ทำการหมักที่ 25 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 6.14 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์พลาสติกหมักในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส

ระยะหมัก (ชั่วโมง)	ปริมาณความชื้น (%)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
	25°C	30°C	25°C	30°C	25°C	30°C	25°C	30°C
0	67.94±1.31 ^{bc}	67.94±1.31 ^{abc}	6.09±0.01 ^a	6.09±0.01 ^a	0.22±0.00 ^e	0.22±0.00 ⁱ	3.42±0.03 ^{bcd}	3.42±0.03 ^d
12	65.63±0.63 ^d	69.24±0.60 ^{ab}	6.08±0.01 ^a	6.11±0.01 ^a	0.20±0.00 ^f	0.24±0.00 ^h	3.04±0.15 ^{bcd}	2.18±0.04 ⁱ
24	70.46±0.15 ^a	68.81±0.21 ^{ab}	6.10±0.01 ^a	6.02±0.01 ^a	0.25±0.00 ^d	0.25±0.00 ^g	2.64±0.10 ^e	3.13±0.04 ^{gh}
36	67.68±0.43 ^{bc}	67.20±0.27 ^{bc}	6.02±0.02 ^b	5.98±0.02 ^c	0.25±0.01 ^d	0.26±0.01 ^g	3.60±0.05 ^{abc}	3.34±0.02 ^{de}
48	68.94±1.06 ^{bc}	68.53±0.63 ^{abc}	5.99±0.02 ^b	5.90±0.02 ^d	0.26±0.01 ^d	0.30±0.01 ^f	3.37±0.18 ^{bcd}	3.08±0.07 ^h
60	68.56±0.29 ^{ab}	67.88±0.06 ^{abc}	5.71±0.01 ^{ef}	5.72±0.02 ^c	0.32±0.00 ^c	0.33±0.00 ^c	3.64±0.03 ^{ab}	3.26±0.04 ^{ef}
72	69.25±0.32 ^{ab}	69.85±0.12 ^a	5.75±0.01 ^d	5.55±0.01 ^g	0.32±0.01 ^c	0.39±0.01 ^c	2.99±0.07 ^{cde}	3.04±0.08 ^h
84	66.12±0.90 ^{cd}	67.68±0.10 ^{abc}	5.70±0.01 ^{ef}	5.61±0.01 ^f	0.33±0.01 ^c	0.37±0.00 ^d	2.86±0.02 ^{de}	3.21±0.02 ^{fg}
96	67.97±0.14 ^{bc}	69.54±0.37 ^a	5.73±0.01 ^{ed}	5.61±0.01 ^f	0.34±0.09 ^c	0.40±0.00 ^c	3.58±0.11 ^{bcd}	3.55±0.00 ^c
108	68.65±0.56 ^{ab}	67.59±0.97 ^{abc}	5.82±0.03 ^c	5.71±0.03 ^c	0.36±0.00 ^b	0.43±0.01 ^b	3.60±0.16 ^{abc}	3.67±0.02 ^b
120	68.37±1.95 ^b	67.72±1.07 ^{abc}	5.68±0.03 ^f	5.54±0.06 ^g	0.37±0.00 ^b	0.47±0.00 ^a	3.99±0.12 ^a	3.70±0.09 ^b
132	69.42±0.50 ^{ab}	66.26±2.40 ^c	5.75±0.03 ^d	5.52±0.01 ^g	0.40±0.00 ^a	0.47±0.00 ^a	3.43±0.03 ^{abcd}	3.80±0.05 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

2) การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักพลาสติก

วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตหมักพลาสติกในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ปลาตะเพียนเป็นวัสดุคอก เพื่อเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก คือ 25 และ 30 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างปลาหมักทุก ๆ 12 ชั่วโมง ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ 132 ของการหมัก ได้ผลดังนี้

2.1) จุลินทรีย์ทั้งหมด

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส มีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.7520-7.9269 และ 4.5966-7.5911 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.15) ที่ระยะหมัก 0 ชั่วโมง พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาหมักค่อนข้างน้อยและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 4.7520 และ 4.5966 logCFU/กรัม สำหรับปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้นพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะหมักและมีจำนวนสูงสุดที่ระยะหมัก 120 ชั่วโมง ในขณะที่ปลาหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับได้โดยรวมเร็วกว่าที่พบในปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีปริมาณสูงสุดที่ระยะหมัก 72 ชั่วโมง (ตารางที่ 6.15) จากนั้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาหมักเริ่มมีแนวโน้มลดลง

2.2) ยีสต์และรา

จากการตรวจหาจำนวนยีสต์และราในตัวอย่างปลาหมักด้วยอาหาร MYA ไม่พบโคโลนีของราในทุกตัวอย่างปลาหมัก และที่ระยะหมักต่างกันพบว่าตัวอย่างปลาหมักมีปริมาณยีสต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจำนวนยีสต์ที่ตรวจพบในตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ระยะหมัก 0 ถึง 132 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยในช่วง 2.7782-6.6990 และ 2.1761-6.6990 logCFU/กรัม ตามลำดับ โดยจำนวนยีสต์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากชั่วโมงที่ 0 จนกระทั่งมีจำนวนยีสต์สูงสุด ที่ระยะหมัก 84 ชั่วโมง จากนั้นจำนวนยีสต์มีแนวโน้มลดลงจนสิ้นสุดระยะการหมักที่ 132 ชั่วโมง (ตารางที่ 6.15)

2.3) แบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria)

สำหรับการวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมัก พบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมักแต่ละอุณหภูมิของการหมักที่ตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 มีค่าค่อนข้างสูง และมีค่าเริ่มต้นที่ระยะหมัก 0 ชั่วโมงใกล้เคียงกัน (4.3766 ถึง 4.675 logCFU/กรัม) ในขณะที่ผลการตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณ 10% (10% NaCl) ไม่พบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักที่ระยะหมักเริ่มต้น (0 ชั่วโมง) ส่วนที่ระยะหมักอื่นพบว่ามีจำนวนน้อยกว่าจำนวนที่ตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 แสดงถึงผลของเกลือต่อการเจริญของแบคทีเรียกรดแล็กติก เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ระยะหมักต่าง ๆ พบว่าตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกปริมาณสูงสุดที่ระยะหมัก 84 ชั่วโมง (ตารางที่ 6.15) ในขณะที่จำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าปริมาณสูงสุดที่ระยะหมัก 96 ชั่วโมง แต่เมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักที่ระยะหมักเดียวกัน พบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเร็วกว่าจำนวนที่พบในตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกมากกว่า 5 logCFU/กรัม ที่ระยะหมักผ่านไปเพียง 12 ชั่วโมง ในขณะที่ตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ยังคงมีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติก 4.5855 และ 4.8357 logCFU/กรัม ที่ระยะหมักเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้งที่ตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 มีค่าสูงกว่าที่พบในตัวอย่างปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เกือบทุกระยะหมัก (ตารางที่ 6.15)

เมื่อพิจารณาข้อมูลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดแล็กติก และคุณภาพทางเคมีและกายภาพของปลาที่หมักได้ ทั้งอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่จัดได้ว่าเหมาะสมต่อกระบวนการหมักปลาสำมาจากปลาตะเพียน

ตารางที่ 6.15 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส (เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์เมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้น)

ระยะหมัก (ชั่วโมง)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)									
	จุลินทรีย์ทั้งหมด		ยีสต์		แบคทีเรียกรดแล็กติก					
					MRS agar		MRS+CaCO ₃		MRS+NaCl	
	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C
0	4.7520 ^l	4.5966 ^l	2.7782 ^l	2.1761 ^j	4.6075 ^k	4.5966 ^l	4.3766 ^l	4.4624 ^l	0.0000 ^l	0.0000 ^l
12	4.8976 ^k	5.9845 ^k	3.6990 ^k	3.1761 ⁱ	4.5855 ^l	5.4014 ^k	4.8357 ^k	5.9004 ^k	2.0607 ^j	2.0414 ^k
24	6.4150 ^j	7.0864 ⁱ	5.3979 ^f	4.7782 ^f	6.1703 ^j	6.1875 ^j	6.3579 ^j	6.3324 ^j	2.0000 ^k	2.4314 ^j
36	6.6128 ⁱ	7.4472 ^e	5.6990 ^e	6.3979 ^d	7.0569 ^h	7.1492 ⁱ	7.0755 ⁱ	7.1004 ⁱ	2.1903 ⁱ	2.8808 ⁱ
48	7.1004 ^f	7.5185 ^c	6.3010 ^d	6.6532 ^b	7.6180 ^d	7.3802 ^f	7.6532 ^d	7.1303 ^h	3.5250 ^d	3.0414 ^h
60	7.5740 ^c	7.4698 ^d	6.3979 ^c	6.5441 ^c	7.7520 ^c	7.7889 ^c	7.7118 ^c	7.7482 ^b	3.4871 ^c	3.6990 ^b
72	7.5563 ^d	7.5911 ^a	6.6128 ^b	6.6532 ^b	7.7672 ^b	7.7993 ^b	7.7160 ^b	7.7404 ^c	3.7597 ^c	3.6628 ^c
84	7.6857 ^b	7.5623 ^b	6.6990 ^a	6.6990 ^a	7.8162 ^a	7.5563 ^c	7.8751 ^a	7.6128 ^d	3.7782 ^b	3.8603 ^a
96	7.1399 ^c	7.1790 ^f	4.6021 ⁱ	5.4771 ^e	7.3054 ^f	7.9469 ^a	7.3032 ^g	7.9294 ^a	3.8573 ^a	3.6484 ^d
108	7.0334 ^g	7.1761 ^h	4.8129 ^h	4.1761 ^h	7.3802 ^e	7.6021 ^d	7.4624 ^c	7.5966 ^c	3.0294 ^h	3.5315 ^c
120	7.9269 ^a	7.0212 ^j	4.9085 ^g	4.4771 ^g	7.1614 ^g	7.3010 ^g	7.4249 ^f	7.3802 ^f	3.3365 ^f	3.1875 ^f
132	6.9165 ^h	7.1761 ^g	4.1367 ^j	4.1761 ^h	7.0128 ⁱ	7.2788 ^h	7.2430 ^h	7.3032 ^g	3.2672 ^g	3.1492 ^g

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนระหว่างอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS,

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃ และ 10%NaCl) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

ตารางที่ 6.16 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่สำรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส (เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ระยะหมักเดียวกันของปลาหมัก 2 อุณหภูมิหมัก)

ระยะหมัก (ชั่วโมง)	จำนวนจุลินทรีย์ *(logCFU/กรัม)									
	จุลินทรีย์ทั้งหมด		ยีสต์		แบคทีเรียกรดแล็กติก					
					MRS agar		MRS+CaCO ₃		MRS+NaCl	
	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C
0	4.7520 ^a	4.5966 ^b	2.7782 ^a	2.1761 ^b	4.6075 ^a	4.5966 ^b	4.3766 ^b	4.4624 ^a	0.0000 ^a	0.0000 ^a
12	4.8976 ^b	5.9845 ^a	3.6990 ^a	3.1761 ^b	4.5855 ^b	5.4014 ^a	4.8357 ^b	5.9004 ^a	2.0607 ^a	2.0414 ^b
24	6.4150 ^b	7.0864 ^a	5.3979 ^a	4.7782 ^b	6.1703 ^b	6.1875 ^a	6.3579 ^a	6.3324 ^b	2.0000 ^b	2.4314 ^a
36	6.6128 ^b	7.4472 ^a	5.6990 ^b	6.3979 ^a	7.0569 ^b	7.1492 ^a	7.0755 ^b	7.1004 ^a	2.1903 ^b	2.8808 ^a
48	7.1004 ^b	7.5185 ^a	6.3010 ^b	6.6532 ^a	7.6180 ^a	7.3802 ^b	7.6532 ^a	7.1303 ^b	3.5250 ^a	3.0414 ^b
60	7.5740 ^a	7.4698 ^b	6.3979 ^b	6.5441 ^a	7.7520 ^b	7.7889 ^a	7.7118 ^b	7.7482 ^a	3.4871 ^b	3.6990 ^a
72	7.5563 ^b	7.5911 ^a	6.6128 ^b	6.6532 ^a	7.7672 ^b	7.7993 ^a	7.7160 ^b	7.7404 ^a	3.7597 ^a	3.6628 ^b
84	7.6857 ^a	7.5623 ^b	6.6990 ^a	6.6990 ^b	7.8162 ^a	7.5563 ^b	7.8751 ^a	7.6128 ^b	3.7782 ^b	3.8603 ^a
96	7.1399 ^b	7.1790 ^a	4.6021 ^b	5.4771 ^a	7.3054 ^b	7.9469 ^a	7.3032 ^b	7.9294 ^a	3.8573 ^a	3.6484 ^b
108	7.0334 ^b	7.1761 ^a	4.8129 ^a	4.1761 ^b	7.3802 ^b	7.6021 ^a	7.4624 ^b	7.5966 ^a	3.0294 ^b	3.5315 ^a
120	7.9269 ^a	7.0212 ^b	4.9085 ^a	4.4771 ^b	7.1614 ^b	7.3010 ^a	7.4249 ^a	7.3802 ^b	3.3365 ^a	3.1875 ^b
132	6.9165 ^b	7.1761 ^a	4.1367 ^b	4.1761 ^a	7.0128 ^b	7.2788 ^a	7.2430 ^b	7.3032 ^a	3.2672 ^a	3.1492 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนระหว่างอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจสอบหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃ และ 10%NaCl) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

6.3.2 การพัฒนาสูตรกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกสำหรับกระบวนการหมักปลาสด

6.3.2.1 การพัฒนาสูตรกล้าเชื้อเดี่ยวสำหรับการหมักปลาสด

จากข้อมูลการศึกษาตัวอย่างปลาสดที่ผลิตเป็นการค้าและจากที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ ได้เลือกแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นจำนวน 28 ไอโซเลท (สายพันธุ์) (ตารางที่ 6.5) และทดลองใช้เป็นกล้าเชื้อในการหมักปลาสดโดยแบ่งการหมักเป็น 4 ชุด ดังนี้

ตารางที่ 6.17 รายชื่อสายพันธุ์ รหัส และแหล่งที่มาของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่เลือกเป็นกล้าเชื้อเพื่อทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ

ลำดับที่	รหัสกล้าเชื้อ	สายพันธุ์แบคทีเรียกรดแล็กติก*ชนิดเด่นที่พบในปลาสดที่นำมาแยกเชื้อ	แหล่งผลิตวัตถุดิบปลาสดที่นำมาแยกเชื้อ
1	FKU 23	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> FKU 23 strain 1	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดขอนแก่น
2	FKU 48	<i>Lactobacillus brevis</i> FKU 48 strain 1	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดขอนแก่น
3	MYYS MRS 3	<i>Pediococcus pentosaceus</i> MYYS MRS 3 strain1	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดยโสธร
4	MYYS MC 9	<i>Pediococcus</i> sp.1 MYYS MC 9 (มีความเหมือนกับ <i>Pediococcus damnosus</i> ร้อยละ 79.4)	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดยโสธร
5	MYYS MC 11	<i>Lactobacillus plantarum</i> MYYS MC 11 strain 1	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดยโสธร
6	MYGYS MC 9	<i>Lactobacillus plantarum</i> MYGYS MC 9 strain 2	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดยโสธร
7	MYGYS MCN 6	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> MYGYS MCN 6 strain 2	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดยโสธร
8	JMU _b MRS 6	<i>Pediococcus pentosaceus</i> JMU _b MRS 6 strain 2	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดอุบลราชธานี
9	JMU _b MC 5	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> JMU _b MC 5 strain 3	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดอุบลราชธานี
10	FTMP 36	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> FTMP 36 strain 4	แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา
11	FTMP 37	<i>Lactobacillus plantarum</i> FTMP 37 strain 3	แหล่งผลิตในจังหวัดพะเยา
12	JPLP MR 5	<i>Lactobacillus coprophilus</i> JPLP MR 5 strain 1	สถานที่จำหน่ายในจังหวัดลำพูน
13	JPLP MC 1	<i>Lactobacillus plantarum</i> JPLP MC 1 strain 4	สถานที่จำหน่ายในจังหวัดลำพูน
14	JPLP MC 2	<i>Lactobacillus coprophilus</i> JPLP MC 2 strain 2	สถานที่จำหน่ายในจังหวัดลำพูน
15	FLB 4	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> FLB 4 strain 5	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดลพบุรี
16	FLB 36	<i>Pediococcus pentosaceus</i> FLB 36 strain 3	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดลพบุรี
17	FIS 4	<i>Lactobacillus brevis</i> FIS 4 strain 2	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดสิงห์บุรี
18	FIS 61	<i>Lactobacillus plantarum</i> FIS 61	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดสิงห์บุรี
19	FJPb 1	<i>Lactococcus lactis</i> FJPb 1	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดเพชรบูรณ์

* Strain ที่ระบุต่างกันเนื่องจากความแตกต่างของสมบัติทางชีวเคมีบางสมบัติ และเมื่อเทียบความเหมือนกับสายพันธุ์อ้างอิง แต่ละ Strain มีค่าร้อยละของความเหมือนที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 6.17 รายชื่อสายพันธุ์ รหัส และแหล่งที่มาของแบคทีเรียแล็กติกชนิดเด่นที่เลือกเป็นกล้าเชื้อเพื่อทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการ

ลำดับ ที่	รหัสกล้าเชื้อ	สายพันธุ์แบคทีเรียกรดแล็กติก* ชนิดเด่นที่พบในปลาสดที่นำมาแยกเชื้อ	แหล่งผลิตกล้าปลาสดที่นำมาแยกเชื้อ
20	FJPb 16	<i>Lactobacillus coprophilus</i> FJPb 16 strain 3	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดเพชรบูรณ์
21	FJPb MC 20	<i>Lactobacillus brevis</i> FJPb MC 20 strain 3	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดเพชรบูรณ์
22	FJPb MCN 23	<i>Pediococcus damnosus</i> FJPb MCN 23	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดเพชรบูรณ์
23	M1-3-1	<i>Lactobacillus plantarum</i> M1-3-1	ปลาตะเพียนหมักในห้องปฏิบัติการ มทส.
24	M2 D3-1	<i>Pediococcus pentosaceus</i> M2 D3-2 strain 4	ปลาตะเพียนหมักในห้องปฏิบัติการ มทส.
25	M4 D3-3	<i>Lactobacillus brevis</i> M4 D3-3 strain 4	ปลาตะเพียนหมักในห้องปฏิบัติการ มทส.
26	MC3 D3-1	<i>Lactobacillus brevis</i> MC3 D3-1 strain 5	ปลาตะเพียนหมักในห้องปฏิบัติการ มทส.
27	MC5 D3-1	<i>Lactobacillus paracasei</i> MC5 D3-1	ปลาตะเพียนหมักในห้องปฏิบัติการ มทส.
28	MN25-11-8	<i>Pediococcus</i> sp.2 MN25-11-8	ปลาตะเพียนหมักในห้องปฏิบัติการ มทส.
29	MIX 1	<i>Pediococcus pentosaceus</i> JMUb MRS 6 strain 2, <i>Leuconostoc mesenteroides</i> JMUb MC 5 strain 3 และ <i>Lactobacillus plantarum</i> JPLP MC 1 strain 4	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดอุบลราชธานีและสถานที่จำหน่ายในจังหวัดลำพูน
30	MIX 2	<i>Lactobacillus plantarum</i> MYYS MC 11 strain 1 และ <i>Pediococcus pentosaceus</i> FLB 36 strain 3	แหล่งผลิตที่ในจังหวัดยโสธรและจังหวัดลพบุรี

* Strain ที่ระบุต่างกันเนื่องจากความแตกต่างของสมบัติทางชีวเคมีบางสมบัติ และเมื่อเทียบความเหมือนกับสายพันธุ์อ้างอิง แต่ละ Strain มีค่าร้อยละของความเหมือนที่แตกต่างกัน
มทส. = มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การหมักชุดที่ 1 ประกอบด้วยรหัสกล้าเชื้อ FTMP 37, JPLP MR 5, JPLP MC 2, FJPb MC 20, M4D3-3 และ MC3D3-1

การหมักชุดที่ 2 ประกอบด้วยรหัสกล้าเชื้อ FTMP 36, FLB 4, FLB 36, FIS 4, FIS 61, FJPb 1, FJPb16 และ MN 25-11-8

การหมักชุดที่ 3 ประกอบด้วยรหัสกล้าเชื้อ FKU 23, FKU 48, JPLP MC 1, FJPb MCN 23, M1-3-1, M2D3-2, MC5D3-1 และ MIX 1

การหมักชุดที่ 4 ประกอบด้วยรหัสกล้าเชื้อ MYYS MRS 3, MYYS MC 9, MYYS MC 11, MYGYS MC 9, MYGYS MCN 6, JMUb MRS 6, JMUb MC 5 และ MIX 2

ในแต่ละครั้งของการหมักปลาสดด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นมีการหมักโดยใช้เชื้อธรรมชาติ (Control) ด้วยทุกครั้ง

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปลาสมุทรระหว่างกระบวนการหมักมีดังนี้

ก. คุณภาพทางเคมี

1) การหมักปลาสมุทรด้วยเกลือเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดที่ 1 และ 2

คุณภาพทางเคมีของปลาสมุทรที่หมักด้วยเกลือแบคทีเรียกรดแล็กติกของการหมักครั้งที่ 1 และ 2 ประกอบด้วยการใช้เกลือเดี่ยวจำนวน 14 ไอโซเลท (สายพันธุ์) คือรหัส FTMP 37, JPLP MR 5, JPLP MC 2, FJPb MC 20, M4D3-3, MC3D3-1, FTMP 36, FLB 4, FLB 36, FIS 4, FIS 61, FJPb 1, FJPb16 และ MN 25-11-8 และเชื้อตามธรรมชาติ (ชุดควบคุม) จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ Control 1 และ Control 2 หมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างปลาหมักวันที่ 0 และ 4 ของการหมัก พบว่าการหมักวันที่ 0 (ตารางที่ 6.18) มีปริมาณความชื้นของปลาหมักระหว่างร้อยละ 74.54-76.99 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control 2 และ MN 25-11-8 มีปริมาณความชื้นอยู่ในกลุ่มสูงที่สุด ในขณะที่ปลาหมัก Control 1, M4D3-3 และ FTMP 36 มีปริมาณความชื้นอยู่ในกลุ่มต่ำที่สุด ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมักมีค่าระหว่าง 6.08-6.28 โดยปลาหมัก FLB 36 และ FJPb 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันและอยู่ในกลุ่มที่สูงสุด ในขณะที่ปลาหมัก JPLP MR 5 และ MC3D3-1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันและอยู่ในกลุ่มที่ต่ำสุด ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 0.17-0.28 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาหมัก M4D3-3, FIS 4 และ MN 25-11-8 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุด ส่วนปลาหมัก JPLP MC 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกเมื่อพิจารณาในรูปฐานแห้ง พบว่าปลาหมัก MN 25-11-8 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 1.20 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมัก JPLP MC 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 0.68 โดยน้ำหนัก ซึ่งให้ผลที่ใกล้เคียงกันกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกแบบฐานเปียก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาหมัก MN 25-11-8 และ JPLP MC 2 ซึ่งอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกสูงและต่ำสุด ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ในตัวอย่างปลาหมักทั้ง 16 ตัวอย่าง พบว่าปลาหมัก Control 1 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 3.55 โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ ปลาหมัก JPLP MC 2 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ร้อยละ 3.14 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ปลาหมัก MN 25-11-8 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุดร้อยละ 1.62 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ปริมาณเกลือฐานแห้งมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับฐานเปียก คือ ปลาหมัก Control 1 และ JPLP MC 2 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุด 2 อันดับแรก คือ ร้อยละ 14.03 และ 12.42 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และปลาหมัก MN 25-11-8 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 7.07 โดยน้ำหนัก

เมื่อระยะเวลาการหมักผ่านไป 4 วัน (ตารางที่ 6.19) พบว่าปริมาณความชื้นของปลาหมักมีแนวโน้มลดลงโดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 69.63-75.25 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาหมัก JPLP MR 5, Control 2, FLB 36, FJPb1 และ MN 25-11-8 มีปริมาณความชื้นอยู่ในกลุ่มสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่

ปลาหมัก JPLP MC 2 มีปริมาณความชื้นต่ำสุด เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าปลาหมักทุกตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกที่แตกต่างกันส่งผลให้ปลาหมักที่หมักได้มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ 6.02 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก FJPb MC 20 และ JPLP MR5 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.89 และ 5.87 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก FIS 61 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 5.05 ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ของปลาหมักเมื่อเวลาการหมักผ่านไป 4 วัน มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 โดยปลาหมัก FIS 61 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 0.65 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาหมัก FIS 61 นี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดด้วย ส่วนกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด คือ ปลาหมัก Control 1, JPLP MR 5, JPLP MC 2, FJPb MC 20 และ M4D3-3 มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.30-0.31 โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 2.70-3.58 โดยน้ำหนัก ปลาหมักที่มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) อยู่ในกลุ่มสูงสุดและต่ำสุด คือ ปลาหมัก FTMP 36 และ FTMP 37 ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณเกลือในรูปแบบฐานแห้ง พบว่ามีแนวโน้มโดยรวมเป็นแบบเดียวกันกับฐานเปียก โดยปลาหมัก FTMP 36 และ FTMP 37 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดและต่ำสุดร้อยละ 13.46 และ 9.14 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ตารางที่ 6.18 คุณภาพทางเคมีของปลาสดที่หมักด้วยกล่ำเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกของการหมักชุดที่ 1 และ 2 เป็นระยะเวลา 0 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก (รหัสกล่ำเชื้อ)	ปริมาณความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
Control 1	74.67 ± 1.34 ^e	6.11 ± 0.01 ⁱ	0.21 ± 0.00 ^f	0.81 ± 0.01 ⁱ	3.55 ± 0.01 ^a	14.03 ± 0.01 ^a
FTMP 37	76.14 ± 0.62 ^{abcd}	6.15 ± 0.01 ^g	0.25 ± 0.01 ^{de}	1.06 ± 0.04 ^{ef}	2.68 ± 0.01 ^d	11.22 ± 0.01 ^d
JPLP MR 5	75.38 ± 0.41 ^{bcde}	6.08 ± 0.01 ^j	0.24 ± 0.00 ^e	0.98 ± 0.01 ^g	3.15 ± 0.03 ^h	12.81 ± 0.13 ^b
JPLP MC 2	74.73 ± 0.73 ^{de}	6.13 ± 0.01 ^h	0.17 ± 0.00 ^g	0.68 ± 0.00 ^j	3.14 ± 0.03 ^b	12.42 ± 0.09 ^b
FJPb MC 20	75.97 ± 1.22 ^{abcde}	6.11 ± 0.01 ⁱ	0.25 ± 0.01 ^{de}	1.03 ± 0.04 ^f	2.69 ± 0.09 ^d	11.19 ± 0.38 ^d
M4D3-3	74.54 ± 1.31 ^e	6.22 ± 0.00 ^d	0.28 ± 0.01 ^a	1.10 ± 0.03 ^{cde}	2.50 ± 0.08 ^e	9.84 ± 0.27 ^e
MC3D3-1	76.24 ± 0.53 ^{abc}	6.08 ± 0.01 ^j	0.25 ± 0.01 ^{de}	1.06 ± 0.05 ^{ef}	2.80 ± 0.02 ^c	11.78 ± 0.06 ^c
Control 2	76.97 ± 0.06 ^a	6.23 ± 0.01 ^{bc}	0.27 ± 0.00 ^{bc}	1.17 ± 0.01 ^{ab}	1.95 ± 0.06 ^h	8.49 ± 0.25 ^h
FTMP 36	74.54 ± 0.45 ^e	6.18 ± 0.01 ^f	0.22 ± 0.01 ^f	0.87 ± 0.02 ^h	2.38 ± 0.09 ^f	9.33 ± 0.35 ^f
FLB 4	75.91 ± 0.97 ^{abcde}	6.23 ± 0.01 ^{de}	0.26 ± 0.01 ^{cd}	1.05 ± 0.02 ^f	1.95 ± 0.01 ^h	8.09 ± 0.03 ⁱ
FLB 36	76.10 ± 0.24 ^{abcd}	6.28 ± 0.01 ^a	0.25 ± 0.01 ^{de}	1.04 ± 0.03 ^f	2.70 ± 0.07 ^{cd}	11.31 ± 0.30 ^d
FIS 4	75.14 ± 0.05 ^{cde}	6.24 ± 0.01 ^c	0.28 ± 0.01 ^a	1.12 ± 0.04 ^{bcd}	2.21 ± 0.11 ^g	8.88 ± 0.45 ^{gh}
FIS 61	76.66 ± 0.89 ^{ab}	6.26 ± 0.00 ^b	0.26 ± 0.01 ^{cd}	1.13 ± 0.03 ^{bc}	1.83 ± 0.05 ⁱ	7.84 ± 0.20 ⁱ
FJPb 1	76.46 ± 0.60 ^{abc}	6.28 ± 0.01 ^a	0.26 ± 0.01 ^{cd}	1.08 ± 0.02 ^{def}	2.18 ± 0.03 ^g	9.26 ± 0.11 ^{fg}
FJPb16	75.29 ± 0.30 ^{bcde}	6.19 ± 0.01 ^e	0.22 ± 0.01 ^f	0.88 ± 0.01 ^h	2.42 ± 0.09 ^{ef}	9.80 ± 0.34 ^e
MN 25-11-8	76.99 ± 0.06 ^a	6.25 ± 0.02 ^c	0.28 ± 0.01 ^a	1.20 ± 0.01 ^a	1.62 ± 0.05 ^j	7.07 ± 0.20 ^j

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ * ปริมาณกรดทั้งหมดรายงานในรูปกรดแล็กติก

ตารางที่ 6.19 คุณภาพทางเคมีของปลา سالمที่หมักด้วยเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกของการหมักชุดที่ 1 และ 2 เป็นระยะเวลา 4 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก (รหัสกลุ่มเชื้อ)	ปริมาณความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
Control 1	72.71 ± 0.55 ^{cde}	6.02 ± 0.01 ^a	0.31 ± 0.01 ⁱ	1.15 ± 0.04 ^h	2.86 ± 0.04 ^j	10.47 ± 0.13 ⁱ
FTMP 37	70.45 ± 0.69 ^{fgh}	5.70 ± 0.01 ^g	0.35 ± 0.01 ^h	1.20 ± 0.03 ^h	2.70 ± 0.00 ^k	9.14 ± 0.01 ^k
JPLP MR 5	71.46 ± 1.03 ^{abc}	5.87 ± 0.01 ^c	0.30 ± 0.01 ⁱ	1.06 ± 0.04 ⁱ	3.40 ± 0.06 ^b	11.93 ± 0.20 ^{fg}
JPLP MC 2	69.63 ± 3.08 ^{efg}	5.77 ± 0.01 ^c	0.31 ± 0.01 ⁱ	1.04 ± 0.02 ⁱ	2.96 ± 0.05 ⁱ	9.75 ± 0.15 ^j
FJPb MC 20	72.04 ± 0.78 ^{def}	5.89 ± 0.01 ^b	0.30 ± 0.02 ⁱ	1.08 ± 0.07 ^l	3.06 ± 0.05 ^{hi}	10.94 ± 0.16 ^h
M4D3-3	73.34 ± 0.51 ^{bcd}	5.79 ± 0.01 ^d	0.31 ± 0.02 ⁱ	1.15 ± 0.07 ^h	3.31 ± 0.03 ^{bcd}	12.41 ± 0.12 ^{de}
MC3D3-1	72.87 ± 0.63 ^{cde}	5.76 ± 0.01 ^f	0.36 ± 0.01 ^h	1.31 ± 0.03 ^g	3.28 ± 0.07 ^{cdef}	12.11 ± 0.24 ^{efg}
Control 2	74.34 ± 0.17 ^{abc}	5.64 ± 0.00 ^h	0.49 ± 0.01 ^f	1.91 ± 0.03 ^e	3.27 ± 0.08 ^{def}	12.73 ± 0.31 ^{cd}
FTMP 36	73.38 ± 0.20 ^{bcd}	5.70 ± 0.01 ^g	0.53 ± 0.01 ^d	1.98 ± 0.03 ^d	3.58 ± 0.07 ^a	13.46 ± 0.26 ^a
FLB 4	70.08 ± 0.97 ^{gh}	5.42 ± 0.00 ^k	0.48 ± 0.01 ^g	1.59 ± 0.03 ^f	3.38 ± 0.08 ^{bc}	11.30 ± 0.24 ^h
FLB 36	74.42 ± 0.10 ^{abc}	5.39 ± 0.02 ^l	0.51 ± 0.00 ^e	2.01 ± 0.01 ^d	3.18 ± 0.01 ^{fg}	12.44 ± 0.02 ^{de}
FIS 4	72.20 ± 0.13 ^{de}	5.24 ± 0.01 ⁿ	0.55 ± 0.00 ^c	1.98 ± 0.00 ^d	3.40 ± 0.04 ^b	12.24 ± 0.14 ^{ef}
FIS 61	73.18 ± 0.11 ^{bcd}	5.05 ± 0.00 ^o	0.65 ± 0.00 ^a	2.43 ± 0.00 ^a	3.27 ± 0.04 ^{def}	12.19 ± 0.13 ^{ef}
FJPb 1	74.72 ± 0.24 ^{ab}	5.34 ± 0.01 ^m	0.56 ± 0.01 ^{bc}	2.22 ± 0.03 ^b	3.33 ± 0.05 ^{bcd}	13.16 ± 0.20 ^{ab}
FJPb16	73.23 ± 0.10 ^{bcd}	5.50 ± 0.01 ⁱ	0.57 ± 0.00 ^b	2.12 ± 0.01 ^c	3.14 ± 0.04 ^{gh}	11.75 ± 0.15 ^{ab}
MN 25-11-8	75.25 ± 0.36 ^a	5.44 ± 0.01 ^j	0.56 ± 0.01 ^{bc}	2.27 ± 0.03 ^b	3.20 ± 0.13 ^{efg}	12.93 ± 0.52 ^{bc}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ * ปริมาณกรดทั้งหมดรายงานในรูปกรดแล็กติก

2) การหมักปลา سالمด้วยเชื้อเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกชุดที่ 3 และ 4

คุณภาพทางเคมีของปลา سالمที่ทำการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกชุดที่ 3 และ 4 เป็นการหมักด้วยเชื้อเดี่ยวจำนวน 14 ไอโซเลท (สายพันธุ์) คือ FKU 23, FKU 48, JPLP MC 1, FJPb MCN 23, M1-3-1, M2D3-2, MC5D3-1, MIX 1, MYYS MRS 3, MYYS MC 9, MYYS MC 11, MYGYS MC 9, MYGYS MCN 6, JMUb MRS 6 และ JMUb MC 5 ร่วมกับการหมักโดยเชื้อตามธรรมชาติ (ชุดควบคุม) จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ Control 3 และ Control 4 หมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แทนที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตามที่ได้ทดลองหมักชุดที่ 1 และ 2 เนื่องจากพบว่าหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงและลดปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ช้ากว่าการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 6.14 และ 6.15) เก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ในวันที่ 0, 3 และ 4 เมื่อพิจารณาการหมักในวันที่ 0 (ตารางที่ 6.20) พบว่าปริมาณความชื้นของปลาหมักมี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าระหว่างร้อยละ 73.66-78.61 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก Control 3, MYYS MC 9, MYGYS MC 9, MYGYS MCN 6, JMU_b MRS 6 และ JMU_b MC 5 เป็นกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นสูงสุด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปลาหมัก FKU 48 และ M1-3-1 อยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุด ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าระหว่าง 6.02-6.35 โดยปลาหมัก FKU 48 มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด รองลงมา คือ ปลาหมัก FKU 23 และ MC5D3-1 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.29 และ 6.25 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก M1-3-1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.24-0.29 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมักที่มีปริมาณกรดทั้งหมด (ฐานเปียก) สูงสุดประกอบด้วยปลาหมัก FJP_b MCN 23, M1-3-1, M2D3-2, MC5D3-1 และ MYGYS MC 9 ส่วนปลาหมักที่มีปริมาณกรดทั้งหมด (ฐานเปียก) ต่ำสุด ประกอบด้วย Control 4, MYYS MRS 3, MYYS-MC-9, MYYS MC 11 และ JMU_b MC 5 เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกแบบฐานแห้ง พบว่ามีแนวโน้มใกล้เคียงกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกแบบฐานเปียก ซึ่งปลาหมัก MC5D3-1, MYGYS MC 9 และ JMU_b MRS 6 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดระหว่างร้อยละ 1.23-1.26 โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ปลาหมัก FKU 48, JPLP MC 1, M1-3-1, Control 4, MYYS MRS 3, MYYS MC 9 และ MYYS MC 11 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) อยู่ในกลุ่มที่ต่ำสุด โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 1.01-1.07 โดยน้ำหนัก สำหรับปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 1.82-3.78 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก M1-3-1 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด กลุ่มรองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก MIX 2 และ JMU_b MC 5 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ร้อยละ 2.64 และ 2.53 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control 3 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด ส่วนปริมาณเกลือแบบฐานแห้งมีทิศทางเดียวกันกับปริมาณเกลือแบบฐานเปียกเช่นกัน โดยปลาหมัก M1-3-1 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 14.30 โดยน้ำหนัก กลุ่มรองลงมา คือ ปลาหมัก JMU_b MC 5 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ร้อยละ 11.44 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control 3 และ FKU 48 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุดร้อยละ 7.98 และ 7.73 โดยน้ำหนัก

เมื่อระยะเวลาในการหมักผ่านไปจนถึงวันที่ 3 (ตารางที่ 6.21) พบว่าปริมาณความชื้น และค่าความเป็นกรด-ด่างของทุกปลาหมักมีค่าลดลงจากการหมัก 0 วัน ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก และปริมาณเกลือมีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยปริมาณความชื้นมีค่าระหว่างร้อยละ 71.23-75.83 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาหมัก Control 4, MYYS MC 9 และ MYGYS MCN 6 มีปริมาณความชื้นอยู่ในกลุ่มที่สูงที่สุด แต่ปลาหมัก M1-3-1 มีปริมาณความชื้นต่ำสุด ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมักในแต่ละชุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีช่วงการกระจายตัวอยู่ในช่วงกว้าง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.75-5.33 ซึ่งปลาหมัก Control 3, FKU 48 และ M1-3-1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในกลุ่มสูงสุด กลุ่มรองลงมา คือ ปลาหมัก FKU 23 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.24 ส่วนปลาหมักที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด 3 กลุ่มแรก ได้แก่ ปลาหมัก JMU_b MRS 6, MYGYS MC 9 และ MYYS MC 11 มีค่า

ความเป็นกรด-ด่าง 4.88, 4.78 และ 4.75 ตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งปลาหมัก MYGYS MC 9 และ MIX 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.00 และ 0.99 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปลาหมัก Control 3 และ M1-3-1 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุดและมีค่าเท่ากัน คือ ร้อยละ 0.64 โดยน้ำหนัก เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกในรูปฐานแห้ง พบว่ามีทิศทางเป็นไปในทางเดียวกันกับในรูปของฐานเปียก โดยปลาหมัก MIX 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 3.71 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมัก MYGYS MC 9 อยู่ในกลุ่มรองลงมา ในขณะที่ปลาหมัก M1-3-1 และ MYYS MRS 3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 2.28 และ 2.20 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) พบว่ามีค่าระหว่างร้อยละ 2.62-4.40 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก M1-3-1 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด กลุ่มรองลงมาประกอบด้วยปลาหมัก Control 3, JMUb MRS 6 และ JMUb MC 5 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) เท่ากัน คือ ร้อยละ 4.15 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ปลาหมัก FKU 48 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด พิจารณาปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) พบว่าปลาหมัก M1-3-1, JMUb MRS 6 และ JMUb MC 5 เป็นกลุ่มที่มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุด ระหว่างร้อยละ 15.42-16.10 โดยน้ำหนัก แต่ปลาหมัก FKU 48 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 9.53 โดยน้ำหนัก

เมื่อระยะเวลาในการหมักผ่านไปถึงวันที่ 4 (ตารางที่ 6.21) พบว่าปลาหมักมีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 71.52-75.92 โดยน้ำหนัก ซึ่งอยู่ในช่วงที่ต่างจากการหมักในวันที่ 3 ไม่มากนัก โดยปลาหมัก MYGYS MCN 6 ยังคงมีปริมาณความชื้นอยู่ในกลุ่มที่สูงสุด แต่อย่างไรก็ตามในกลุ่มนี้ยังประกอบด้วยปลาหมัก MYYS MRS 3, MYGYS MC 9 และ JMUb MC 5 อีกด้วย ส่วนกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุดประกอบด้วยปลาหมัก FJPb MCN 23 และ MC5D3-1 ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างยังคงเป็นปลาหมัก MYGYS MC 9 ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 4.65 แต่ปลาหมัก Control 3 และ Control 4 มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในกลุ่มสูงสุด คือ 5.09 และ 5.08 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) โดยปลาหมัก Control 3 และ Control 4 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกต่ำสุดร้อยละ 0.72 และ 0.71 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก MYGYS MC 9 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.30 โดยน้ำหนัก และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกแบบฐานแห้ง พบว่ามีการจัดกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการจัดกลุ่มในแบบฐานเปียก ในขณะที่ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 3.20-4.12 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาหมัก MYYS MC 11 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) อยู่ในกลุ่มสูงสุด แต่ปลาหมัก MYYS MC 9 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด สำหรับปริมาณเกลือแบบฐานแห้ง พบว่ามีการจัดกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณเกลือแบบฐานเปียก

ตารางที่ 6.20 คุณภาพทางเคมีของปลาสดที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกของการหมักชุดที่ 3 และ 4 เป็นระยะเวลา 0 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
Control 3	77.24±0.16 ^{abc}	6.23±0.01 ^l	0.27±0.01 ^{bc}	1.17±0.05 ^{cd}	1.82±0.07 ^h	7.98±0.32 ⁱ
FKU 23	75.15±1.30 ^{fgh}	6.29±0.01 ^b	0.27±0.01 ^{bc}	1.13±0.03 ^{de}	2.19±0.17 ^{ef}	8.80±0.69 ^{fg}
FKU 48	74.47±1.09 ^{hi}	6.35±0.01 ^a	0.26±0.00 ^{cd}	1.01±0.00 ^h	1.98±0.01 ^g	7.73±0.05 ⁱ
JPLP MC 1	75.02±0.77 ^{gh}	6.18±0.01 ^c	0.26±0.00 ^{cd}	1.04±0.00 ^{gh}	2.19±0.02 ^{ef}	8.78±0.07 ^h
FJPb MCN 23	75.71±1.27 ^{defg}	6.17±0.01 ^{ef}	0.29±0.01 ^a	1.19±0.04 ^{bc}	2.30±0.02 ^e	9.47±0.08 ^{fg}
M1-3-1	73.66±0.20 ⁱ	6.02±0.01 ^k	0.28±0.00 ^{ab}	1.05±0.00 ^{gh}	3.78±0.17 ^a	14.3±0.62 ^a
M2D3-2	77.01±0.35 ^{bcd}	6.25±0.01 ^c	0.28±0.01 ^{ab}	1.20±0.01 ^{bc}	2.29±0.04 ^e	9.97±0.17 ^{def}
MC5D3-1	76.90±0.20 ^{bcde}	6.29±0.01 ^b	0.29±0.00 ^a	1.26±0.00 ^a	2.01±0.02 ^g	8.68±0.08 ^h
MIX 1	76.80±0.84 ^{bcde}	6.23±0.01 ^d	0.26±0.00 ^{cd}	1.17±0.04 ^{cd}	2.11±0.01 ^{fg}	9.09±0.06 ^{gh}
Control 4	76.79±0.49 ^{bcde}	6.14±0.01 ^g	0.25±0.01 ^{de}	1.07±0.04 ^{fgh}	2.26±0.07 ^{ef}	9.72±0.27 ^{ef}
MYYS MRS 3	76.46±1.22 ^{bcde}	6.13±0.00 ^g	0.24±0.00 ^e	1.02±0.00 ^{gh}	2.45±0.06 ^{cd}	10.42±0.25 ^{cd}
MYYS MC 9	76.05±0.76 ^{abc}	6.16±0.00 ^j	0.25±0.01 ^{de}	1.03±0.02 ^{gh}	2.30±0.05 ^c	9.60±0.18 ^{bc}
MYYS MC 11	76.83±0.39 ^{bcde}	6.13±0.02 ^g	0.25±0.01 ^{de}	1.06±0.04 ^{fgh}	2.18±0.11 ^{ef}	9.43±0.48 ^{fg}
MYGYS MC 9	77.30±0.54 ^{abc}	6.04±0.01 ^j	0.28±0.01 ^{ab}	1.23±0.04 ^{ab}	2.47±0.04 ^c	10.90±0.17 ^{bc}
MYGYS MCN 6	77.45±0.34 ^{abc}	6.07±0.01 ⁱ	0.27±0.01 ^{bc}	1.17±0.04 ^{cd}	2.32±0.09 ^{de}	10.30±0.44 ^{cde}
JMUb MRS 6	78.61±0.29 ^a	6.10±0.00 ^h	0.27±0.01 ^{bc}	1.26±0.04 ^a	2.10±0.07 ^{fg}	9.84±0.30 ^{bdef}
JMUb MC 5	77.86±1.32 ^{ab}	6.13±0.01 ^g	0.24±0.01 ^c	1.11±0.01 ^{ef}	2.53±0.12 ^{bc}	11.44±0.52 ^b
MIX 2	75.50±0.07 ^{fgh}	6.17±0.01 ^{ef}	0.26±0.00 ^{cd}	1.08±0.04 ^{fg}	2.64±0.09 ^b	10.75±0.35 ^c

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาสดที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

ตารางที่ 6.21 คุณภาพทางเคมีของปลาสดที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกของการหมักชุดที่ 3 และ 4 เป็นระยะเวลา 3 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
Control 3	71.89±1.28 ^{fg}	5.33±0.01 ^a	0.64±0.00 ^j	2.28±0.00 ^m	4.15±0.04 ^b	14.76±0.16 ^{bcd}
FKU 23	73.87±0.42 ^{bcd}	5.24±0.01 ^b	0.80±0.01 ^d	3.05±0.04 ^d	3.81±0.08 ^{de}	14.59±0.29 ^{cde}
FKU 48	72.54±0.56 ^{efg}	5.31±0.02 ^a	0.79±0.00 ^d	2.87±0.01 ^f	2.62±0.08 ⁱ	9.53±0.30 ^k
JPLP MC 1	71.73±0.57 ^{fg}	5.01±0.01 ⁱ	0.70±0.00 ^g	2.47±0.00 ^k	3.95±0.16 ^{cd}	13.99±0.58 ^{efg}
FJPb MCN 23	72.26±0.65 ^{fg}	5.20±0.01 ^c	0.68±0.01 ^h	2.47±0.03 ^k	3.67±0.05 ^e	13.24±0.17 ^h
M1-3-1	71.46±0.79 ^g	5.30±0.02 ^a	0.64±0.01 ^j	2.23±0.07 ⁿ	4.40±0.07 ^a	15.42±0.26 ^{ab}
M2D3-2	72.93±0.76 ^{defg}	4.93±0.01 ^k	0.70±0.00 ^g	2.57±0.00 ⁱ	3.84±0.13 ^{de}	14.18±0.48 ^{def}
MC5D3-1	72.38±0.23 ^{efg}	5.09±0.01 ^h	0.82±0.00 ^c	2.98±0.01 ^e	3.70±0.05 ^e	13.42±0.20 ^{gh}
MIX 1	72.08±0.35 ^{fg}	4.97±0.01 ^j	0.77±0.00 ^c	2.75±0.01 ^h	4.11±0.18 ^{bc}	14.72±0.66 ^{bcd}
Control 4	75.83±0.27 ^a	5.18±0.01 ^d	0.61±0.00 ^k	2.52±0.00 ^j	3.63±0.04 ^e	15.04±0.17 ^{bc}
MYYS MRS 3	74.14±0.24 ^{bcd}	5.17±0.01 ^{de}	0.57±0.00 ^m	2.20±0.00 ⁿ	3.64±0.11 ^e	14.07±0.42 ^{defg}
MYYS MC 9	74.56±0.92 ^{abc}	5.15±0.01 ^{ef}	0.73±0.01 ^f	2.86±0.03 ^f	3.17±0.12 ^f	12.47±0.48 ⁱ
MYYS MC 11	72.95±0.83 ^{defg}	4.75±0.01 ⁿ	0.91±0.01 ^b	3.35±0.03 ^c	3.66±0.16 ^e	13.53±0.59 ^{fgh}
MYGYS MC 9	72.79±0.91 ^{defg}	4.78±0.02 ^m	1.00±0.01 ^a	3.66±0.03 ^b	2.99±0.09 ^g	10.98±0.33 ^j
MYGYS MCN 6	75.38±0.33 ^{ab}	5.12±0.01 ^g	0.60±0.01 ^l	2.42±0.03 ^l	3.71±0.07 ^e	15.04±0.27 ^{bc}
JMUb MRS 6	74.25±0.48 ^{bcd}	4.88±0.01 ^l	0.72±0.01 ^f	2.79±0.03 ^g	4.15±0.07 ^b	16.10±0.26 ^a
JMUb MC 5	74.11±0.22 ^{bcd}	5.14±0.01 ^f	0.66±0.00 ⁱ	2.55±0.01 ^{ij}	4.15±0.17 ^b	16.04±0.65 ^a
MIX 2	73.29±2.20 ^{cdef}	4.93±0.01 ^k	0.99±0.01 ^a	3.71±0.02 ^a	2.80±0.06 ^h	10.49±0.06 ^j

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

*ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาสดที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

ตารางที่ 6.22 คุณภาพทางเคมีของปลาสามที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกของการหมักชุดที่ 3 และ 4 เป็นระยะเวลา 4 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
Control 3	72.05±0.47 ^{dc}	5.09±0.02 ^a	0.72±0.01 ^m	2.56±0.01 ⁿ	3.74±0.06 ^{de}	13.39±0.22 ^{efg}
FKU 23	71.97±0.90 ^{de}	4.75±0.01 ^j	0.96±0.01 ^f	3.43±0.03 ^h	3.92±0.10 ^{bcd}	14.00±0.36 ^{de}
FKU 48	71.92±0.13 ^{de}	4.90±0.01 ^{fg}	0.90±0.01 ^j	3.19±0.01 ^j	3.49±0.11 ^{fg}	12.41±0.39 ^h
JPLP MC 1	72.12±0.45 ^{de}	4.90±0.01 ^f	0.93±0.01 ^h	3.33±0.03 ⁱ	3.62±0.10 ^{ef}	13.00±0.37 ^{fgh}
FJPb MCN 23	71.52±0.43 ^c	5.06±0.01 ^b	0.82±0.01 ^{gh}	2.90±0.02 ^l	4.01±0.16 ^{ab}	14.09±0.55 ^{de}
M1-3-1	72.22±0.65 ^{de}	4.95±0.01 ^d	1.10±0.01 ^c	3.98±0.04 ^d	3.26±0.04 ^h	11.74±0.13 ⁱ
M2D3-2	72.92±0.27 ^{cde}	4.89±0.01 ^{gh}	0.99±0.01 ^e	3.66±0.02 ^f	3.94±0.13 ^{abc}	14.57±0.48 ^{cd}
MC5D3-1	71.69±1.11 ^c	4.89±0.01 ^{gh}	0.94±0.00 ^{gh}	3.33±0.00 ⁱ	3.67±0.10 ^{ef}	12.96±0.36 ^{fgh}
MIX 1	73.41±0.49 ^{bcd}	4.88±0.01 ^h	0.95±0.01 ^{fg}	3.58±0.03 ^g	3.69±0.09 ^c	13.67±0.35 ^{ef}
Control 4	72.89±0.77 ^{cde}	5.08±0.01 ^a	0.71±0.01 ^m	2.62±0.03 ^m	3.93±0.01 ^{abcd}	14.49±0.03 ^{cd}
MYYS MRS 3	74.78±0.63 ^{ab}	4.95±0.01 ^d	0.78±0.01 ^l	3.09±0.03 ^k	3.91±0.03 ^{bcd}	15.51±0.12 ^{ab}
MYYS MC 9	74.77±0.06 ^{ab}	4.93±0.01 ^e	0.95±0.01 ^g	3.75±0.02 ^e	3.20±0.15 ^h	12.68±0.60 ^{gh}
MYYS MC 11	73.98±2.02 ^{bc}	4.54±0.01 ^l	1.07±0.00 ^d	4.11±0.01 ^c	4.12±0.08 ^a	15.84±0.29 ^a
MYGYS MC 9	74.74±0.06 ^{ab}	4.65±0.01 ^k	1.30±0.01 ^a	5.15±0.03 ^a	3.34±0.06 ^{gh}	13.25±0.22 ^{fg}
MYGYS MCN 6	75.92±0.58 ^a	4.93±0.00 ^e	0.82±0.00 ^k	3.41±0.01 ^h	3.78±0.07 ^{cde}	15.72±0.28 ^{ab}
JMU _b MRS 6	72.94±1.17 ^{cde}	4.93±0.01 ^e	0.89±0.00 ^j	3.30±0.00 ⁱ	4.08±0.13 ^{ab}	15.08±0.49 ^{bc}
JMU _b MC 5	74.58±1.13 ^{ab}	5.03±0.01 ^c	0.91±0.02 ⁱ	3.59±0.07 ^g	3.35±0.11 ^{gh}	13.16±0.43 ^{fg}
MIX 2	73.83±0.14 ^{bc}	4.81±0.01 ⁱ	1.25±0.01 ^b	4.79±0.01 ^b	3.33±0.20 ^{gh}	12.75±0.76 ^{gh}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

*ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาสามที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

3) การเปรียบเทียบผลการหมักปลาสามด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกชุดที่ 1-4

เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของปลาสามที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติก

จำนวน 34 ตัวอย่าง โดยเป็นกล้าเชื้อเดี่ยวจำนวน 28 ตัวอย่าง กล้าเชื้อผสม 2 ตัวอย่าง และชุดควบคุมจำนวน 4 ตัวอย่าง (ตารางที่ 6.23) พบว่าในวันที่ 0 ปลาหมักมีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 73.66-78.61 โดยน้ำหนัก ซึ่งตัวอย่างที่มีปริมาณความชื้นในกลุ่มสูงสุด คือ ปลาหมัก Control 3, MYGYS MC 9, MYGYS MCN 6, JMU_b MRS 6 และ JMU_b MC 5 ส่วนตัวอย่างกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุด คือ

ปลาหมัก Control 1, JPLP MC 2, M4D3-3, FTMP 36, FKU 48, JPLP MC 1 และ M1-3-1 ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมักมีค่าอยู่ระหว่าง 6.02-6.35 โดยปลาหมัก FKU 48 มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในกลุ่มสูงสุด กลุ่มรองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก FLB 36, FJPb 1, FKU 23 และ MC5D3-1 ซึ่งมีทั้ง 4 ตัวอย่างนี้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปลาหมัก M1-3-1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด และกลุ่มที่ต่ำรองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก MYGYS MC 9 ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) ในวันที่ 0 มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.17-0.29 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก M4D3-3, FIS 4, MN25-11-8, FJPb MCN 23, M1-3-1, M2D3-2, MC5D3-1 และ MYGYS MC 9 อยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุด ส่วนปลาหมัก JPLP MC 2 อยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่ามีค่าระหว่างร้อยละ 0.68-1.26 โดยน้ำหนัก โดยที่ปลาหมัก MC5D3-1, MYGYS MC 9 และ JMUb MRS 6 เป็นกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุด ส่วนปลาหมัก JPLP MC 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุด เมื่อพิจารณาถึงปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของปลาหมัก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.62-3.78 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมัก M1-3-1 มีค่าอยู่ในกลุ่มสูงสุด โดยปลาหมัก MN 25-11-8 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) อยู่ในกลุ่มต่ำสุด ส่วนปริมาณเกลือฐานแห้ง พบว่าปลาหมัก Control 1 และ M1-3-1 อยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุด และปลาหมัก MN25-11-8 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุด

เมื่อระยะเวลาการหมักผ่านไป 4 วัน (ตารางที่ 6.24) พบว่าปริมาณความชื้นลดลงจากวันที่ 0 โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 69.63-75.92 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก Control 2, FLB 36, FJPb 1, MN25-11-8, MYYS MRS 3, MYYS MC 9, MYGYS MC 9, MYGYS MCN 6 และ JMUb MC 5 อยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นสูงสุด ส่วนปลาหมัก FTMP 37, JPLP MR 5, JPLP MC 2 และ FLB 4 อยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุด ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมัก Control 1 มีค่าอยู่ในกลุ่มสูงสุด คือ 6.02 ส่วนปลาหมัก MYYS MC 11 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 4.54 ส่วนตัวอย่างกลุ่มที่ต่ำรองลงมาอีก 3 กลุ่ม คือ ปลาหมัก MYGYS MC 9, FKU 23 และ MIX 2 จากปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.30-1.30 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก MYGYS MC 9 อยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุด กลุ่มที่มีค่าสูงรองลงมาอีก 3 กลุ่ม คือ ปลาหมัก MIX 2, M1-3-1 และ MYYS MC 11 ส่วนกลุ่มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด คือ ปลาหมัก Control 1, JPLP MR 5, JPLP MC 2, FJPb MC 20 และ M4D3-3 ในขณะที่ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 2.70-4.12 โดยน้ำหนัก ซึ่งอยู่ที่ช่วงที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 โดยปลาหมัก FJPb MCN 23, MYYS MC 11 และ JMUb MRS 6 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) อยู่ในกลุ่มสูงสุด ในขณะที่ปลาหมัก FTMP 37 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกและปริมาณเกลือในรูปของฐานแห้งมีลักษณะทิศทางเดียวกันกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกและปริมาณเกลือฐานเปียกดังที่กล่าวแล้วข้างต้น

ตารางที่ 6.23 คุณภาพทางเคมีของปลาสามที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกของการหมักชุดที่ 1-4 เป็นระยะหมัก 0 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
Control 1	74.67± 1.34 ^{ijklm}	6.11±0.01 ^m	0.21±0.00 ^{gh}	0.81±0.01 ^l	3.55±0.01 ^b	14.03±0.01 ^a
FTMP 37	76.14± 0.62 ^{cdefghij}	6.15±0.01 ^{jk}	0.25±0.01 ^{ef}	1.06±0.04 ^{fghi}	2.68±0.01 ^{de}	11.22±0.01 ^{def}
JPLP MR 5	75.38± 0.41 ^{ghijkl}	6.08±0.01 ⁿ	0.24±0.00 ^f	0.98±0.01 ^j	3.15±0.03 ^c	12.81±0.13 ^b
JPLP MC 2	74.73± 0.73 ^{ijklm}	6.13±0.01 ^l	0.17±0.00 ⁱ	0.68±0.00 ^m	3.14±0.03 ^c	12.42±0.09 ^b
FJPb MC 20	75.97± 1.22 ^{cdefghij}	6.11±0.01 ^m	0.25±0.01 ^{ef}	1.03±0.04 ^{hij}	2.69±0.09 ^{de}	11.19±0.38 ^{def}
M4D3-3	74.54± 1.31 ^{klm}	6.22±0.00 ^f	0.28±0.01 ^{ab}	1.10±0.03 ^{efg}	2.50±0.08 ^{gh}	9.84±0.27 ^{jkl}
MC3D3-1	76.24± 0.53 ^{cdefgh}	6.08±0.01 ⁿ	0.25±0.01 ^{ef}	1.06±0.05 ^{fghi}	2.80±0.02 ^d	11.78±0.06 ^c
Control 2	76.97± 0.06 ^{bcdef}	6.23±0.01 ^{def}	0.27±0.00 ^{cd}	1.17±0.01 ^{cd}	1.95±0.06 ^{op}	8.49±0.25 ^{qr}
FTMP 36	74.54± 0.45 ^{klm}	6.18±0.01 ^h	0.22±0.01 ^g	0.87±0.02 ^k	2.38±0.09 ^{hij}	9.33±0.35 ^{lmno}
FLB 4	75.91± 0.97 ^{defghijk}	6.23±0.01 ^{def}	0.26±0.01 ^{de}	1.05±0.02 ^{ghi}	1.95±0.01 ^{op}	8.09±0.03 ^{sr}
FLB 36	76.10±0.24 ^{cdefghijk}	6.28±0.01 ^b	0.25±0.01 ^{ef}	1.04±0.03 ^{hij}	2.70±0.07 ^{de}	11.31±0.30 ^{cde}
FIS 4	75.14± 0.05 ^{ijkl}	6.24±0.01 ^{de}	0.28±0.01 ^{ab}	1.12±0.04 ^{de}	2.21±0.11 ^{klm}	8.88±0.45 ^{opq}
FIS 61	76.66± 0.89 ^{bcdefgh}	6.26±0.00 ^c	0.26±0.01 ^{de}	1.13±0.03 ^{de}	1.83±0.05 ^{pq}	7.84±0.20 ^s
FJPb 1	76.46± 0.60 ^{bcdefgh}	6.28±0.01 ^b	0.26±0.01 ^{de}	1.08±0.02 ^{efgh}	2.18±0.03 ^{lm}	9.26±0.11 ^{mno}
FJPb16	75.29± 0.30 ^{hijkl}	6.19±0.01 ^g	0.22±0.01 ^g	0.88±0.01 ^k	2.42±0.09 ^{ghi}	9.80±0.34 ^{ijklm}
MN 25-11-8	76.99± 0.06 ^{bcdef}	6.25±0.02 ^{cd}	0.28±0.01 ^{ab}	1.20±0.01 ^{bc}	1.62±0.05 ^r	7.07±0.20 ^t
Control 3	77.24± 0.16 ^{abcd}	6.23±0.01 ^{ef}	0.27±0.01 ^{cd}	1.17±0.05 ^{cd}	1.82±0.07 ^q	7.98±0.32 ^{sr}
FKU 23	75.15± 1.30 ^{ijkl}	6.29±0.01 ^b	0.27±0.01 ^{cd}	1.13±0.03 ^{de}	2.19±0.17 ^{klm}	8.80±0.69 ^{opq}
FKU 48	74.47± 1.09 ^{lm}	6.35±0.01 ^a	0.26±0.00 ^{de}	1.01±0.00 ^{ij}	1.98±0.01 ^{op}	7.73±0.05 ^s
JPLP MC 1	75.02± 0.77 ^{ijklm}	6.18±0.01 ^h	0.26±0.00 ^{de}	1.04±0.00 ^{hi}	2.19±0.02 ^{klm}	8.78±0.07 ^{opq}
FJPb MCN 23	75.71± 1.27 ^{efghijkl}	6.17±0.01 ^{ih}	0.29±0.01 ^a	1.19±0.04 ^{bc}	2.30±0.02 ^{ijkl}	9.47±0.08 ^{klmn}
M1-3-1	73.66± 0.20 ^m	6.02±0.01 ^p	0.28±0.00 ^{ab}	1.05±0.00 ^{ghi}	3.78±0.17 ^a	14.36±0.62 ^a
M2D3-2	77.01± 0.35 ^{bcde}	6.25±0.01 ^{cd}	0.28±0.01 ^{ab}	1.20±0.01 ^{bc}	2.29±0.04 ^{ijkl}	9.97±0.17 ^{ijk}
MC5D3-1	76.90± 0.20 ^{bcdef}	6.29±0.01 ^b	0.29±0.00 ^a	1.26±0.00 ^a	2.01±0.02 ^{no}	8.68±0.08 ^{pq}
MIX 1	76.80± 0.84 ^{bcdefg}	6.23±0.01 ^{ef}	0.26±0.00 ^{de}	1.17±0.04 ^{cd}	2.11±0.01 ^{mn}	9.09±0.06 ^{nop}
Control 4	76.79± 0.49 ^{bcdefg}	6.14±0.01 ^{kl}	0.25±0.01 ^{ef}	1.07±0.04 ^{fghi}	2.26±0.07 ^{jkl}	9.72±0.27 ^{klm}
MYYS MRS 3	76.46± 1.22 ^{bcdefghi}	6.13±0.00 ^l	0.24±0.00 ^f	1.02±0.00 ^{hij}	2.45±0.06 ^{gh}	10.42±0.25 ^{ghi}
MYYS MC 9	76.05± 0.76 ^{cdefghij}	6.16±0.00 ^{ij}	0.25±0.01 ^{ef}	1.03±0.02 ^{hij}	2.30±0.05 ^{ijkl}	9.60±0.18 ^{klmn}
MYYS MC 11	76.83± 0.39 ^{bcdefg}	6.13±0.02 ^l	0.25±0.01 ^{ef}	1.06±0.04 ^{fghi}	2.18±0.11 ^{lm}	9.43±0.48 ^{klmn}
MYGYS MC 9	77.30± 0.54 ^{abcd}	6.04±0.01 ^o	0.28±0.01 ^{ab}	1.23±0.04 ^{ab}	2.47±0.04 ^{gh}	10.90±0.17 ^{efg}
MYGYS MCN 6	77.45± 0.34 ^{abc}	6.07±0.01 ⁿ	0.27±0.01 ^{cd}	1.17±0.04 ^{cd}	2.32±0.09 ^{ijk}	10.30±0.44 ^{hij}
JMUb MRS 6	78.61± 0.29 ^a	6.10±0.00 ^m	0.27±0.01 ^{cd}	1.26±0.04 ^a	2.10±0.07 ^{mn}	9.84±0.30 ^{jkl}
JMUb MC 5	77.86± 1.32 ^{ab}	6.13±0.01 ^l	0.24±0.01 ^f	1.11±0.01 ^{ef}	2.53±0.12 ^{fg}	11.44±0.52 ^{cd}
MIX 2	75.50± 0.07 ^{fghijkl}	6.17±0.01 ^{hi}	0.26±0.00 ^{de}	1.08±0.04 ^{efgh}	2.64±0.09 ^{ef}	10.75±0.35 ^{fgh}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาสามที่ ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

ตารางที่ 6.24 คุณภาพทางเคมีของปลาสามที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกของการชุดที่ 1-4 เมื่อระยะเวลา 4 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก (รหัสกล้าเชื้อ)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด*(%)		ปริมาณเกลือ (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
Control 1	72.71±0.55 ^{fghijk}	6.02±0.01 ^a	0.31±0.01 ^v	1.15±0.04 ^w	2.86±0.04 ^o	10.47±0.13 ^q
FTMP 37	70.45±0.69 ^{lmn}	5.70±0.01 ^c	0.35±0.01 ^u	1.20±0.03 ^w	2.70±0.00 ^p	9.14±0.01 ^s
JPLP MR 5	71.46±1.03 ^{lmn}	5.87±0.01 ^b	0.30±0.01 ^v	1.06±0.04 ^x	3.40±0.06 ^{ij}	11.93±0.20 ^{nm}
JPLP MC 2	69.63±3.08 ⁿ	5.77±0.01 ^c	0.31±0.01 ^v	1.04±0.02 ^x	2.96±0.05 ^{no}	9.75±0.15 ^r
FJPb MC 20	72.04±0.78 ^{hijkl}	5.89±0.01 ^b	0.30±0.02 ^v	1.08±0.07 ^x	3.06±0.05 ^{mn}	10.94±0.16 ^{pq}
M4D3-3	73.34±0.51 ^{cdefghi}	5.79±0.01 ^c	0.31±0.02 ^v	1.15±0.07 ^w	3.31±0.03 ^{ikl}	12.41±0.12 ^{iklm}
MC3D3-1	72.87±0.63 ^{efghijk}	5.76±0.01 ^d	0.36±0.01 ^u	1.31±0.03 ^v	3.28±0.07 ^{ikl}	12.11±0.24 ^{lmn}
Control 2	74.34±0.17 ^{abcdef}	5.64±0.00 ^f	0.49±0.01 ^s	1.91±0.03 ^t	3.27±0.08 ^{ikl}	12.73±0.31 ^{ijk}
FTMP 36	73.38±0.20 ^{cdefghi}	5.70±0.01 ^c	0.53±0.01 ^q	1.98±0.03 ^s	3.58±0.07 ^{gh}	13.46±0.26 ^{fgh}
FLB 4	70.08±0.97 ^{mn}	5.42±0.00 ⁱ	0.48±0.01 ^t	1.59±0.03 ^u	3.38±0.08 ^{ij}	11.30±0.24 ^{op}
FLB 36	74.42±0.10 ^{abcde}	5.39±0.02 ^j	0.51±0.00 ^r	2.01±0.01 ^s	3.18±0.01 ^{klm}	12.44±0.02 ^{iklm}
FIS 4	72.20±0.13 ^{ghijk}	5.24±0.01 ^l	0.55±0.00 ^p	1.98±0.00 ^s	3.40±0.04 ^{ij}	12.24±0.14 ^{klmn}
FIS 61	73.18±0.11 ^{cdefghij}	5.05±0.00 ⁿ	0.65±0.00 ⁿ	2.43±0.00 ^o	3.27±0.04 ^{ikl}	12.19±0.13 ^{klmn}
FJPb 1	74.72±0.24 ^{abc}	5.34±0.01 ^k	0.56±0.01 ^{op}	2.22±0.03 ^q	3.33±0.05 ^{ijk}	13.16±0.20 ^{ghi}
FJPb16	73.23±0.10 ^{cdefghi}	5.50±0.01 ^g	0.57±0.00 ^o	2.12±0.01 ^r	3.14±0.04 ^{lm}	11.75±0.15 ^{no}
MN 25-11-8	75.25±0.36 ^{ab}	5.44±0.01 ^h	0.56±0.01 ^{op}	2.27±0.03 ^p	3.20±0.13 ^{klm}	12.93±0.52 ^{hij}
Control 3	72.05±0.47 ^{hijkl}	5.09±0.02 ^m	0.72±0.01 ^m	2.56±0.01 ⁿ	3.74±0.06 ^{ef}	13.39±0.22 ^{gh}
FKU 23	71.97±0.90 ^{hijkl}	4.75±0.01 ^v	0.96±0.01 ^f	3.43±0.03 ^h	3.92±0.10 ^{bcd}	14.00±0.36 ^{def}
FKU 48	71.92±0.13 ^{hijkl}	4.90±0.01 ^{rs}	0.90±0.01 ^{ij}	3.19±0.01 ^j	3.49±0.11 ^{hi}	12.41±0.39 ^{iklm}
JPLP MC 1	72.12±0.45 ^{hijk}	4.90±0.01 ^r	0.93±0.01 ^h	3.33±0.03 ⁱ	3.62±0.10 ^{fgh}	13.00±0.37 ^{hij}
FJPb MCN 23	71.52±0.43 ^{iklm}	5.06±0.02 ⁿ	0.82±0.01 ^k	2.90±0.02 ^l	4.01±0.16 ^{abc}	14.09±0.55 ^{de}
M1-3-1	72.22±0.65 ^{ghijk}	4.95±0.01 ^p	1.10±0.01 ^c	3.98±0.04 ^d	3.26±0.04 ^{ikl}	11.74±0.13 ^{no}
M2D3-2	72.92±0.51 ^{defghijk}	4.89±0.01 st	0.99±0.01 ^e	3.66±0.02 ^f	3.94±0.13 ^{bc}	14.57±0.48 ^{cd}
MC5D3-1	71.69±1.11 ^{ijkl}	4.89±0.01 ^{rst}	0.94±0.00 ^{gh}	3.33±0.00 ⁱ	3.67±0.10 ^{efg}	12.96±0.36 ^{hij}
MIX 1	73.41±0.49 ^{cdefgh}	4.88±0.01 ^t	0.95±0.01 ^{fg}	3.58±0.03 ^g	3.69±0.09 ^{efg}	13.67±0.35 ^{efg}
Control 4	72.89±0.77 ^{efghijk}	5.08±0.01 ^m	0.71±0.01 ^m	2.62±0.03 ^m	3.93±0.01 ^{bcd}	14.49±0.03 ^d
MYYS MRS 3	74.78±0.63 ^{abc}	4.95±0.01 ^p	0.78±0.01 ^l	3.09±0.03 ^k	3.91±0.03 ^{cd}	15.51±0.12 ^{ab}
MYYS MC 9	74.78±0.06 ^{abc}	4.93±0.01 ^q	0.95±0.01 ^g	3.75±0.02 ^e	3.20±0.15 ^{klm}	12.68±0.60 ^{ijk}
MYYS MC 11	73.98±2.02 ^{bcdef}	4.54±0.01 ^x	1.07±0.00 ^d	4.11±0.01 ^c	4.12±0.08 ^a	15.84±0.29 ^a
MYGYS MC 9	74.78±0.06 ^{abc}	4.65±0.01 ^w	1.30±0.01 ^a	5.15±0.03 ^a	3.34±0.06 ^{ijk}	13.25±0.22 ^{ghi}
MYGYS MCN 6	75.92±0.58 ^a	4.93±0.00 ^q	0.82±0.00 ^k	3.41±0.01 ^h	3.78±0.07 ^{de}	15.72±0.28 ^a
JMUb MRS 6	72.94±1.17 ^{degfhijk}	4.93±0.01 ^q	0.89±0.00 ^j	3.30±0.00 ⁱ	4.08±0.13 ^{ab}	15.08±0.49 ^{bc}
JMUb MC 5	74.58 ± 1.13 ^{abcd}	5.03±0.01 ^o	0.91±0.02 ⁱ	3.59±0.07 ^g	3.35±0.11 ^{ijk}	13.16±0.43 ^{ghi}
MIX 2	73.83 ± 0.14 ^{bcdefg}	4.81±0.01 ^u	1.25±0.01 ^b	4.79±0.01 ^b	3.33±0.20 ^{ijk}	12.75±0.76 ^{ijk}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาสามที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

ข. การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักปลาในหึ่งปฏิบัติการ

วิเคราะห์จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักปลาโดยเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติก โดยแบ่งการหมักเป็น 4 ชุด หมักครั้งที่ 1 และ 2 ใช้อุณหภูมิในการหมัก 25 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างปลาในวันที่ 0 และ 4 วันของการหมัก หมักชุดที่ 3 และ 4 หมักปลาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างปลาในวันที่ 0, 3 และ 4 วันของการหมัก ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และ และกลุ่มแบคทีเรียแล็กติกที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมัก ซึ่งได้ผลดังนี้

1) การหมักปลาด้วยกล้าเชื้อเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกชุดที่ 1 และ 2

จากการหมักปลาตะเพียนสดด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกแบบกล้าเชื้อเดี่ยว จำนวน 14 สายพันธุ์ รวม 14 ตัวอย่างทดลอง และอาศัยเชื้อตามธรรมชาติ (ชุดควบคุม) จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ Control 1 และ Control 2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการหมักในวันที่ 0 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของแต่ละตัวอย่างปลาหมักด้วยกล้าเชื้อเดี่ยวแต่ละตัวอย่างทดลองที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมักที่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุด 5 อันดับแรก คือ FLB 36, FTMP 37, JPLP MR 5, JPLP MC 2 และ Control 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.4082, 4.5563, 4.5682, 4.5911 และ 4.6021 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก MC3D3-1, FJPb 1, FIS 61, M4D3-3 และ FTMP 36 มีค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงขึ้นคือมีค่า 4.2148, 4.2305, 4.2989, 4.3222 และ 4.3692 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.25) ผลการตรวจนับจำนวนยีสต์และราพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าระหว่าง 2.0000-2.9777 logCFU/กรัม โดยปลาหมัก FIS 61 และ FTMP 37 มีจำนวนยีสต์ต่ำสุดเท่ากัน คือ 2.0000 logCFU/กรัม ในขณะที่ปลาหมักที่มีปริมาณยีสต์สูงสุด คือ ปลาหมัก FIS 4 ส่วนผลการวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักพบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด 3 อันดับแรก และมีค่ามากกว่า 6 logCFU/กรัม ทั้งที่ตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃ คือ ปลาหมัก M4D3-3, MC3D3-1 และ FJPb 1 โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจนับด้วยอาหาร MRS agar เท่ากับ 6.2648, 6.2601 และ 6.2014 logCFU/กรัม ตามลำดับ ส่วนจำนวนที่ตรวจนับด้วยอาหาร MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃ มีค่าเฉลี่ยเป็น 6.2227, 6.2742 และ 6.2872 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control 1 และ Control 2 มีค่าเฉลี่ยจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้งที่เลี้ยงบนอาหาร MRS agar (4.6128 และ 4.3404 logCFU/กรัม สำหรับ Control 1 และ Control 2 ตามลำดับ) และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃ ต่ำสุด คือ 4.6128 และ 4.3404 logCFU/กรัม สำหรับ Control 1 และ 4.9165 และ 5.2553 logCFU/กรัม สำหรับ Control 2 (ตารางที่ 6.25)

เมื่อหมักได้ 4 วัน พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละตัวอย่างปลาหมัก โดย Control 2, FTMP 37 และ Control 1 มีค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุด 3 อันดับแรก คือ มีค่าเท่ากับ 7.4393, 7.4232 และ 7.3711 logCFU/กรัม ตามลำดับ

ในขณะที่ปลาหมัก FJPb 16, JPLP MR 5 และ JPLP MC 2 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุดและมีค่าการตรวจนับน้อยกว่า 7 logCFU/กรัม (6.3927, 6.4983 และ 6.9165) ส่วนผลการตรวจนับจำนวนยีสต์ในปลาหมักที่ระยะหมัก 4 วัน พบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนยีสต์อยู่ในช่วง 2.3979 ถึง 6.4232 logCFU/กรัม โดยปลาหมัก Control 1, M4D3-3 และ FTMP 37 มีจำนวนยีสต์สูงสุด 3 อันดับแรก คือ 6.4232, 5.4843 และ 5.4502 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างปลาหมักที่มีจำนวนยีสต์น้อยสุด 5 อันดับแรก คือ ปลาหมัก FIS 61, FIS 4, FLB 36, MN 25-11-8 และ FJPb 1 โดยมีค่าเฉลี่ย 2.3979, 2.7404, 3.0607, 3.1614 และ 3.3892 logCFU/กรัม ตามลำดับ สำหรับผลการวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar พบว่าปลาหมักแต่ละตัวอย่างมีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปลาหมักส่วนใหญ่มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกมากกว่า 8 logCFU/กรัม โดยปลาหมัก FTMP 36, FLB 36, FIS 4 และ M4D3-3 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด 4 อันดับแรก คือมีค่าเฉลี่ย 8.7218, 8.7118, 8.6474 และ 8.5798 logCFU/กรัม ตามลำดับ แต่ปลาหมัก JPLP MC 2 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกต่ำสุด (6.9469 logCFU/กรัม) และปลาหมัก Control 1, JPLP MR 5, FJPb MC 20, Control 2, FJPb 1 และ MN 25-11-8 ที่พบว่ามีความจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกค่อนข้างน้อย คือมีค่าการตรวจนับต่ำกว่า 8 logCFU/กรัม สำหรับการตรวจนับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมักด้วยอาหาร MRS agar ที่เติม 0.5%CaCO₃ พบว่า ปลาหมักส่วนใหญ่มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกมากกว่า 8 logCFU/กรัม โดยปลาหมักที่มีค่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด 5 อันดับแรก คือ ปลาหมัก FLB 36, FIS 61, FIS 4, FTMP 37 และ MC3D3-1 คือ มีค่าเท่ากับ 8.7490, 8.5888, 8.4969, 8.4183 และ 8.3284 logCFU/กรัม แต่ปลาหมัก JPLP MC 2 และ JPLP MR 5 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้งที่เลี้ยงบนอาหาร MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO₃ ต่ำสุด คือ มีค่า 6.6857 และ 6.9085 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.25) ส่วนปลาหมัก FJPb MC 20, Control1 และ Control2 พบว่ามีจำนวนจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้งที่เลี้ยงบนอาหาร MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5%CaCO₃ ค่อนข้างน้อย คือ มีค่าเท่ากับ 7.7559, 7.8543 และ 7.8633 logCFU/กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 6.25 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาสดที่ 1-2 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหมัก 0 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก (รหัสกล่องเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
			MRS agar	MRS+CaCO ₃
Control 1	4.6021 ^a	2.7404 ^b	4.6128 ⁿ	4.3404 ^p
FTMP 37	4.5563 ^d	2.0000 ^m	5.7597 ^g	5.7993 ^g
JPLP MR 5	4.5682 ^c	2.3222 ^f	5.8195 ^e	5.7243 ^h
JPLP MC 2	4.5911 ^b	2.5441 ^d	5.8062 ^f	6.0212 ^d
FJPb MC 20	3.8865 ^o	2.0864 ^k	5.7404 ^h	5.6435 ^l
M4D3-3	4.3222 ^g	2.1206 ^j	6.2648 ^a	6.2227 ^c
MC3D3-1	4.2305 ⁱ	2.1818 ^h	6.2601 ^b	6.2878 ^a
Control 2	4.0969 ^l	2.1553 ⁱ	4.9165 ^m	5.2553 ^o
FTMP 36	4.3692 ^f	2.3010 ^g	5.7177 ⁱ	5.6955 ^j
FLB 4	3.8062 ^p	2.4150 ^c	5.5899 ^j	5.6117 ^m
FLB 36	4.4082 ^e	2.3010 ^g	5.5899 ^j	5.3502 ⁿ
FIS 4	3.9494 ⁿ	2.9777 ^a	5.5587 ^l	5.6998 ⁱ
FIS 61	4.2989 ^h	2.0000 ^m	5.5855 ^k	5.6522 ^k
FJPb 1	4.2148 ^j	2.6990 ^c	6.2014 ^c	6.2742 ^b
FJPb 16	4.0043 ^m	2.6990 ^c	5.8420 ^d	5.8663 ^f
MN 25-11-8	4.2068 ^k	2.0212 ^l	5.7404 ^h	5.8976 ^e

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

ตารางที่ 6.26 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาสามชนิดที่ 1-2 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหมัก 4 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก (รหัสกล้าเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
			MRS agar	MRS+CaCO ₃
Control 1	7.3711 ^c	6.4232 ^a	7.8751 ^k	7.8543 ^m
FTMP 37	7.4232 ^b	5.4502 ^c	8.4133 ^g	8.4183 ^d
JPLP MR 5	6.4983 ^o	5.3979 ^d	7.7076 ⁿ	6.9085 ^o
JPLP MC 2	6.9165 ⁿ	4.7782 ^h	6.9469 ^p	6.6857 ^p
FJPb MC 20	7.1335 ^k	5.1790 ^f	7.7559 ^m	7.7559 ⁿ
M4D3-3	7.3139 ^f	5.4843 ^b	8.5798 ^e	8.3075 ^f
MC3D3-1	7.2430 ^j	5.2833 ^e	8.2330 ^h	8.3284 ^e
Control 2	7.4393 ^a	4.9661 ^g	7.8808 ^j	7.8633 ^l
FTMP 36	7.3096 ^g	4.2014 ⁱ	8.7218 ^b	8.2529 ^h
FLB 4	7.3404 ^c	3.7076 ^k	8.8382 ^a	8.2856 ^g
FLB 36	7.1206 ^l	3.0607 ⁿ	8.7118 ^c	8.7490 ^a
FIS 4	7.3502 ^d	2.7404 ^o	8.6474 ^d	8.4969 ^c
FIS 61	7.1139 ^m	2.3979 ^p	8.5752 ^f	8.5888 ^b
FJPb 1	7.2672 ^h	3.3892 ^l	7.8382 ^l	8.1072 ^k
FJPb 16	6.3927 ^p	4.4249 ⁱ	8.1139 ⁱ	8.1173 ^j
MN 25-11-8	7.2601 ⁱ	3.1614 ^m	7.6107 ^o	8.1335 ⁱ

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

2) การหมักปลาส้มด้วยกล้าเชื้อเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดที่ 3 และ 4

จากการหมักปลาหมักที่เติมกล้าเชื้อเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกในชุดที่ 3 และ 4 จำนวน 14 ตัวอย่างทดลอง พร้อมการหมักที่อาศัยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ (ชุดควบคุม) คือ Control 3 และ Control 4 หมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างปลาหมักมาวิเคราะห์จุลินทรีย์ในวันที่ 0, 3 และ 4 ของการหมัก พบว่าในวันที่ 0 ของการหมัก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาหมักเริ่มต้นมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวอย่างปลาหมักที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุด 5 อันดับ

แรก คือ ปลาหมัก FKU 23, Control 3, FKU 48, JMUb MRS 6 และ JPLP MC 1 ค่าเฉลี่ย 4.7889, 4.7482, 4.37033, 4.6767 และ 4.6435 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.27) ในขณะที่ปลาหมัก JMUb MC 5, M2D3-2 และ MYYS MC 9 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุด 3 อันดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.1335, 4.0294 และ 4.0253 logCFU/กรัม ตามลำดับ ส่วนยีสต์และราที่ตรวจหา ตรวจพบเฉพาะยีสต์ในปลาหมักแต่ละชุดที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีจำนวนค่อนข้างต่ำ (มีค่าน้อยกว่า 3 logCFU/กรัม) โดยปลาหมักที่มีจำนวนยีสต์สูงสุด 2 อันดับแรก คือ ปลาหมัก MYGYS MCN 6 และ M1-3-1 มีค่าเฉลี่ย 2.7924 และ 2.7818 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก FJPb MCN 23, JPLP MC 1, MYYS MC 9, MYGYS MC 9 และ MYYS MC 11 พบว่ามีจำนวนยีสต์ต่ำสุด 5 อันดับแรก โดยมีค่าเฉลี่ย 2.0414, 2.0531, 2.0969, 2.1139 และ 2.1461 logCFU/กรัม ตามลำดับ สำหรับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักที่ระยะหมักเริ่มต้นซึ่งตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar จำนวนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละตัวอย่างปลาหมัก ซึ่งปลาหมักที่มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ปลาหมัก M2D3-2, MYYS MC 9 และ FKU 48 มีค่าเฉลี่ย 5.9494, 5.8513 และ 5.8420 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.27) ส่วนจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในที่ตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5%CaCO₃ สูงสุด 4 อันดับแรก คือปลาหมัก MC5D3-1, MYYS MC 9, FKU 48 และ FKU 23 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.8293, 5.7520, 5.6484 และ 5.5855 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control 3 และ Control 4 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้งที่ตรวจหาโดยใช้อาหาร MRS agar และ MRS agar ที่เติม 0.5%CaCO₃ ต่ำสุด (4.7818, 4.7076, 4.5441 และ 4.4983 logCFU/กรัม สำหรับ Control 3 และ Control 4 ตามลำดับ)

เมื่อนำปลาหมักที่มีอายุหมัก 3 วัน มาตรวจหาจุลินทรีย์ พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาหมักมีค่าสูงกว่าวันที่ 0 โดยตัวอย่าง JMUb MRS 6, Control 4, Control 3, FJPb MCN 23 และ JPLP MC 1 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุด 5 อันดับแรก คือมีค่าเท่ากับ 7.9217, 7.6721, 7.4983, 7.4425 และ 7.4346 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.28) ส่วนปลาหมักที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุด 5 อันดับ คือ ปลาหมัก MYGYS MC 9, MYYS MRS 3, M1-3-1, M2D3-2 และ JMUb MC 5 โดยมีค่าเท่ากับ 6.9494, 7.1399, 7.1673, 7.2553 และ 7.2648 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ยีสต์และราที่ตรวจพบเป็นโคโรนิกของยีสต์เท่านั้น ยีสต์ที่พบในปลาหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 4 อันดับ คือ JPLP MC 1, FKU 48, FJPb MCN 23 และ MYGYS MC 9 ซึ่งเท่ากับ 3.3010, 3.7404, 4.1761 และ 4.2304 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control 3, JMUb MRS 6, และ Control 4 พบว่ามีจำนวนยีสต์สูงถึง 5.8751, 5.7672 และ 5.6580 logCFU/กรัม ซึ่งมีค่าจัดอยู่ในกลุ่มสูงสุด 3 อันดับแรก สำหรับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในปลาหมักอายุ 3 วัน เมื่อตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar พบจำนวนแบคทีเรียสูงสุดในปลาหมัก JMUb MC 5 มีค่าเฉลี่ย 8.7745 logCFU/กรัม รองลงมา คือ M2D3-2, MYYS MRS 11 และ FKU 23 คือมีค่าเท่ากับ 8.7745, 8.4440, 8.3962 และ 8.3054 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก FKU 48, FJPb MCN 23, MYGYS MCN 6 และ Control 3 มีจำนวน

แบคทีเรียกรดแล็กติกต่ำสุด 4 อันดับแรก มีค่าอยู่ในช่วง 7.4487-1.7818 logCFU/กรัม ส่วนจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 พบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด (8.8228 logCFU/กรัม) ในตัวอย่างปลาหมัก JMUb MRS 6 รองลงมา คือ M1-3-1, M2D3-2 และ FUK 23 มีค่าเฉลี่ย 8.5441, 8.5051 และ 8.4216 logCFU/กรัม ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก FJPb MCN 23, FKU 48, Control 3, MYGYS MCN 6 และ MC5D3-1 พบว่ามีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกต่ำสุด 5 อันดับ โดยมีค่าเฉลี่ย 7.2430, 7.3222, 7.3766, 7.4150 และ 7.4843 logCFU/กรัม ตามลำดับ

จากการตรวจหาจุลินทรีย์ในปลาหมักที่หมักได้ 4 วัน พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีค่าสูงสุด 4 อันดับแรก คือ ปลาหมัก Control 3, JMUb MC 5, JMUb MRS 6 และ MC5D3-1 คือมีค่าเท่ากับ 7.6232, 7.5411, 7.4698 และ 7.4326 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.29) ในขณะที่ปลาหมัก MYYS MRS 3, M1-3-1, JPLP MC 1, FJPb MCN 23 และ FKU 23 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุด 5 อันดับแรก มีค่าการตรวจนับอยู่ในช่วง 7.0864-7.2175 logCFU/กรัม กรณีการตรวจหายีสต์และรา พบเฉพาะยีสต์และพบว่าปลาหมัก Control 4 มีจำนวนยีสต์สูงสุด คือ 5.4232 logCFU/กรัม รองลงมา คือ ปลาหมัก FJPb MCN 23, MC5D3-1, M1-3-1 และ M2D3-2 มีจำนวนยีสต์เฉลี่ยระหว่าง 5.1818-5.3655 logCFU/กรัม ในขณะที่ปลาหมัก MYYS MC 9, MYGYS MC 9 และ JMUb MRS 6 มีจำนวนยีสต์ต่ำสุด 3 อันดับ คือมีค่า 4.0000, 4.2430 และ 4.3802 logCFU/กรัม ตามลำดับ สำหรับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมักที่ระยะหมัก 4 วัน ซึ่งตรวจพบโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar พบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมักยังคงมีค่าสูง โดยปลาหมัก MYYS MRS 11, M1-3-1 และ M2D3-2 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด 3 อันดับแรก คือมีค่าเท่ากับ 8.8921, 8.8261 และ 8.8129 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control 4 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกต่ำสุด คือ 6.8751 logCFU/กรัม และปลาหมักที่มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกค่อนข้างต่ำ คือ ปลาหมัก FJPb MCN 23, MYYS MC 9, FUK 48 และ MC5D3-1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.1673, 7.2041, 7.3118 และ 7.4983 logCFU/กรัม ตามลำดับ ส่วนจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 พบในปลาหมัก MYYS MRS 11 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด คือ 8.9566 logCFU/กรัม รองลงมา คือ ปลาหมัก M1-3-1, MYGYS MC 9 และ JMUb MC 5 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 8.9191, 8.4298 และ 8.3838 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก FKU 48, MC5D3-1, MYYS MC9, Control 3 และ FJPb MCN 23 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกต่ำสุด 5 อันดับ โดยมีจำนวนที่ตรวจนับได้อยู่ในช่วง 7.1399 ถึง 7.5966 logCFU/กรัม

ตารางที่ 6.27 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กน้อยที่ตรวจพบในการหมักปลาซึ่ม
ชุดที่ 3-4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหมัก 0 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์*(logCFU/กรัม)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
			MRS agar	MRS+CaCO ₃
Control 3	4.7482 ^b	2.3655 ^h	4.7818 ^q	4.7076 ^q
FKU 23	4.7889 ^a	2.3010 ⁱ	5.3997 ^j	5.5855 ^e
FKU 48	4.7033 ^c	2.2878 ^j	5.8420 ^e	5.6484 ^d
JPLP MC 1	4.6435 ^e	2.0531 ^p	5.4082 ⁱ	5.0531 ^p
FJPb MCN 23	4.4843 ^h	2.0414 ^q	5.2529 ^m	5.3284 ^k
M1-3-1	4.3032 ^j	2.7818 ^b	5.1553 ^o	5.2014 ^m
M2D3-2	4.0294 ^q	2.3711 ^g	5.9494 ^b	5.4065 ^h
MC5D3-1	4.2068 ^l	2.4133 ^f	5.8062 ^f	5.8293 ^a
MIX 1	4.6284 ^f	2.6580 ^c	5.8603 ^c	5.4698 ^f
Control 4	4.3010 ^k	2.4914 ^e	4.5441 ^r	4.4983 ^r
MYYS MRS 3	4.1959 ^m	2.2788 ^k	5.3502 ^k	5.3160 ^l
MYYS MC 9	4.0253 ^r	2.0969 ^o	5.8513 ^d	5.7520 ^c
MYYS MC 11	4.3222 ⁱ	2.1461 ^m	5.2967 ^l	5.3324 ^j
MYGYS MC 9	4.5315 ^g	2.1139 ⁿ	5.2355 ⁿ	5.4099 ^g
MYGYS MCN 6	4.1761 ⁿ	2.7924 ^a	5.1206 ^p	5.1139 ^o
JMU ^b MRS 6	4.6767 ^d	2.5441 ^d	5.6232 ^h	5.1818 ⁿ
JMU ^b MC 5	4.1335 ^p	2.3010 ⁱ	5.6532 ^g	5.3766 ⁱ
MIX 2	4.1367 ^o	2.2672 ^l	6.0170 ^a	5.7993 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS,

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจ
นับแบคทีเรียกรด แล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาซึ่มที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

ตารางที่ 6.28 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาซึ่มครั้งที่ 3-4 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหมัก 3 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
			MRS agar	MRS+CaCO ₃
Control 3	7.4983 ^c	5.8751 ^a	7.4487 ^o	7.3766 ^p
FKU 23	7.4166 ^f	5.2279 ^g	8.3054 ^e	8.4216 ^c
FKU 48	7.3365 ^j	3.7404 ^q	7.1818 ^r	7.3222 ^q
JPLP MC 1	7.4346 ^e	3.3010 ^r	8.1072 ⁱ	8.1004 ^k
FJPb MCN 23	7.4425 ^d	4.1761 ^p	7.3010 ^q	7.2430 ^r
M1-3-1	7.1673 ^p	5.2577 ^f	8.2095 ^j	8.5441 ^c
M2D3-2	7.2553 ^o	4.3892 ^m	8.4440 ^d	8.5051 ^d
MC5D3-1	7.4031 ^g	5.2227 ^h	7.4914 ⁿ	7.4843 ⁿ
MIX 1	7.3404 ⁱ	4.3222 ⁿ	8.3054 ^f	8.3692 ^g
Control 4	7.6721 ^b	5.6580 ^c	7.7597 ^m	7.7597 ^m
MYYS MRS 3	7.1399 ^q	5.4771 ^e	7.8837 ^l	7.9345 ^l
MYYS MC 9	7.3032 ^k	4.8228 ^k	8.1173 ⁱ	8.3802 ^f
MYYS MC 11	7.2989 ^l	4.7818 ^l	8.3962 ^c	8.1139 ^j
MYGYS MC 9	6.9494 ^r	4.2304 ^o	7.9731 ^k	8.3483 ^h
MYGYS MCN 6	7.3655 ^h	5.0492 ⁱ	7.3284 ^p	7.4150 ^o
JMUb MRS 6	7.9217 ^a	5.7672 ^b	8.1271 ^h	8.8228 ^a
JMUb MC 5	7.2648 ⁿ	5.5966 ^d	8.7745 ^a	8.3324 ⁱ
MIX 2	7.2810 ^m	5.0374 ^j	8.3729 ^d	8.8195 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาซึ่มที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

ตารางที่ 6.29 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาสาม ครั้งที่ 3-4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหมัก 4 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์*(logCFU/กรัม)			
	จุลินทรีย์ ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
			MRS agar	MRS+CaCO ₃
Control 3	7.6232 ^a	4.6532 ⁱ	7.6902 ^m	7.2430 ^q
FKU 23	7.2175 ⁿ	4.7959 ^h	8.3617 ^g	8.3324 ^h
FKU 48	7.3075 ^l	4.9191 ^f	7.3118 ^o	7.5966 ^m
JPLP MC 1	7.1987 ^p	4.4472 ^l	8.2455 ^h	8.1004 ^l
FJPb MCN 23	7.2122 ^o	5.3655 ^b	7.1673 ^q	7.1399 ^r
M1-3-1	7.1106 ^q	5.2148 ^d	8.8261 ^c	8.9191 ^c
M2D3-2	7.3820 ⁱ	5.1818 ^e	8.8129 ^d	8.3464 ^f
MC5D3-1	7.4362 ^d	5.2553 ^c	7.4983 ^m	7.4624 ^o
MIX 1	7.3711 ^j	4.3997 ^o	8.3838 ^e	8.3385 ^g
Control 4	7.3674 ^k	5.4232 ^a	6.8751 ^r	7.8543 ^m
MYYS MRS 3	7.0864 ^r	4.8162 ^g	8.1303 ^k	8.1703 ^j
MYYS MC 9	7.4265 ^f	4.0000 ^q	7.2041 ^p	7.3560 ^p
MYYS MC 11	7.3874 ^h	4.4393 ^m	8.8921 ^b	8.9566 ^a
MYGYS MC 9	7.3054 ^m	4.2430 ^p	8.1523 ^j	8.4298 ^d
MYGYS MCN 6	7.4232 ^g	4.4624 ^k	7.9754 ^l	8.1239 ^k
JMUb MRS 6	7.4698 ^c	4.3802 ^p	8.3674 ^f	8.2068 ⁱ
JMUb MC 5	7.5441 ^b	4.5798 ^j	8.1818 ⁱ	8.3838 ^e
MIX 2	7.4314 ^c	3.1761 ^r	8.9708 ^a	8.9420 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

**MIX1 และ MIX2 เป็นปลาสามที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

(3) การหมักปลาสดด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกชุดที่ 1-4

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปในปลาหมักที่เติมกล้าเชื้อเดี่ยวจำนวน 28 ตัวอย่าง กล้าเชื้อผสม 2 ตัวอย่าง และปลาหมักที่ไม่เติมกล้าเชื้อ (ตัวอย่างควบคุม) จำนวน 4 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 34 ตัวอย่าง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระยะหมัก 0 และ 4 วัน เพื่อเปรียบเทียบจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมักดังกล่าว พบว่าที่ระยะหมักที่ 0 วัน จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยตัวอย่างที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุด 4 อันดับแรก เรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ ปลาหมัก FLB 4, FJPb MC 20, FIS 4 และ FJPb 16 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.8062, 3.8865, 3.9494 และ 4.0043 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6.30) ในขณะที่ปลาหมัก FKU 23, Control 3 และ FKU 48 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุด 3 อันดับแรก คือมีค่าเท่ากับ 4.7889, 4.7482 และ 4.7033 logCFU/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจำนวนยีสต์ในตัวอย่างปลาหมัก พบว่าจำนวนยีสต์เริ่มต้นที่ตรวจนับได้ในทุกตัวอย่าง ปลาหมักที่ระยะหมัก 0 วัน มีค่าค่อนข้างต่ำคือมีค่าไม่เกิน 3 logCFU/กรัม อยู่ในช่วง 2.0000 ถึง 2.9777 logCFU/กรัม) โดยปลาหมัก FIS 61 และ FTMP 36 มีจำนวนยีสต์ไม่แตกต่างกันและมีค่าต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนยีสต์ที่ตรวจนับได้ในตัวอย่างปลาหมักอื่น คือ มีค่าเท่ากับ 2.0000 logCFU/กรัม ในขณะที่ปลาหมัก FIS 4, MYGYS MCN 6 และ M1-3-1 มีจำนวนยีสต์สูงสุด 3 อันดับแรก คือมีจำนวนยีสต์ 2.9777, 2.7924 และ 2.7818 logCFU/กรัม ตามลำดับ ส่วนจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักที่ตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar พบว่าปลาหมัก M4D3-3, MC3D3-1, FJPb 1, MIX 2 และ M2D3-2 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด 5 อันดับแรก คือมีค่า 6.2648, 6.2601, 6.2014, 6.0170 และ 5.9494 logCFU/กรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ที่เติม 0.5%CaCO₃ พบว่าปลาหมัก Control 3, Control 4 และ Control 1 ซึ่งเป็นปลาหมักที่ไม่เติมกล้าเชื้อมีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกต่ำสุด 3 อันดับ คือ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.7076, 4.4983 และ 4.3404 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก M4D3-3, FJPb 1 และ MC3D3-1 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงสุด 3 อันดับแรก คือมีค่าเท่ากับ 6.222, 6.2742 และ 6.2878 logCFU/กรัม ตามลำดับ ส่วนปลาหมักอื่น ๆ พบว่ามีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกค่อนข้างสูงและมีค่ามากกว่า 5 logCFU/กรัม

เมื่อระยะหมักผ่านไป 4 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปทั้งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และแบคทีเรียกรดแล็กติกของตัวอย่างปลาหมักทั้งที่ไม่เติม และเติมกล้าเชื้อมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 6.31) และพบข้อสังเกตว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาหมักที่ไม่เติมกล้าเชื้อ (Control) มีค่าค่อนข้างสูง โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาหมัก Control 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 7.6232 logCFU/กรัม และปลาหมักที่มีจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวนมากรองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก JMUb MC 5, JMUb MRS 6 และ Control 2 คือมีค่าเท่ากับ 7.5441, 7.4698 และ 7.4393 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก FJPb 16, JPLP MR 5, JPLP MC 2, MYYS MRS 3 และ M1-3-1 พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยต่ำสุด 5

อันดับ คือมีค่าเท่ากับ 6.3927, 6.4983, 6.9165 และ 7.1106 logCFU/กรัม ส่วนจำนวนยีสต์ในตัวอย่างปลาหมักที่ระยะหมัก 4 วัน พบว่าปลาหมักที่ไม่เติมกล้ำเชื้อ (Control) มีจำนวนยีสต์ค่อนข้างสูง โดยปลาหมัก Control 1, M4D3-3, FTMP 37 และ Control 4 มีจำนวนยีสต์สูงสุด 4 อันดับแรก คือ 6.4232, 5.4843, 5.4502 และ 5.4232 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก FIS 61, FIS 4, FLB 36, MN 25-11-8 และ MIX 2 มีจำนวนยีสต์ต่ำสุด 5 อันดับ คือมีค่าตรวจนับเท่ากับ 2.3979, 2.7404, 3.0607, 3.1614 และ 3.1761 logCFU/กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในปลาหมักที่ระยะหมัก 4 วัน พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 6.8751 ถึง 8.9708 logCFU/กรัม ซึ่งแต่ละตัวอย่างมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกกับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์ในตัวอย่างปลาหมักที่ระยะหมักเดียวกันนี้ พบว่าตัวอย่างปลาหมักที่ไม่มีการเติมกล้ำเชื้อมีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกค่อนข้างน้อย แต่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมถึงจำนวนยีสต์ค่อนข้างมาก ในขณะที่ปลาหมักที่มีการเติมกล้ำเชื้อตรวจพบแบคทีเรียกรดแล็กติกจำนวนมาก ขณะเดียวกันก็พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมถึงจำนวนยีสต์ค่อนข้างน้อย โดยปลาหมัก MYYS MC 11 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar สูงสุด ปลาหมักที่มีค่าการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียกรดแล็กติกสูงรองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก FLB 4, M1-3-1 และ M2D3-2 คือ มีค่าเท่ากับ 8.8382, 8.8261 และ 8.8129 logCFU/กรัม ในขณะที่ปลาหมัก Control 4, JPLP MC 2 และ FJPb MCN 23 มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่เลี้ยงบนอาหาร MRS agar ต่ำสุด 3 อันดับ คือมีค่าเฉลี่ย 6.8751, 6.9469 และ 7.1673 logCFU/กรัม ตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมักที่ตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 พบว่าปลาหมัก MYYS MC 11 และ M1-3-1 ยังคงมีค่าเฉลี่ยจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงเช่นเดียวกับที่ตรวจนับได้ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar โดยมีค่าเฉลี่ย 9.8566 และ 8.9191 logCFU/กรัม ตามลำดับ ส่วนปลาหมักที่มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5% CaCO_3 ต่ำสุด 3 อันดับ ได้แก่ ปลาหมัก FJPb MCN 23, JPLP MR 5 และ JPLP MC 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.1399, 6.9085 และ 6.6857 logCFU/กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 6.30 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และจำนวนแบคทีเรียเล็กน้อยที่ตรวจพบในการหมักปลาสามชนิดที่ 1-4 ระยะเวลาหมัก 0 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้าเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์ *(logCFU/กรัม)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
			MRS agar	MRS+CaCO ₃
Control 1	4.6021 ^g	2.7404 ^d	4.6128 ^{ee}	4.3404 ^{gg}
FTMP 37	4.5563 ^j	2.0000 ^{bb}	5.7597 ^l	5.7993 ^h
JPLP MR 5	4.5682 ⁱ	2.3222 ^m	5.8195 ⁱ	5.7243 ^j
JPLP MC 2	4.5911 ^h	2.5441 ^g	5.8062 ^k	6.0212 ^d
FJPb MC 20	3.8865 ^{ee}	2.0864 ^x	5.7404 ^m	5.6435 ^o
M4D3-3	4.3222 ^o	2.1206 ^u	6.2648 ^a	6.2227 ^c
MC3D3-1	4.2304 ^s	2.1818 ^r	6.2601 ^b	6.2878 ^a
Control 2	4.0969 ^z	2.1553 ^s	4.9165 ^{cc}	5.2553 ^z
FTMP 36	4.3692 ⁿ	2.3010 ⁿ	5.7177 ⁿ	5.6955 ^l
FLB 4	3.8062 ^{ff}	2.4150 ⁱ	5.5899 ^q	5.6117 ^p
FLB 36	4.4082 ^m	2.3010 ⁿ	5.5899 ^q	5.3502 ^v
FIS 4	3.9494 ^{dd}	2.9777 ^a	5.5587 ^s	5.6998 ^k
FIS 61	4.2989 ^r	2.0000 ^{bb}	5.5855 ^r	5.6522 ^m
FJPb 1	4.2148 ^t	2.6990 ^e	6.2014 ^c	6.2742 ^b
FJPb 16	4.0043 ^{cc}	2.6990 ^e	5.8420 ^h	5.8663 ^f
MN 25-11-8	4.2068 ^u	2.0212 ^{aa}	5.7404 ^m	5.8976 ^e
Control 3	4.7482 ^b	2.3655 ^l	4.7818 ^{dd}	4.7076 ^{ee}
FKU 23	4.7889 ^a	2.3010 ⁿ	5.3997 ^u	5.5855 ^q
FKU 48	4.7033 ^c	2.2878 ^o	5.8420 ^h	5.6584 ⁿ
JPLP MC 1	4.6435 ^c	2.0531 ^y	5.4082 ^t	5.0531 ^{dd}
FJPb MCN 23	4.4843 ^l	2.0414 ^z	5.2529 ^y	5.3284 ^x
M1-3-1	4.3032 ^p	2.7818 ^c	5.1553 ^{aa}	5.2014 ^{aa}
M2D3-2	4.0294 ^{aa}	2.3711 ^k	5.9494 ^c	5.4065 ^t
MC5D3-1	4.2068 ^u	2.4133 ^j	5.8062 ^j	5.8293 ^g
MIX 1	4.6284 ^f	2.6580 ^f	5.8603 ^f	5.4698 ^r
Control 4	4.3010 ^q	2.4914 ^h	4.5441 ^{ff}	4.4983 ^{ff}
MYYS MRS 3	4.1959 ^v	2.2788 ^p	5.3502 ^w	5.3160 ^y
MYYS MC 9	4.0253 ^{bb}	2.0969 ^w	5.8513 ^g	5.7520 ⁱ
MYYS MC 11	4.3222 ^o	2.1461 ^t	5.2967 ^x	5.3324 ^w
MYGYS MC 9	4.5315 ^k	2.1139 ^v	5.2355 ^z	5.4099 ^s
MYGYS MCN 6	4.1761 ^w	2.7924 ^b	5.1206 ^{bb}	5.1139 ^{cc}
JMUb MRS 6	4.6767 ^d	2.5441 ^g	5.6232 ^p	5.1818 ^{bb}
JMUb MC 5	4.1335 ^y	2.3010 ⁿ	5.6532 ^o	5.3766 ^u
MIX 2	4.1367 ^x	2.2672 ^q	6.0170 ^d	5.7993 ^h

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาสามชนิดที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้าเชื้อผสม 2 สูตร

ตารางที่ 6.31 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และจำนวนแบคทีเรียเล็กคิกที่ตรวจพบในการหมักปลาซึ่ม
ทั้ง 34 เชื้อ ระยะเวลาหมัก 4 วัน

ตัวอย่างปลาหมัก** (รหัสกล้ำเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์ *(logCFU/กรัม)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
			MRS agar	MRS+CaCO ₃
Control 1	7.3711 ^k	6.4232 ^a	7.8751 ^w	7.8543 ^z
FTMP 37	7.4232 ^h	5.4502 ^c	8.4133 ^k	8.4183 ^h
JPLP MR 5	6.4983 ^{ee}	5.3979 ^e	7.7076 ^z	6.9085 ^{gg}
JPLP MC 2	6.9165 ^{dd}	4.7782 ^p	6.9469 ^{gg}	6.6857 ^{hh}
FJPb MC 20	7.1335 ^y	5.1790 ^k	7.7559 ^y	7.7559 ^{aa}
M4D3-3	7.3139 ^o	5.4843 ^b	8.5798 ⁱ	8.3075 ⁿ
MC3D3-1	7.2430 ^u	5.2833 ^g	8.2330 ^p	8.3284 ^m
Control 2	7.4393 ^d	4.9661 ^l	7.8808 ^v	7.8633 ^x
FTMP 36	7.3096 ^p	4.2014 ^z	8.7218 ^f	8.2529 ^p
FLB 4	7.3404 ⁿ	3.7076 ^{bb}	8.8382 ^c	8.2856 ^o
FLB 36	7.1206 ^z	3.0607 ^{ff}	8.7118 ^g	8.7490 ^d
FIS 4	7.3504 ^m	2.7404 ^{gg}	8.6474 ^h	8.4969 ^f
FIS 61	7.1139 ^{aa}	2.3979 ^{hh}	8.5752 ^j	8.5888 ^e
FJPb 1	7.2672 ^s	3.3892 ^{cc}	7.8382 ^x	8.1072 ^v
FJPb 16	6.3927 ^{ff}	4.4249 ^v	8.1139 ^t	8.1173 ^u
MN 25-11-8	7.2601 ^t	3.1614 ^{ee}	7.6107 ^{bb}	8.1335 ^s
Control 3	7.6232 ^a	4.6532 ^q	7.6902 ^{aa}	7.2430 ^{ee}
FKU 23	7.2175 ^v	4.7959 ^o	8.3617 ⁿ	8.3324 ^l
FKU 48	7.3075 ^q	4.9191 ^m	7.3118 ^{dd}	7.5966 ^{bb}
JPLP MC 1	7.1987 ^x	4.4472 ^t	8.2455 ^o	8.1004 ^w
FJPb MCN 23	7.2122 ^w	5.3655 ^f	7.1673 ^{ff}	7.1399 ^{ff}
M1-3-1	7.1106 ^{bb}	5.2148 ⁱ	8.8261 ^d	8.9191 ^c
M2D3-2	7.3820 ^j	5.1818 ^j	8.8129 ^e	8.3464 ^j
MC5D3-1	7.4362 ^e	5.2553 ^h	7.4983 ^{cc}	7.4624 ^{cc}
MIX 1	7.3711 ^k	4.3997 ^w	8.3838 ^l	8.3385 ^k
Control 4	7.3674 ^l	5.4232 ^d	6.8751 ^{hh}	7.8543 ^y
MYYS MRS 3	7.0864 ^{cc}	4.8162 ⁿ	8.1303 ^s	8.1703 ^r
MYYS MC 9	7.4265 ^g	4.0000 ^{aa}	7.2041 ^{ee}	7.3560 ^{dd}
MYYS MC 11	7.3874 ⁱ	4.4393 ^u	8.8921 ^b	8.9566 ^a
MYGYS MC 9	7.3054 ^r	4.2430 ^y	8.1523 ^r	8.4298 ^g
MYGYS MCN 6	7.4232 ^h	4.4624 ^s	7.9754 ^u	8.1239 ^t
JMUb MRS 6	7.4698 ^c	4.3802 ^x	8.3674 ^m	8.2068 ^q
JMUb MC 5	7.5441 ^b	4.5798 ^r	8.1818 ^q	8.3838 ⁱ
MIX 2	7.4314 ^f	3.1761 ^{dd}	8.9708 ^a	8.9420 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับ
แบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

**MIX 1 และ MIX 2 เป็นปลาซึ่มที่ได้จากการหมักโดยใช้กล้ำเชื้อผสม 2 สูตร

6.3.2.2 การพัฒนาสูตรกล้าเชื้อผสมสำหรับการหมักปลาสด

การหมักปลาสดโดยเติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกในห้องปฏิบัติการ โดยนำผลสรุปจากการหมักปลาสดด้วยกล้าเชื้อเดี่ยวของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่น 28 ไอโซเลท (สายพันธุ์) และทดลองหมักปลาสดด้วยการเติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 2 สูตร คือ MIX 1 และ MIX 2 ซึ่งเป็นกล้าเชื้อที่ได้จากการผสมกล้าเชื้อ 3 (JPLP MC 1, JMU_b MRS 6 และ JMU_b MC 5) และ 2 (MYYS MC 11 และ FLB 36) สายพันธุ์ ตามลำดับ ที่เลือกจากสายพันธุ์เด่นที่แยกและคัดเลือกได้จากปลาสดที่ผลิตในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ แล้วเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน ประเมินผล คัดเลือก และพัฒนาเป็นสูตรกล้าเชื้อผสมจำนวน 4 สูตร คือ SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 โดยแต่ละสูตรประกอบด้วยแบคทีเรียกรดแล็กติกสายพันธุ์ที่คัดเลือกเฉพาะ ดังนี้

SUT1 = *Lactobacillus plantarum* MYGYS MC 9 และ *Pediococcus pentosaceus* FLB 36

SUT2 = *Lactobacillus plantarum* MYGYS MC 9, *Pediococcus pentosaceus* FLB 36 และ *Leuconostoc mesenteroides* FLB 4

SUT3 = *Lactobacillus plantarum* MYGYS MC 9, *Pediococcus pentosaceus* FLB 36, *Leuconostoc mesenteroides* FLB 4 และ *Lactobacillus brevis* FJPB MC 20

SUT4 = *Lactobacillus plantarum* M1-3-1, *Pediococcus pentosaceus* M2D3-2 และ *Lactococcus lactis* FJPb 1

จากที่ได้ทดลองหมักปลาสดโดยเติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก และวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักได้ผลดังนี้

ก. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) การหมักปลาสดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 2 สูตร (MIX 1 และ MIX 2)

การหมักปลาสดโดยใช้กล้าเชื้อผสม MIX 1 และ MIX 2 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำการเก็บตัวอย่างทุกวัน ตั้งแต่ระยะเวลาหมัก 0-5 วัน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางที่ 6.32) เมื่อพิจารณาปลาหมัก MIX 1 พบว่ามีปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 76.80-70.94 โดยน้ำหนัก เมื่อระยะเวลาหมัก 0 วัน มีปริมาณความชื้นสูงสุด และเมื่อระยะเวลาหมัก 5 วัน มีปริมาณความชื้นต่ำสุด สำหรับปลาหมัก MIX 2 มีปริมาณความชื้นระหว่าง 75.50-70.04 โดยน้ำหนัก เมื่อระยะเวลาหมัก 0 วัน มีปริมาณความชื้นสูงสุด และเมื่อระยะเวลาหมัก 5 วัน มีปริมาณความชื้นต่ำสุด พิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมัก MIX 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0-4 ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดลงจาก 6.23-4.88 และเมื่อหมักได้ 5 วัน ปลาหมัก MIX 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นเป็น 4.94 ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมัก MIX 2 พบว่าเมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้นจาก 0-5 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 6.17-4.81 พิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกแบบฐานเปียก

ของปลาหมัก MIX 1 พบว่ามีค่าระหว่างร้อยละ 0.27-1.05 โดยน้ำหนัก และแปรผันตามระยะเวลาหมัก โดยเมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณกรดสูงขึ้น ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกแบบฐานเปียกของปลาหมัก MIX 2 ซึ่งมีค่าระหว่างร้อยละ 0.27-1.25 โดยน้ำหนัก มีแนวโน้มเดียวกับปลาหมัก MIX 1 โดยเมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดมีค่าสูงขึ้น ยกเว้นการหมักวันที่ 5 ของปลาหมัก MIX 2 มีปริมาณกรดลดลงจากการหมักวันที่ 4 สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกแบบฐานแห้งของปลาหมัก MIX 1 พบว่ามีค่าระหว่างร้อยละ 1.17-3.68 โดยน้ำหนัก โดยมีแนวโน้มเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกแบบฐานเปียกของ MIX 1 คือ เมื่อระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดมีค่าสูงขึ้น แต่การหมักวันที่ 4 และ 5 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกแบบฐานแห้งของปลาหมัก MIX 2 มีแนวโน้มเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกแบบฐานเปียกของปลาหมัก MIX 2 พิจารณาปริมาณเกลือในรูปฐานเปียกของปลาหมัก MIX 1 พบว่ามีปริมาณเกลือระหว่างร้อยละ 2.11-4.11 และมีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุดในวันที่ 3 รองลงมา คือ เมื่อระยะเวลาหมัก 4 และ 5 วัน ส่วนระยะเวลาหมัก 0 วัน มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด สำหรับปลาหมัก MIX 2 พบว่ามีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ระหว่างร้อยละ 2.64-4.34 โดยน้ำหนัก เมื่อระยะเวลาหมัก 2 วันมีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด และในวันที่ 3 มีปริมาณเกลือไม่ต่างกับการหมัก 0 และ 1 วัน สำหรับปริมาณเกลือในรูปฐานแห้งของปลาหมัก MIX 1 และ MIX 2 มีแนวโน้มเดียวกับปริมาณเกลือในรูปฐานเปียกของ MIX 1 และ MIX 2 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปลาหมัก MIX 1 และ MIX 2 ที่ระยะหมักเดียวกัน พบว่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.33) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าปลาหมัก MIX 2 มีแนวโน้มของค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าปลาหมัก MIX 1 แต่วันที่ 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าปลาหมัก MIX 1 และการหมักวันที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) ของปลาหมัก MIX 1 และ MIX 2 พบว่าการหมักวันที่ 0 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นจาก 1-5 วัน พบว่าปลาหมัก MIX 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) สูงกว่าปลาหมัก MIX 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกแบบฐานแห้งของมีแนวโน้มเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกฐานเปียก ในขณะที่ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ที่ระยะเวลาหมัก 0, 1 และ 2 วัน พบว่าปลาหมัก MIX 2 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงกว่าปลาหมัก MIX 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่ระยะเวลาหมัก 3 วันของปลาหมัก MIX 1 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงกว่าปลาหมัก MIX 2 สำหรับระยะเวลาหมัก 4 และ 5 วัน พบว่าปลาหมัก MIX 1 และปลาหมัก MIX 2 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาปริมาณเกลือในรูปฐานแห้ง พบว่าให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณเกลือในรูปฐานเปียกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ตารางที่ 6.32 คุณภาพทางเคมีของปลาชิ้นที่หมักด้วยกลูต้าเซียมที่เรียกแบบที่เรียกดเล็กดเล็กแบบเชื้อผสม (MIX 1 และ MIX 2) โดยเปรียบเทียบในแต่ละวันของการหมัก

ระยะหมัก (วัน)	ปริมาณความชื้น (%)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กดเล็ก (%)						ปริมาณเกลือ (%)	
	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2
0	76.80±0.84 ^a	75.50±0.07 ^a	6.23±0.01 ^a	6.17±0.01 ^a	0.27±0.00 ^f	0.27±0.01 ^f	1.17±0.04 ^e	1.08±0.04 ^e	2.11±0.01 ^d	2.64±0.09 ^e	9.09±0.06 ^e	10.75±0.35 ^d
1	71.04±0.75 ^c	71.04±0.24 ^{ab}	5.55±0.01 ^b	5.66±0.01 ^b	0.43±0.02 ^e	0.58±0.01 ^e	1.48±0.05 ^d	2.30±0.06 ^d	2.60±0.02 ^c	2.92±0.10 ^d	8.98±0.06 ^d	11.58±0.40 ^c
2	72.54±1.50 ^{bc}	73.27±0.34 ^b	5.34±0.01 ^c	5.35±0.01 ^c	0.59±0.00 ^d	0.62±0.01 ^d	2.14±0.00 ^c	2.34±0.03 ^d	2.70±0.13 ^c	4.34±0.11 ^a	9.83±0.45 ^e	16.25±0.43 ^a
3	72.08±0.35 ^{bc}	73.29± 2.20 ^b	4.97±0.01 ^d	4.93±0.01 ^d	0.77±0.00 ^c	0.99±0.01 ^c	2.75±0.01 ^b	3.71±0.02 ^c	4.11±0.19 ^a	2.80±0.06 ^{de}	14.72±0.66 ^a	10.49±0.24 ^d
4	73.41±0.49 ^b	73.83±0.14 ^{ab}	4.88±0.01 ^f	4.81±0.01 ^c	0.95±0.01 ^b	1.25±0.01 ^a	3.58±0.03 ^a	4.79±0.06 ^a	3.69±0.09 ^b	3.33±0.20 ^c	13.87±0.35 ^b	12.75±0.76 ^b
5	70.94±0.71 ^c	70.04±0.21 ^c	4.94±0.01 ^c	4.70±0.01 ^f	1.05±0.02 ^a	1.24± 0.01 ^b	3.63±0.06 ^a	4.13±0.02 ^b	3.51±0.06 ^b	3.62±0.08 ^b	12.09±0.21 ^c	12.08±0.26 ^{bc}

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.33 คุณภาพทางเคมีของปลาชิ้นที่หมักด้วยกลูต้าเซียมที่เรียกแบบที่เรียกดเล็กดเล็กแบบเชื้อผสม โดยเปรียบเทียบระหว่าง MIX 1 ระหว่าง MIX 2

ระยะหมัก (วัน)	ปริมาณความชื้น (%)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กดเล็ก (%)						ปริมาณเกลือ (%)	
	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2
0	76.80±0.84 ^a	75.50±0.07 ^a	6.23±0.01 ^a	6.17±0.01 ^b	0.27±0.00 ^a	0.27±0.01 ^a	1.17±0.04 ^a	1.08±0.04 ^b	2.11±0.01 ^b	2.64±0.09 ^a	9.09±0.06 ^b	10.75±0.35 ^a
1	71.04±0.75 ^a	71.04±0.24 ^a	5.55±0.01 ^b	5.66±0.01 ^a	0.43±0.02 ^b	0.58±0.01 ^a	1.48±0.05 ^b	2.30±0.06 ^a	2.60±0.02 ^b	2.92±0.10 ^a	8.98±0.06 ^b	11.58±0.40 ^a
2	72.54±1.50 ^a	73.27±0.34 ^a	5.34±0.01 ^a	5.35±0.01 ^a	0.59±0.00 ^b	0.62±0.01 ^a	2.14±0.00 ^a	2.34±0.03 ^a	2.70±0.13 ^b	4.34±0.11 ^a	9.83±0.45 ^b	16.25±0.43 ^a
3	72.08±0.35 ^a	73.29±2.20 ^a	4.97±0.01 ^a	4.93±0.01 ^b	0.77±0.00 ^b	0.99±0.01 ^a	2.75±0.01 ^b	3.71±0.02 ^a	4.11±0.19 ^a	2.80±0.06 ^b	14.72±0.66 ^a	10.49±0.24 ^b
4	73.41±0.49 ^a	73.83±0.14 ^a	4.88±0.01 ^a	4.81±0.01 ^b	0.95±0.01 ^b	1.25±0.01 ^a	3.58±0.03 ^b	4.79±0.06 ^a	3.69±0.09 ^a	3.33±0.20 ^a	13.87±0.35 ^a	12.75±0.76 ^a
5	70.94±0.71 ^a	70.04±0.21 ^a	4.94±0.01 ^a	4.70±0.01 ^b	1.05±0.02 ^b	1.24±0.01 ^a	3.63±0.06 ^b	4.13±0.02 ^a	3.51±0.06 ^a	3.62±0.08 ^a	12.09±0.21 ^a	12.08±0.26 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

2) การหมักปลาด้วยเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 4 สูตร (SUT1-SUT4)

2.1) การหมักปลาด้วยเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-SUT4) ครั้งที่ 1

การหมักปลาด้วยเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก จำนวน 4 สูตร (SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4) และ 1 ชุดควบคุมซึ่งหมักโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ (Control) ควบคุมอุณหภูมิตลอดระยะเวลาการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน โดยเก็บตัวอย่างปลาหมักทุกวันตั้งแต่วันที่ 0-5 มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีซึ่งประกอบด้วยปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง) และ ปริมาณเกลือ (ในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง) แสดงในตารางที่ 6.34 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละตัวอย่าง ในวันที่ 0 พบว่าปริมาณความชื้นของปลาหมักมีค่าระหว่างร้อยละ 76.26-77.98 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก SUT2 มีปริมาณความชื้นสูงสุด ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT1, SUT3, และ SUT 4 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติและจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความชื้นต่ำ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมักแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT3 อยู่ในกลุ่มสูงสุด และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากัน คือ 6.10 ส่วนปลาหมัก SUT2 และ SUT4 อยู่ในกลุ่มต่ำสุด และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากัน คือ 6.07 เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พบว่ามีค่าระหว่างร้อยละ 0.28-0.32 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาหมัก SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุด ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด ส่วนปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT4 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ร้อยละ 0.31, 0.29 และ 0.28 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 6.34) สำหรับปลาหมัก Control จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับปลาหมัก SUT2 ส่วนทั้งปลาหมัก SUT4 และ SUT1 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ไม่แตกต่างกับปลาหมัก SUT3 พิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม โดยปลาหมัก SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 1.46 โดยน้ำหนัก กลุ่มรองลงมา คือ ปลาหมัก Control และ SUT4 มีค่าร้อยละ 1.32 และ 1.28 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และปลาหมัก SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 1.17 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ปลาหมัก SUT1 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก Control, SUT4 และ SUT3 ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 2.85-3.03 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก Control มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT1, SUT3 และ SUT4 มีปริมาณเกลือร้อยละ 3.02, 2.99 และ 2.98 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และทั้งปลาหมัก SUT1 และ SUT3 จัดว่ามีปริมาณเกลือไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control ส่วนปลาหมัก SUT2 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด เมื่อพิจารณาปริมาณเกลือในรูปฐานแห้ง พบว่าปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT4 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดระหว่างร้อยละ

12.83-12.96 โดยน้ำหนัก และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปลาหมัก SUT3 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 12.58 โดยน้ำหนัก

เมื่อการหมักผ่านไป 1 วัน พบว่าปริมาณความชื้นของปลาหมักมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 74.14-75.59 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมัก SUT1 มีปริมาณความชื้นสูงสุด ในขณะที่ปลาหมัก SUT4 มีความชื้นต่ำสุด ส่วนปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT3 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 74.29, 74.70 และ 74.55 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก SUT1 และ SUT4 จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม โดยปลาหมัก Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ 5.86 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT4 และ SUT3 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.67 และ 5.60 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก SUT1 และ SUT2 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดและมีค่าเท่ากัน คือ 5.39 ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย (ฐานเปียก) พบว่าปลาหมัก SUT1 และ SUT2 จัดอยู่ในกลุ่มสูงสุด และมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย (ฐานเปียก) เท่ากัน คือ ร้อยละ 0.61 โดยน้ำหนัก รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT3 (0.54) และ SUT4 (0.50) ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก Control มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยต่ำสุดร้อยละ 0.41 โดยน้ำหนัก สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยในรูปฐานแห้ง พบว่าปลาหมัก SUT1 และ SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 2.49 และ 2.41 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT3 (2.10), SUT4 (1.96) และ Control (1.61) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณเกลือในรูปฐานเปียก พบว่ามีค่าระหว่างร้อยละ 3.31-3.43 โดยน้ำหนัก โดยที่ปลาหมัก SUT4 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด รองลงมา คือ ปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT3 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ร้อยละ 3.41, 3.38 และ 3.41 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT1 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด นอกจากนี้ปลาหมัก Control และ SUT3 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ไม่แตกต่างกับปลาหมัก SUT4 สำหรับปริมาณเกลือในรูปฐานแห้ง พบว่าปลาหมัก SUT1 ที่มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 13.54 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT4 จัดว่ามีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 13.29, 13.35 และ 13.28 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับปลาหมัก SUT3 (13.41) จัดว่ามีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ไม่แตกต่างกันปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณภาพทางเคมีของปลาหมักเมื่อหมักได้ 2 วัน พบว่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 1 โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 70.86-73.74 โดยน้ำหนัก ปลาหมัก SUT4 และ SUT3 มีปริมาณความชื้นต่ำสุดและสูงสุด ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT2 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 72.68, 72.84 และ 72.05 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และจัดอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นสูงเป็นอันดับ 2 รองจากปลาหมัก SUT3 ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง

ของปลาหมึกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม โดยปลาหมึก Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด 5.30 รองลงมา คือ ปลาหมึก SUT3 (4.93) ส่วนปลาหมึก SUT1 (4.91) และ SUT4 (4.92) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและมีค่าความเป็นกรด-ด่างรองลงมาจากปลาหมึก SUT3 สำหรับปลาหมึก SUT2 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 4.71 เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.50-0.92 โดยน้ำหนัก ซึ่งแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเรียงลำดับตัวอย่างที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) จากน้อยไปมากได้ดังนี้ ปลาหมึก Control, SUT4, SUT3, SUT1 และ SUT2 ตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) โดยปลาหมึก SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 3.29 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมึก SUT1 (3.00) และ SUT3 (2.97) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปลาหมึก SUT4 (2.51) และ Control (1.83) จัดอยู่ใน 2 อันดับสุดท้ายที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำ พิจารณาปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการหมักวันที่ 1 โดยปลาหมึก Control, SUT2 และ SUT4 จัดว่ามีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเกลือร้อยละ 3.86, 3.83 และ 3.82 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาหมึก SUT1 (3.74) ส่วนปลาหมึก SUT3 (3.62) มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปลาหมึกที่มีปริมาณเกลือในรูปฐานแห้งสูงสุด คือ ปลาหมึก Control ร้อยละ 14.12 โดยน้ำหนัก รองลงมาประกอบด้วย 3 ตัวอย่าง คือ ปลาหมึก SUT1 (13.76), SUT2 (13.70), และ SUT3 (13.78) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปลาหมึก SUT4 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 13.13 โดยน้ำหนัก

หลังจากที่ระยะเวลาหมักผ่านไป 3 วัน พบว่าปลาหมึกมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 69.95-72.77 โดยน้ำหนัก เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่ามีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 2 ของการหมัก ปลาหมึก Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ 5.23 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมึก SUT4, SUT2, SUT1 และ SUT3 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.83, 4.66, 4.65 และ 4.64 ตามลำดับ สำหรับปลาหมึก SUT1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกับทั้ง SUT2 และ SUT3 ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พบว่าปลาหมึก SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.11 โดยน้ำหนัก รองลงมาประกอบด้วยปลาหมึก 2 ชุด คือ ปลาหมึก SUT1 (1.07) และ SUT3 (1.09) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปลาหมึก SUT4 (1.00) มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) น้อยรองจากปลาหมึก SUT1 และ SUT3 ส่วนปลาหมึกที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด คือ ปลาหมึก Control (0.55) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มได้เช่นเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

(ฐานเปียก) โดยมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 3.87-1.89 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) เมื่อหมักได้ 3 วัน พบว่าปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT3 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 4.18, 4.17 และ 4.18 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาหมัก SUT2 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุดร้อยละ 4.07 โดยน้ำหนัก สำหรับปลาหมัก SUT4 มีปริมาณเกลือร้อยละ 4.15 โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่แตกต่างกันปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT3 แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) พบว่าปลาหมัก Control มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 14.60 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT2 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ร้อยละ 14.14 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมัก SUT4 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 13.83 โดยน้ำหนัก สำหรับปลาหมัก SUT1 และ SUT3 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) เท่ากัน คือ ร้อยละ 13.95 โดยน้ำหนัก ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก SUT2 และ SUT4

จากตัวอย่างปลาหมักที่ทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 4 พบว่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 67.31-69.83 โดยน้ำหนัก ปลาหมัก Control และ SUT2 มีปริมาณความชื้นสูงสุดร้อยละ 69.83 และ 69.43 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ กลุ่มรองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT1 (67.31) และ SUT3 (67.54) มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาหมัก SUT4 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 68.42 โดยน้ำหนัก จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้ง Control, SUT1, SUT2 และ SUT3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาที่ผ่านการหมัก 4 วัน มีค่าลดลงอีก โดยแต่ละตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเรียงลำดับปลาหมักจากกลุ่มที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำไปสูงได้ดังนี้ ปลาหมัก SUT3, SUT1, SUT2, SUT4 และ Control ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 4.47, 4.56, 4.58, 4.69 และ 5.03 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) พบว่าปลาหมัก SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.44 โดยน้ำหนัก กลุ่มรองลงมาประกอบด้วยปลาหมัก SUT1 (1.19) และ SUT2 (1.20) มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาหมัก 2 กลุ่มสุดท้าย คือ ปลาหมัก SUT4 และ Control มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียก) ร้อยละ 1.08 และ 0.77 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) ของปลาแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปลาหมัก SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 4.45 โดยน้ำหนัก รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT2 (3.94), SUT1 (3.64) และ SUT4 (3.42) ส่วนปลาหมักที่มีปริมาณปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุด คือ ปลาหมัก Control ร้อยละ 2.54 โดยน้ำหนัก จากการวิเคราะห์ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) พบว่าปลาหมัก SUT1 และ SUT3 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 4.57 และ 4.55 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT4 (4.47) ส่วนปลาหมัก Control (4.37) และ SUT2 (4.38) มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด พิจารณาปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) พบว่าปลาหมัก Control มีปริมาณ

เกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 14.50 โดยน้ำหนัก รองลงมา ได้แก่ ปลาหมึก SUT2 (14.33) และ ปลาหมึก SUT4 (14.17) ตามลำดับ ส่วนปลาหมึก SUT3 (14.00) และ SUT1 (13.97) มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเก็บตัวอย่างเมื่อระยะเวลาผ่านไป 5 วัน พบว่าปริมาณความชื้นของปลาหมึกมีค่าระหว่างร้อยละ 65.13-69.08 โดยน้ำหนัก โดยปลาหมึก Control ปริมาณความชื้นสูงสุด ปลาหมึก SUT2 และ SUT3 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุด ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาหมึกแต่ละชุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเรียงลำดับตัวอย่างที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างจากต่ำไปสูงได้ดังนี้ ปลาหมึก SUT3, SUT2, SUT1, SUT4 และ Control ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 4.46, 4.48, 4.50, 4.60 และ 4.94 ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 0.81-1.47 โดยน้ำหนัก ปลาหมึก SUT2 และ SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) จัดอยู่ในกลุ่มสูงสุดร้อยละ 1.46 และ 1.47 โดยน้ำหนัก รองลงมา ได้แก่ ปลาหมึก SUT1 (1.41) ส่วนปลาหมึกที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สองชุดสุดท้ายที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำ คือ ปลาหมึก SUT4 (1.20) และ Control (0.81) ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่าปลาหมึก SUT1, SUT2 และ SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 4.17, 4.22 และ 4.21 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาหมึก SUT4 (3.69) ส่วนปลาหมึกที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุด คือ ปลาหมึก Control (2.61) พิจารณาปริมาณเกลือในรูปฐานเปียกของปลาหมึก 5 วัน พบว่าปลาหมึก SUT3 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 4.84 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมึก Control (4.77) และ SUT2 (4.76) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาหมึก SUT1 (4.67) และ SUT4 (4.71) มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาปริมาณเกลือในรูปฐานแห้ง พบว่าปลาหมึก Control มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 15.22 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมึก SUT4 (14.48) ส่วนปลาหมึก SUT1(13.85), SUT3 (13.77) และ SUT4 (13.88) มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2) การหมักปลาด้วยเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-SUT4) ครั้งที่ 2

การหมักปลาด้วยเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกครั้งที่ 2 จำนวน 4 สูตร (SUT1-4) และ 1 ชุดควบคุมซึ่งหมักโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ (Control) โดยหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างปลาหมักวันที่ 0-5 สำหรับวิเคราะห์คุณภาพองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วยปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง) และปริมาณเกลือ (ในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง) ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 6.35

เมื่อเปรียบเทียบแต่ละตัวอย่างในวันที่ 0 พบว่าปริมาณความชื้นของแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 75.28-75.72 โดยน้ำหนัก จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ปลาหมึก Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ 6.14 รองลงมาประกอบด้วย 2 ตัวอย่าง คือ ปลาหมึก SUT2 (6.12) และ SUT4 (6.11) สำหรับปลาหมึก SUT1 (6.10) มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าปลาหมึก SUT2 และ SUT4 ส่วนปลาหมึกมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ ปลาหมึก SUT3 (6.07)

ตารางที่ 6.34 คุณภาพทางเคมีของปลาหมึกที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1

ระยะหมัก (วัน)	ตัวอย่าง (รหัสกล้าเชื้อ)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
				ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
0	Control	76.39±0.18 ^b	6.10±0.01 ^a	0.31±0.02 ^{ab}	1.32±0.08 ^b	3.03±0.02 ^a	12.83±0.07 ^a
	SUT 1	76.48±0.44 ^b	6.10±0.01 ^a	0.29±0.00 ^{bc}	1.25±0.00 ^{bc}	3.02±0.03 ^{ab}	12.84±0.13 ^a
	SUT 2	77.98±0.41 ^a	6.07±0.01 ^b	0.32±0.01 ^a	1.46±0.05 ^a	2.85±0.02 ^c	12.96±0.07 ^a
	SUT 3	76.26±0.41 ^b	6.10±0.01 ^a	0.28±0.02 ^c	1.17±0.08 ^c	2.99±0.03 ^{ab}	12.58±0.12 ^b
	SUT 4	76.70±0.93 ^b	6.07±0.01 ^b	0.30±0.01 ^{bc}	1.28±0.04 ^b	2.98±0.02 ^b	12.85±0.07 ^a
1	Control	74.29±0.12 ^{ab}	5.86±0.01 ^a	0.41±0.02 ^d	1.61±0.08 ^d	3.42±0.02 ^{ab}	13.29±0.09 ^b
	SUT 1	75.59±1.32 ^a	5.39±0.01 ^d	0.61±0.02 ^a	2.49±0.08 ^a	3.31±0.02 ^c	13.54±0.06 ^a
	SUT 2	74.70±0.47 ^{ab}	5.39±0.01 ^d	0.61±0.02 ^a	2.41±0.08 ^a	3.38±0.02 ^b	13.35±0.08 ^b
	SUT 3	74.55±0.63 ^{ab}	5.60±0.01 ^c	0.54±0.01 ^b	2.10±0.03 ^b	3.41±0.02 ^{ab}	13.41±0.10 ^{ab}
	SUT 4	74.14±0.02 ^b	5.67±0.01 ^b	0.50±0.01 ^c	1.96±0.04 ^c	3.43±0.03 ^a	13.28±0.11 ^b
2	Control	72.68±0.59 ^b	5.30±0.00 ^a	0.50±0.01 ^e	1.83±0.35 ^d	3.86±0.05 ^a	14.12±0.17 ^a
	SUT 1	72.84±0.58 ^b	4.91±0.01 ^c	0.82±0.02 ^b	3.00±0.07 ^b	3.74±0.03 ^b	13.76±0.09 ^b
	SUT 2	72.05±0.39 ^b	4.71±0.01 ^d	0.92±0.01 ^a	3.29±0.04 ^a	3.83±0.03 ^a	13.70±0.11 ^b
	SUT 3	73.74±0.34 ^a	4.93±0.01 ^b	0.78±0.01 ^c	2.97±0.08 ^b	3.62±0.03 ^c	13.78±0.10 ^b
	SUT 4	70.86±0.45 ^c	4.92±0.01 ^c	0.73±0.00 ^d	2.51±0.01 ^c	3.82±0.01 ^a	13.13±0.04 ^c
3	Control	71.39±0.95 ^a	5.23±0.01 ^a	0.55±0.01 ^d	1.89±0.08 ^d	4.18±0.05 ^a	14.60±0.17 ^a
	SUT 1	72.77±0.82 ^a	4.65±0.01 ^{cd}	1.07±0.02 ^b	3.58±0.06 ^b	4.17±0.01 ^a	13.95±0.05 ^{bc}
	SUT 2	71.21±0.84 ^a	4.66±0.01 ^c	1.11±0.01 ^a	3.87±0.00 ^a	4.07±0.05 ^b	14.14±0.18 ^b
	SUT 3	70.04±0.19 ^a	4.64±0.01 ^d	1.09±0.01 ^b	3.64±0.02 ^b	4.18±0.03 ^a	13.95±0.11 ^{bc}
	SUT 4	69.95±1.10 ^a	4.83±0.01 ^b	1.00±0.02 ^c	3.33±0.06 ^c	4.15±0.06 ^{ab}	13.83±0.19 ^c
4	Control	69.83±0.38 ^a	5.03±0.01 ^a	0.77±0.01 ^d	2.54±0.05 ^e	4.37±0.01 ^c	14.50±0.03 ^a
	SUT 1	67.31±0.39 ^b	4.56±0.01 ^d	1.19±0.02 ^b	3.64±0.05 ^c	4.57±0.02 ^a	13.97±0.05 ^d
	SUT 2	69.43±1.20 ^a	4.58±0.01 ^c	1.20±0.01 ^b	3.94±0.02 ^b	4.38±0.02 ^c	14.33±0.08 ^b
	SUT 3	67.54±1.51 ^b	4.47±0.01 ^e	1.44±0.02 ^a	4.45±0.04 ^a	4.55±0.02 ^a	14.00±0.05 ^d
	SUT 4	68.42±0.39 ^{ab}	4.69±0.01 ^b	1.08±0.02 ^c	3.42±0.07 ^d	4.47±0.01 ^b	14.17±0.03 ^c
5	Control	69.08±0.60 ^a	4.94±0.01 ^a	0.81±0.01 ^d	2.61±0.02 ^c	4.76±0.02 ^b	15.22±0.08 ^a
	SUT 1	66.26±0.73 ^{bc}	4.50±0.00 ^c	1.41±0.01 ^b	4.17±0.05 ^a	4.68±0.01 ^c	13.85±0.03 ^b
	SUT 2	65.22±1.71 ^c	4.48±0.01 ^d	1.46±0.01 ^a	4.22±0.01 ^a	4.77±0.02 ^b	13.77±0.06 ^c
	SUT 3	65.13±0.41 ^c	4.46±0.00 ^e	1.47±0.01 ^a	4.21±0.03 ^a	4.84±0.02 ^a	13.88±0.06 ^c
	SUT 4	67.51±0.12 ^{ab}	4.60±0.00 ^b	1.20±0.01 ^c	3.69±0.04 ^b	4.71±0.03 ^c	14.48±0.08 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งของแต่ละระยะเวลามี แสดงถึงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p<0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ * ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

ตารางที่ 6.35 คุณภาพทางเคมีของปลาสดที่หมักด้วยกล่ำเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกแบบผสม (SUT1-4) ครั้งที่ 2

ระยะหมัก (วัน)	ตัวอย่าง (รหัสกล่ำเชื้อ)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
				ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
0	Control	75.37±0.08 ^a	6.14±0.01 ^a	0.33±0.00 ^c	1.34±0.00 ^c	3.01±0.02 ^a	12.23±0.07 ^a
	SUT1	75.46±0.27 ^a	6.10±0.01 ^c	0.35±0.00 ^b	1.41±0.02 ^b	2.98±0.04 ^a	12.15±0.18 ^a
	SUT2	75.37±0.42 ^a	6.12±0.01 ^b	0.35±0.00 ^b	1.43±0.02 ^b	2.98±0.03 ^a	12.11±0.14 ^a
	SUT3	75.28±0.63 ^a	6.07±0.01 ^d	0.37±0.01 ^a	1.50±0.02 ^a	2.97±0.04 ^a	12.03±0.18 ^a
	SUT4	75.72±0.14 ^a	6.11±0.01 ^b	0.35±0.00 ^b	1.43±0.01 ^b	2.95±0.02 ^a	12.16±0.07 ^a
1	Control	74.62±0.02 ^b	5.94±0.01 ^a	0.44±0.00 ^d	1.74±0.01 ^d	3.32±0.06 ^a	13.07±0.23 ^a
	SUT1	75.01±0.06 ^a	5.55±0.01 ^d	0.61±0.01 ^b	2.44±0.04 ^b	3.25±0.02 ^a	13.01±0.07 ^a
	SUT2	75.05±0.33 ^a	5.49±0.01 ^e	0.68±0.01 ^a	2.73±0.04 ^a	3.27±0.07 ^a	13.11±0.27 ^a
	SUT3	74.85±0.10 ^{ab}	5.68±0.01 ^b	0.54±0.01 ^c	2.16±0.04 ^c	3.30±0.02 ^a	13.13±0.07 ^a
	SUT4	74.66±0.18 ^b	5.66±0.01 ^c	0.56±0.01 ^c	2.21±0.04 ^c	3.31±0.07 ^a	13.06±0.27 ^a
2	Control	72.88±0.12 ^a	5.62±0.01 ^a	0.53±0.01 ^e	1.97±0.03 ^e	3.57±0.02 ^a	13.15±0.07 ^a
	SUT1	72.36±0.16 ^b	4.89±0.01 ^d	0.80±0.01 ^b	2.89±0.03 ^b	3.65±0.07 ^a	13.21±0.27 ^a
	SUT2	72.51±0.23 ^b	4.85±0.01 ^e	0.85±0.01 ^a	3.09±0.03 ^a	3.63±0.05 ^a	13.19±0.18 ^a
	SUT3	72.53±0.23 ^b	4.95±0.01 ^b	0.72±0.02 ^d	2.61±0.07 ^d	3.63±0.05 ^a	13.23±0.17 ^a
	SUT4	72.41±0.10 ^b	4.92±0.01 ^c	0.75±0.01 ^c	2.73±0.05 ^c	3.66±0.04 ^a	13.28±0.15 ^a
3	Control	70.53±0.30 ^a	5.53±0.01 ^a	0.64±0.01 ^d	2.16±0.03 ^d	3.97±0.03 ^c	13.47±0.11 ^a
	SUT1	69.42±0.14 ^c	4.80±0.01 ^d	1.12±0.01 ^a	3.67±0.03 ^a	4.13±0.04 ^a	13.52±0.14 ^a
	SUT2	69.37±0.14 ^c	4.79±0.01 ^e	1.14±0.02 ^a	3.72±0.05 ^a	4.09±0.01 ^a	13.36±0.04 ^a
	SUT3	70.20±0.16 ^b	4.86±0.01 ^b	1.00±0.02 ^c	3.35±0.07 ^c	4.02±0.01 ^{bc}	13.50±0.04 ^a
	SUT4	69.50±0.12 ^c	4.85±0.01 ^c	1.08±0.01 ^b	3.54±0.03 ^b	4.07±0.05 ^{ab}	13.36±0.16 ^a
4	Control	68.58±0.28 ^b	4.96±0.01 ^a	0.92±0.01 ^d	2.92±0.03 ^d	4.30±0.04 ^a	13.69±0.13 ^b
	SUT1	68.39±0.18 ^b	4.62±0.01 ^e	1.30±0.01 ^a	4.11±0.02 ^a	4.31±0.04 ^a	13.63±0.14 ^b
	SUT2	68.63±0.25 ^b	4.72±0.01 ^d	1.25±0.01 ^b	3.99±0.04 ^b	4.29±0.03 ^a	13.68±0.09 ^b
	SUT3	69.84±0.35 ^a	4.78±0.01 ^b	1.20±0.01 ^c	3.98±0.02 ^b	4.24±0.04 ^a	14.07±0.14 ^a
	SUT4	68.53±0.16 ^b	4.75±0.00 ^c	1.22±0.00 ^c	3.88±0.06 ^c	4.31±0.03 ^a	13.71±0.11 ^b
5	Control	67.19±0.35 ^b	4.80±0.00 ^a	0.98±0.00 ^c	3.00±0.01 ^d	4.57±0.06 ^a	13.94±0.19 ^a
	SUT1	67.73±0.56 ^{ab}	4.58±0.01 ^d	1.38±0.01 ^a	4.26±0.03 ^b	4.54±0.01 ^a	14.06±0.03 ^a
	SUT2	67.57±0.35 ^b	4.60±0.01 ^c	1.32±0.01 ^b	4.08±0.04 ^c	4.55±0.02 ^a	14.04±0.07 ^a
	SUT3	68.44±0.32 ^a	4.52±0.01 ^e	1.40±0.03 ^a	4.42±0.08 ^a	4.43±0.01 ^b	14.05±0.05 ^a
	SUT4	67.51±0.44 ^b	4.65±0.01 ^b	1.30±0.01 ^b	4.01±0.04 ^c	4.57±0.04 ^a	14.07±0.13 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งของแต่ละระยะเวลามีแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS และ * ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.33-0.37 โดยน้ำหนัก ซึ่งปลาหมัก SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุด รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) เท่ากัน คือ ร้อยละ 0.35 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ปลาหมัก Control มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่ามีค่าระหว่างร้อยละ 1.34-1.50 โดยน้ำหนัก และมีการจัดกลุ่มแบบเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ส่วนปริมาณเกลือทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง พบว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 2.95-3.01 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) มีค่าระหว่างร้อยละ 12.03-12.23 โดยน้ำหนัก

เมื่อการหมักผ่านไป 1 วัน พบว่าปริมาณความชื้นของปลาหมักอยู่ระหว่างร้อยละ 74.62-75.05 โดยน้ำหนัก สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีปริมาณความชื้นสูงประกอบด้วยปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT3 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปลาหมัก SUT3 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับปลาหมักที่มีปริมาณความชื้นต่ำประกอบด้วยปลาหมัก Control และ SUT4 สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าแต่ละตัวอย่างมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถเรียงลำดับปลาหมักที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดไปสูงสุดได้ดังนี้ ปลาหมัก SUT2, SUT1, SUT4, SUT3 และ Control ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.49, 5.55, 5.66, 5.68 และ 5.94 ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.68-0.44 โดยน้ำหนัก ปลาหมัก SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุด รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT1 (0.61) ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 (0.54) และ SUT4 (0.56) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) น้อยรองจากปลาหมัก SUT1 ส่วนปลาหมัก Control มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่ามีค่าระหว่าง 1.74-2.73 โดยน้ำหนัก และมีการจัดกลุ่มแบบเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พิจารณาปริมาณเกลือทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง พบว่าทุกตัวอย่างมีปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจากการหมัก 0 วัน และแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 3.25-3.32 โดยน้ำหนัก และปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) มีค่าระหว่างร้อยละ 13.01-13.13 โดยน้ำหนัก

เมื่อหมักวันที่ 2 พิจารณาปริมาณชื้น พบว่าปลาหมัก Control มีปริมาณความชื้นสูงสุดร้อยละ 72.88 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 มีปริมาณความชื้นอยู่ในกลุ่มต่ำสุด โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 72.36-72.53 โดยน้ำหนัก สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเรียงลำดับค่าความเป็นกรด-ด่างจากต่ำไปสูงได้ดังนี้ ปลาหมัก SUT2, SUT1, SUT4, SUT3 และ Control มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.85, 4.89, 4.92, 4.95 และ 5.62 ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกแบบฐานเปียกและฐานแห้ง

พบว่าแปรผกผันกับกับค่าความเป็นกรด-ด่าง และแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเรียงลำดับปลาหมึกที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยแบบฐานเปียกและฐานแข็งจากสูงไปต่ำได้ดังนี้ ปลาหมึก SUT2, SUT1, SUT4, SUT3 และ Control ซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยแบบฐานเปียกจากสูงไปต่ำได้ร้อยละ 0.85, 0.80, 0.75, 0.72 และ 0.53 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยแบบฐานแข็งสามารถเรียงลำดับจากสูงไปต่ำได้ร้อยละ 3.09, 2.89, 2.73, 2.61 และ 1.97 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับปริมาณเกลือทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแข็ง พบว่ามีปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจากการหมักวันที่ 1 และแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) มีค่าระหว่างร้อยละ 3.57-3.66 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานแข็ง) มีค่าระหว่างร้อยละ 13.15-13.28 โดยน้ำหนัก

วันที่ 3 ของการหมัก พบว่าปริมาณความชื้นสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ ปลาหมึก Control มีปริมาณความชื้นสูงสุดร้อยละ 70.53 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมึก SUT3 (70.20) ส่วนปลาหมึกที่มีปริมาณความชื้นอยู่ในกลุ่มต่ำสุด ได้แก่ ปลาหมึก SUT1, SUT2 และ SUT4 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีปริมาณความชื้นร้อยละ 69.42, 69.37 และ 69.50 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ พิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างของการหมักวันที่ 3 พบว่ามีแนวโน้มเดียวกับการหมักวันที่ 2 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเรียงลำดับค่าความเป็นกรด-ด่างจากต่ำไปสูงได้ดังนี้ ปลาหมึก SUT2, SUT1, SUT4, SUT3 และ Control มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.79, 4.80, 4.85, 4.86 และ 5.53 ตามลำดับ สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย (ฐานเปียก) พบว่าปลาหมึก SUT1 และ SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.12 และ 1.14 โดยน้ำหนัก รองลงมา ได้แก่ ปลาหมึก SUT4 (1.08), SUT3 (1.00) และ Control (0.64) ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยแบบฐานแข็งมีแนวโน้มเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยแบบฐานเปียก คือ ปลาหมึก SUT2 และ SUT1 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 3.72 และ 3.67 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ปลาหมึก SUT4 (3.54), SUT3 (3.35) และ Control (2.16) ตามลำดับ พิจารณาปริมาณเกลือในรูปฐานเปียก พบว่าปลาหมึก SUT1 และ SUT2 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 4.14 และ 4.10 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมึก SUT3 และ SUT4 ซึ่งมีปริมาณเกลือร้อยละ 4.02 และ 4.08 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด คือ ปลาหมึก Control (3.97) นอกจากนี้พบว่าปลาหมึก SUT4 มีปริมาณเกลือไม่แตกต่างกันกับปลาหมึก SUT1 และ SUT2 ซึ่งมีปริมาณเกลือสูงสุด ส่วนปลาหมึก SUT3 จัดว่ามีปริมาณเกลือไม่แตกต่างกันกับปลาหมึก Control ซึ่งมีปริมาณเกลือต่ำสุด สำหรับปริมาณเกลือ (ฐานแข็ง) พบว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเกลือ (ฐานแข็ง) ระหว่างร้อยละ 13.36-13.57 โดยน้ำหนัก

เมื่อการหมักผ่านไป 4 วัน พบว่าปลาหมึก SUT3 ปริมาณความชื้นสูงสุดร้อยละ 69.84 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมึก Control, SUT1, SUT2, และ SUT4 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุดมี

ค่าระหว่างร้อยละ 68.39-68.63 โดยน้ำหนัก สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด คือ 4.96 รองมา คือ ปลาหมัก SUT3 (4.78), SUT4 (4.75), SUT2 (4.72) และ SUT1 (4.65) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พบว่าปลาหมัก SUT1 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.30 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT2 (1.25), SUT4 (1.22) และ SUT3 (1.20) และ Control (0.92) ตามลำดับ แต่ปลาหมัก SUT4 และ SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่าปลาหมัก SUT1 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 4.11 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT2 (3.99) , SUT3 (3.98), SUT4 (3.88) และ Control (2.92) ตามลำดับ สำหรับปลาหมัก SUT2 และ SUT3 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณเกลือในรูปฐานเปียก พบว่ามีปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจากการหมักวันที่ 3 และแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 4.29-4.31 โดยน้ำหนัก สำหรับปริมาณเกลือในรูปฐานแห้ง สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุด คือ ปลาหมัก SUT3 มีค่าร้อยละ 14.07 โดยน้ำหนัก ส่วนกลุ่มที่มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำ ได้แก่ ปลาหมัก Control (13.69), SUT1 (13.63), SUT2 (13.68) และ SUT4 (13.71)

การหมักวันที่ 5 พิจารณาปริมาณความชื้น พบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 67.19-68.44 โดยน้ำหนัก สำหรับปลาหมัก SUT3 มีปริมาณความชื้นสูงสุด ส่วนปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT4 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและมีปริมาณความชื้นต่ำ ในขณะที่ปลาหมัก SUT1 มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT2, SUT3 และ SUT4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละชุดของปลาหมัก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถเรียงลำดับปลาหมักที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างจากต่ำไปสูงได้ดังนี้ ปลาหมัก SUT3, SUT1, SUT2, SUT4 และ Control โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 4.52-4.80 พิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) พบว่าปลาหมัก SUT1 และ SUT3 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 1.38 และ 1.40 โดยน้ำหนัก รองลงมาประกอบด้วย 2 ตัวอย่าง คือ SUT2 (1.32) และ SUT3 (1.30) ในขณะที่ปลาหมัก Control (0.98) มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ต่ำสุด ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) พบว่าปลาหมัก SUT 3 มีปริมาณสูงสุดร้อยละ 4.42 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT1 (4.26) และรองจากปลาหมัก SUT1 คือ ปลาหมัก SUT 2 (4.08) และ SUT4 (4.01) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาหมัก Control (3.00) มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานแห้ง) ต่ำสุด เมื่อพิจารณาปริมาณเกลือในรูปฐานเปียกสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูง ได้แก่ ปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT4 มีค่าระหว่างร้อยละ 4.53-4.57 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาหมักที่

มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุด คือ ปลาหมึก SUT3 (4.43) สำหรับปริมาณเกลือในรูปฐานแห้งพบว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ระหว่างร้อยละ 13.94-14.07 โดยน้ำหนัก

ข. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.1) การหมักปลาด้วยกล้ำเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-SUT4) ครั้งที่

การเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมึกที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) เก็บตัวอย่างเมื่อหมักตั้งแต่วันที่ 1-5 มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมึก ซึ่งประกอบด้วย สีของผิวหนังและเนื้อปลา ได้แก่ ผิวหนังส่วนสัน ผิวหนังด้านท้อง สีของเนื้อด้านติดหนัง และสีของเนื้อด้านติดกระดูก ลักษณะปรากฏ ได้แก่ ความชุ่มฉ่ำน้ำ ความมีกลิ่น ความเป็นเมือก การมีฟองก๊าซ และความมันวาวของผิวเมล็ดข้าวของปลาหมึก คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมึก ได้แก่ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียม คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ำเนื้อปลา ความชุ่มฉ่ำน้ำ และความเป็นก้างฝอย รวมถึงความยอมรับโดยรวมของปลาหมึก สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมึกทอดที่ทำการประเมิน คือ สีของผิวหนังและเนื้อปลา ได้แก่ ผิวหนังส่วนสัน ผิวหนังด้านท้อง สีของเนื้อด้านติดหนัง และสีของเนื้อด้านติดกระดูก ลักษณะปรากฏ ได้แก่ ความเรียบร้อยของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อ และความมีกลิ่น คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมึกประกอบด้วย กลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนสูง กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียม คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ำเนื้อปลา ความชุ่มฉ่ำน้ำ และความเป็นก้างฝอย คุณลักษณะด้านกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นรสเปรี้ยว กลิ่นรสเค็ม กลิ่นรสขม กลิ่นรสอ่อย กลิ่นรสกระเทียม และกลิ่นรสเลี่ยนมัน ส่วนความรู้สึกรสในหลังการกลืนที่ทำการประเมิน คือ ความเลี่ยนมัน กลิ่นคาวปลา และรสชาติเค็ม คุณลักษณะสุดท้ายที่ทำการทดสอบคือ ความยอมรับโดยรวมของปลาหมึกทอด

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมึก

การหมักวันที่ 1

สีของผิวหนังและเนื้อปลาหมึก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผิวหนังและเนื้อปลาหมึก พบว่าผิวหนังส่วนสัน เนื้อปลาหมึกด้านติดหนัง และเนื้อปลาหมึกด้านติดกระดูกของแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีสีค่อนข้างซีด โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.38-4.92, 2.31-2.82 และ 3.19-3.83 ตามลำดับ ในขณะที่สีผิวหนังและสีของน้ำจากปลาหมึกเท่านั้นที่มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสีที่ผิวหนังบริเวณท้องของปลาหมึก SUT2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.94 ส่วนปลาหมึก SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดหรือซีดที่สุด คือ 0.95 ส่วนปลาหมึก Control, SUT1 และ SUT3 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 1.40, 1.80 และ 1.11 ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ในขณะที่น้ำ

จากปลาตัววันที่ 1 มีสีขาวขุ่นและสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม โดยปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.75 แสดงว่ามีสีเข้มกว่าปลาหมัก SUT2, SUT3 และ SUT4 ที่มีคะแนนเฉลี่ย 1.12, 1.03 และ 0.93 ซึ่งทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ย 1.46 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก Control, SUT2, SUT3 และ SUT4 (ตารางที่ 6.36)

ลักษณะปรากฏ

เมื่อระยะเวลาในการหมักผ่านไป 1 วัน พบว่าลักษณะปรากฏด้านความชุ่มฉ่ำน้ำ และความมันวาวของเมล็ดข้าวของแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยด้านความชุ่มฉ่ำน้ำเป็น 6.36 และ 6.17 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความชุ่มฉ่ำน้ำสูง รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT2 ได้คะแนนเฉลี่ย 4.82 ส่วนปลาหมัก Control และ SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.35 และ 5.50 ตามลำดับ ซึ่งจัดได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับทั้ง SUT1, SUT4 และ SUT2 ส่วนลักษณะความเป็นมันวาวของเมล็ดข้าวที่ได้จากการหมักปลาเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่ได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยความมันวาวของเมล็ดข้าวจากปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.14 ปลาหมักที่มีความมันวาวของข้าวรองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก Control และ SUT1 มีคะแนนเฉลี่ย 2.81 และ 3.24 ตามลำดับ สำหรับปลาหมัก SUT2 และ SUT4 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 3.52 และ 3.48 จัดว่าไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก SUT3, Control และ SUT1 สำหรับลักษณะปรากฏในด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความมีเกล็ด ความเป็นเมือก และการมีฟองก๊าซของปลาหมักแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.27-1.72, 1.20-1.48 และ 0.25-0.70 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.36)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

การหมักปลาเป็นระยะเวลา 1 วัน ส่งผลให้ปลาหมักคิบบิกกลิ่นเปรี้ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.28 ส่วนปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนด้านกลิ่นเปรี้ยวต่ำสุด คือ 2.89 ส่วนปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.07, 3.16 และ 3.41 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก SUT4 และ SUT1 ในขณะที่กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมของแต่ละตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.18-3.57, 3.75-4.50 และ 4.35-4.93 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.36)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาหมัก ความชุ่มฉ่ำน้ำและความมีก้างฝอยของปลาหมักทั้ง 5 สูตร ได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าระหว่าง 5.46-6.39, 4.64-4.87, 5.11-6.01 และ 4.96-5.26 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.36)

ความยอมรับโดยรวม

การยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อปลาหมักทั้ง 5 สูตร เมื่อหมักเป็นระยะเวลา 1 วัน พบว่ามีคะแนนระหว่าง 5.44-5.96 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.36)

การหมักวันที่ 2

สีของผิวหนังและเนื้อปลาสดับ

เมื่อการหมักดำเนินถึงวันที่ 2 พบว่าสีของผิวหนังและเนื้อปลาสดับที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสีผิวหนังส่วนสันของปลาหมัก Control มีสีเข้มที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดปลาหมักอื่นที่ระยะเวลาการหมักเท่ากัน โดยได้คะแนนเฉลี่ย 4.97 ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 ที่ได้คะแนนเฉลี่ย 4.11 เป็นปลาหมักที่ได้คะแนนเฉลี่ยสีของผิวหนังต่ำสุด ส่วนปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.97-4.47 (ตารางที่ 6.37) จัดได้ว่ามีสีไม่แตกต่างกันกับสีผิวหนังด้านท้องและสีของเนื้อที่ติดกระดูก โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.19-1.53 และ 2.52-3.35 ตามลำดับ ซึ่งจัดได้ว่าแต่ละตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับสีเนื้อที่ติดกระดูกแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ โดยปลาหมัก SUT4 มีสีค่อนข้างเข้ม และได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.19 ส่วนปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.78 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT2 มีคะแนนเฉลี่ย 3.60, 3.09 และ 3.08 ตามลำดับ จัดได้ว่ามีสีไม่แตกต่างกันกับทั้ง SUT3 และ SUT4 สีของน้ำจากปลาหมักโดยรวมมีสีค่อนข้างขาวขุ่น จากคะแนนเฉลี่ย พบว่าปลาหมัก Control มีสีเข้มกว่าชุดการหมักอื่น คือ 1.53 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ย 0.92 ในขณะที่ปลาหมัก SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.19-1.31 จัดได้ว่ามีสีเดียวกันกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT1 (ตารางที่ 6.37)

ลักษณะปรากฏ

จากการประเมินคุณภาพลักษณะปรากฏ พบว่าความชุ่มฉ่ำน้ำ และการมีฟองก๊าซเท่านั้นที่มีคะแนนแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยในด้านความชุ่มฉ่ำน้ำสูงสุด คือ 6.23 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 4.69 ส่วนปลาหมัก SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 5.59, 5.94 และ 5.41 ตามลำดับ จัดว่ามีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติและจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT1 ส่วนการมีฟองก๊าซของปลาที่ผ่านการหมัก 2 วัน พบว่าเกิดฟองก๊าซขึ้นเพียงเล็กน้อยโดยปลาหมัก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ยของการมีฟองก๊าซสูงสุด คือ 0.94 ในขณะที่ปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยการมีฟองก๊าซต่ำสุด คือ 0.44 ส่วนปลาหมัก SUT1, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยการมีฟองก๊าซระหว่าง 0.64-0.79 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่ต่างกับทั้งปลาหมัก SUT2 และ Control สำหรับลักษณะปรากฏในด้านความมีเกล็ด ความเป็นเมือก และความมันวาวของเมล็ดข้าว มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.33-0.62, 1.03-1.66 และ 2.56-3.42 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.37)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมักในด้านกลิ่นเต็มมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โคนปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ย ด้านกลิ่นเต็มสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาหมักชุดอื่น คือ ได้คะแนนเฉลี่ย 3.27 ส่วนปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.72 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.61, 2.29 และ 2.26 ตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่นอื่น ๆ ได้แก่ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมของปลาหมักแต่ละชุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.11-4.16, 2.96-3.49 และ 4.13-5.15 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.37) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมอยู่ช่วงเดียวกับปลาหมักที่ผ่านการหมัก 1 วัน

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของปลาหมัก ได้แก่ ความแน่นเนื้อ ความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อ และความเป็นก้างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ยความแน่นเนื้อสูงสุด คือ 5.19 ส่วนปลาหมักที่มีคะแนนความแน่นเนื้อเฉลี่ยต่ำสุดประกอบด้วยปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT3 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.34-3.83 ในขณะที่ปลาหมัก SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 4.13 จัดว่าไม่มีความแตกต่างกับชุดปลาหมักที่มีคะแนนความแน่นเนื้อทั้งสูงสุดและต่ำสุด สำหรับความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลา พบว่าปลาหมัก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.81 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT3 มีคะแนนเฉลี่ย 3.52 ส่วนปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT4 ที่มีคะแนนเฉลี่ย 3.81, 3.71 และ 3.63 ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติและจัดว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้ง SUT1 และ SUT3 ในขณะที่ความมีก้างของปลาหมัก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.05 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก Control และ SUT2 มีคะแนนเฉลี่ย 4.19 และ 4.12 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT1 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.57-4.66 มีค่าไม่แตกต่างกันกับ 2 กลุ่มแรก แต่สำหรับความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาหมักทั้ง 5 ตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.35-5.31 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.37)

ความยอมรับโดยรวม

ถึงแม้ว่าปลาทั้ง 5 สูตร มีอายุหมักเป็นระยะเวลา 2 วัน คะแนนความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบที่มีต่อปลาหมักแต่ละสูตรยังคงไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.23-5.51 (ตารางที่ 6.37)

การหมักวันที่ 3

สีของผิวหนังและเนื้อปลาหมัก

เมื่อระยะเวลาการหมักผ่านไป 3 วัน พบว่าสีของผิวหนังส่วนสันของปลาหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ยสีของผิวหนังส่วนสัน

สูงสุด คือ 4.43 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมึก SUT3 ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 3.28 ในขณะที่ปลาหมึก Control, SUT2 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.58-3.93 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจัดอยู่กลุ่มเดียวกันกับทั้ง SUT1 และ SUT3 สำหรับสีของผิวหนังด้านท้อง สีเนื้อที่ติดหนัง สีเนื้อที่ติดกระดูกและสีของน้ำจากปลาหมึก มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.43-1.69, 3.42-3.91, 3.92-4.50 และ 0.96-1.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.38) และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.38)

ลักษณะปรากฏ

คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความมีก้าง การมีฟองก๊าซ ความมันวาวของเมล็ดข้าว ในปลาหมึกที่ทำการหมักแล้ว 3 วัน แต่พบว่าความขุ่นนํ้ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีเพียงปลาหมึก SUT2 เท่านั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยความขุ่นนํ้าอยู่ในกลุ่มสูงสุด คือ 4.86 ในขณะที่ปลาหมึก SUT1 และ SUT4 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 3.07 และ 3.27 ตามลำดับ มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและอยู่ในกลุ่มรองลงมา ส่วนปลาหมึก Control และ SUT3 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.31-4.54 ไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมึก SUT1, SUT2 และ SUT4 สำหรับความเป็นเมือกของปลาหมึกเป็นอีกลักษณะปรากฏหนึ่งที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาหมึก SUT2 มีคะแนนเฉลี่ยความเป็นเมือกสูงสุด คือ 1.38 ปลาหมึกที่มีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา คือ ปลาหมึก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ย 0.78 สำหรับปลาหมึก Control, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.24-1.27 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติและจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมึก SUT1 และ SUT2 (ตารางที่ 6.38)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมึกดิบที่ผ่านการหมักเป็นเวลา 3 วัน พบว่าปลาหมึกทั้ง 4 สูตร มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.92-5.31, 2.03-2.50, 2.74-3.12 และ 4.11-5.09 ตามลำดับ

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของปลาหมึกดิบที่ประเมินได้ พบว่ามีเพียงการยึดเกาะกันของเนื้อปลาเท่านั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมึก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.69 ในขณะที่ปลาหมึก SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 3.38 ส่วนปลาหมึก Control, SUT2 และ SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.82-4.29 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจัดว่ามีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันกับทั้งปลาหมึก SUT1 และ SUT4 สำหรับความแน่นเนื้อ ความขุ่นนํ้าและความมีก้างของปลาหมึกได้คะแนนการประเมินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 4.17-4.69, 4.31-5.30 และ 3.92-4.26 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.38)

ความยอมรับโดยรวม

คะแนนความยอมรับโดยรวมเฉลี่ยของปลาแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.75-5.88 (ตารางที่ 6.38)

การหมักวันที่ 4

สีของผิวหนังและเนื้อของปลาหมัก

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของปลาหมักที่ผ่านการหมักเป็นเวลา 4 วัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านสีของผิวหนังส่วนสัน สีของผิวหนังด้านท้อง และสีของน้ำจากปลาหมักของแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.17-3.67, 0.95-1.39 และ 0.90-1.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.39) ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยด้านสีของเนื้อที่ติดหนัง และสีของเนื้อที่ติดกระดูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ยของสีของเนื้อที่ติดหนังสูงสุด คือ 3.25 แสดงว่ามีสีเข้มที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ส่วนปลาหมัก SUT2 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.52 สำหรับปลาหมัก SUT1 (2.76) มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกับปลาหมัก SUT2 แต่ไม่แตกต่างกันกับทั้งปลาหมัก Control, SUT3 และ SUT4 สำหรับสีของเนื้อที่ติดกระดูกสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ ชุดปลาหมักที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ปลาหมัก Control คือ 3.56 ชุดปลาหมักที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ปลาหมัก SUT2 และ SUT3 มีคะแนนเฉลี่ย 2.54 และ 2.41 ตามลำดับ และชุดปลาหมักที่ได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับทั้งชุดปลาหมักที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ได้แก่ ปลาหมัก SUT1 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 3.56 และ 3.31 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.39)

ลักษณะปรากฏ

คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของปลาหมักที่ผ่านการหมัก 4 วัน ทั้งทางด้านความชุ่มฉ่ำน้ำ ความมีเกล็ด ความเป็นเมือก การมีฟองก๊าซและความมันวาวของเมล็ดข้าว มีคะแนนการประเมินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 5.27-5.95, 0.33-0.58, 1.20-1.16, 1.12-1.48 และ 1.34-1.82 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.39)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมักพบว่าปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยของกลิ่นกระเทียมสูงสุด คือ 5.19 ส่วนปลาหมักที่มีกลิ่นกระเทียมอ่อนที่สุด คือ ปลาหมัก SUT1 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 4.34 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT4 โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.02 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่แตกต่างกับปลาหมัก SUT1 และ SUT3 ในขณะที่กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม และกลิ่นคาวปลา มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 5.23-5.69, 2.67-3.39 และ 3.01-3.34 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.39)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

เมื่อระยะเวลาในการหมักผ่านไป 4 วัน พบว่าความแน่นเนื้อของปลาหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมักที่มีคะแนนเฉลี่ยความแน่นเนื้อสูงสุด ได้แก่ ปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ย 5.04 ส่วนปลาหมัก SUT2 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 4.03 และ 4.05 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control และ SUT3 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 4.49 และ 4.75 ตามลำดับ มีคะแนนไม่แตกต่างทางสถิติกับทั้ง SUT1, SUT2 และ SUT4 สำหรับความชุ่มฉ่ำน้ำเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปลาหมักที่มีคะแนนเฉลี่ยความชุ่มฉ่ำน้ำเป็น 5.66 และจัดว่าเป็นปลาหมักที่มีคะแนนเฉลี่ยความชุ่มฉ่ำน้ำสูงสุด คือ ปลาหมัก Control ส่วนปลาหมักที่มีความชุ่มฉ่ำน้ำต่ำสุด คือ ปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 4.89 ส่วนปลาหมัก SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติและจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT1 สำหรับการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อ และความมีก้างของแต่ละตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.14-3.62 และ 2.73-3.23 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.39)

ความยอมรับโดยรวม

ปลาหมักที่มีคะแนนความยอมรับโดยรวมสูงสุด ได้แก่ ปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 4.95 ส่วนปลาหมัก SUT2 ได้คะแนนความยอมรับโดยรวมต่ำสุด คือ 3.40 ส่วนปลาหมัก SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.93 ซึ่งจัดได้ว่าไม่แตกต่างกันปลาหมัก Control, SUT3 และ SUT2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลาหมัก SUT1 (ตารางที่ 6.39)

การหมักวันที่ 5

สีของผิวหนังและเนื้อของปลาหมัก

เมื่อการหมักดำเนินไปถึงวันที่ 5 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายที่ทำการเก็บตัวอย่าง พบว่าสีของผิวหนังส่วนสันของปลาหมักมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.25 แสดงว่ามีสีเข้มที่สุด ในขณะที่ปลาหมัก SUT2 และ SUT3 อยู่ในกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด โดยมีค่าระหว่าง 2.29-2.49 ส่วนปลาหมัก SUT1 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 2.68 และ 2.87 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.40) จัดว่ามีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันกับทั้งปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT3 สำหรับสีของน้ำจากปลาหมักมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.07-1.33 โดยปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดหรือมีสีน้ำจากปลาหมักเข้มกว่าตัวอย่างจากตัวอย่างอื่น ส่วนปลาหมัก SUT2 มีสีซีดจางที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 0.92 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT3 และ SUT4 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.05-1.25 มีสีของน้ำปลาหมักไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT2 สำหรับสีของผิวหนังด้านท้อง สีเนื้อที่ติดกระดูกของแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 0.82-1.15, 2.33-3.10 และ 3.08-3.46 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.40)

ลักษณะปรากฏ

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ได้แก่ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาว ปลาและกลิ่นกระเทียม พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.71-6.31, 2.30-2.65, 2.15-2.48 และ 4.03-4.67 ซึ่งมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.40)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

ความแน่นเนื้อของปลาแต่ละตัวอย่างที่ผ่านการหมัก 5 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 4.84 และ 4.19 ตามลำดับ เป็นปลาหมักที่มีความแน่นเนื้อสูงสุด ส่วนปลาหมัก Control มีคะแนนความแน่นเนื้อต่ำสุด คือ 2.67 ส่วนปลาหมัก SUT2 และ SUT3 มีคะแนนความแน่นเนื้อระหว่าง 3.58-3.91 จัดว่าไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT4 สำหรับการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.27-3.77 โดยปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อต่ำสุด คือ 2.27 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดโดยมีคะแนนระหว่าง 3.41-3.77 ส่วนปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ย 2.90 ถือว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT4 สำหรับคะแนนความชุ่มฉ่ำน้ำต่ำสุด คือ 4.73 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.05-5.58 ซึ่งไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก SUT2 และ SUT3 ส่วนความมีก้างของปลาหมัก พบว่ามีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการหมักในวันที่ 5 ความมีก้างปลาหมักมีคะแนนระหว่าง 1.79-2.78 (ตารางที่ 6.40)

ความยอมรับโดยรวม

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความยอมรับโดยรวม พบว่าปลาหมัก SUT1 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด โดยมีคะแนนระหว่าง 4.57-4.62 ส่วน Control ได้คะแนนเฉลี่ยความยอมรับโดยรวมต่ำสุด ในขณะที่ปลาหมัก SUT2 และ SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.97 และ 3.73 จัดว่าไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT4 (ตารางที่ 6.40)

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสมุทร

การหมักวันที่ 1

สีของผิวหนังและเนื้อปลาหมักที่ผ่านการทอด

สีของผิวหนังส่วนสันของปลาหมักที่ผ่านการทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 6.10 มีสีเข้มที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 มีสีซีดที่สุดและมีคะแนนเฉลี่ย 5.27 ส่วนปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT 4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.57-5.95 ส่วนสีของผิวหนังด้านท้องของปลาหมักที่ผ่านการทอดสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.25-3.42 ได้แก่ ปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT4 สำหรับกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดหรือมีสีอ่อน

ที่สุด ได้แก่ ปลาหมัก SUT3 มีคะแนนเฉลี่ย 2.10 ในขณะที่สีของเนื้อที่ติดหนังของปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด โดยมีค่าระหว่าง 2.02-2.30 ส่วนปลาหมัก SUT3 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.96 ส่วนปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับทั้ง SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 สำหรับสีของเนื้อปลาที่ติดกระดูกมีคะแนนระหว่าง 1.07-1.50 (ตารางที่ 6.41) ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลักษณะปรากฏ

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปลาหมักที่ผ่านการทอด ได้แก่ ความเรียบร้อยของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อและกลิ่นของแต่ละตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนระหว่าง 7.85- 8.50, 6.93-7.59 และ 2.07-2.49 ตามลำดับ

คุณลักษณะด้านกลิ่น

การประเมินคุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมักที่ผ่านการทอด ประกอบด้วยกลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนสูง กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมของแต่ละตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.45-4.89, 1.96-2.79, 2.64-3.49, 3.23-3.71 และ 3.25-4.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.41) ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของปลาหมักที่ระยะเวลาการหมัก 1 วัน หลังจากนำไปทอด พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความแน่นเนื้อ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อปลา และความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาทอดที่ได้จากแต่ละตัวอย่างในแต่ละด้านของคุณลักษณะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 6.36-7.15, 5.03-5.17 และ 3.63-4.44 ตามลำดับ ในขณะที่ความมีก้างมีคะแนนที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 6.32 ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยความมีก้างต่ำสุด คือ 5.65 สำหรับปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจัดว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT3 ที่ผ่านการทอด (ตารางที่ 6.41)

คุณลักษณะด้านกลิ่นรส

จากการประเมินคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของปลาหมักที่ผ่านการทอด พบว่ากลิ่นรสเค็มมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยรสชาติเค็มสูงสุด คือ 4.17 ในขณะที่ปลาหมัก SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 3.65 ส่วนปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่แตกต่างกันกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT4 กลิ่นรสกระเทียมเป็นอีกคุณลักษณะหนึ่งที่มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT2 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นรสกระเทียมสูงสุด คือ 3.11 ส่วนปลาหมัก ส่วนปลาหมัก SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.25 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT3 มีคะแนนเฉลี่ย 2.92, 2.74 และ 2.68 ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก SUT2 และ

SUT4 สำหรับกลิ่นรสเปรี้ยว กลิ่นรสขม กลิ่นรสอู๋ และกลิ่นรสเลี่ยนมันของปลาหมักที่ผ่านการทอดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 1.85-2.13, 0.95-1.23, 2.54-2.92 และ 3.19-3.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.41)

ความรู้สึกภายหลังการกลืน

คะแนนเฉลี่ยของความรู้สึกเลี่ยนมัน และกลิ่นคาวปลาที่พบภายหลังการกลืนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความรู้สึกเค็มภายหลังการกลืนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.60 ส่วนปลาหมักที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดประกอบด้วยปลาหมักจาก 2 ตัวอย่าง คือ SUT1 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.16 ทั้ง 2 ตัวอย่าง ในขณะที่ปลาหมัก SUT2 และ SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.74 และ 3.36 ซึ่งไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT4 (ตารางที่ 6.41)

ความยอมรับโดยรวม

ความยอมรับโดยรวมของปลาที่ผ่านการหมัก 1 วัน พบว่าปลาหมักแต่ละตัวอย่างมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 4.41-5.06 (ตารางที่ 6.41)

การหมักวันที่ 2

สีของผิวหนังและเนื้อของปลาหมักที่ผ่านการทอด

คะแนนเฉลี่ยสีผิวหนังส่วนสันของปลาหมักที่ผ่านการทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยปลาหมัก Control, SUT1, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดโดยอยู่ระหว่าง 5.16-6.05 (ตารางที่ 6.42) ในขณะที่ปลาหมัก SUT2 ที่ผ่านการทอด ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 4.30 สำหรับคะแนนเฉลี่ยสีผิวหนังด้านท้อง สีของเนื้อที่ติดหนัง และสีของเนื้อที่ติดกระดูกมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.42)

ลักษณะปรากฏ

เมื่อนำปลาที่ผ่านการหมักเป็นเวลา 2 วัน มาทำการทอดและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความเรียบร้อยของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อ และความมีเกล็ดของตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 7.06-7.55, 6.04-6.90 และ 0.91-1.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.42)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมักที่ผ่านการทอด พบว่ากลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม และกลิ่นกระเทียมของปลาทอดที่ได้จากแต่ละตัวอย่างมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนระหว่าง 2.21-2.81, 2.51-3.12 และ 3.16-4.49 ตามลำดับ ในขณะที่กลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนสูงของปลาหมักที่ผ่านการทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.16 ส่วนปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.94-4.43 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ และอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก SUT2 และ Control ด้วย สำหรับกลิ่นคาวปลาของปลาหมักที่ผ่านการทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยปลาหมัก SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยกลิ่นคาวปลาสูงสุด คือ 3.05 รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ย 2.16 ส่วนปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT2 ได้คะแนนเฉลี่ย 2.64, 2.54 และ 2.73 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกับทั้งปลาหมัก SUT3 และ SUT4 (ตารางที่ 6.42)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของปลาหมักที่ผ่านการทอดแต่ละตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งคะแนนความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อ ความชุ่มฉ่ำน้ำ และความมีกาก โดยมีค่าระหว่าง 5.05-6.07, 4.37-5.46, 2.77-3.85 และ 3.54-4.16 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.41)

คุณลักษณะด้านกลิ่นรส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของปลาที่ทำการหมักเป็นเวลา 2 วัน พบว่าปลาหมัก SUT3 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยกลิ่นรสเปรี้ยวสูงสุด คือ 4.46 และ 4.07 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.76 ส่วนปลาหมัก SUT1 และ SUT2 ได้คะแนนเฉลี่ยกลิ่นเปรี้ยว 3.70 และ 3.96 ตามลำดับซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก Control, SUT3 และ SUT4 อีกด้วย ในขณะที่กลิ่นรสขมของปลาหมัก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.71 ส่วนปลาหมัก SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.42 สำหรับปลาหมัก SUT2 และ SUT3 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.45-0.47 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT4 ส่วนกลิ่นรสเค็ม กลิ่นรสอโรมา กลิ่นรสกระเทียม และกลิ่นรสลิ้นจี่ของปลาหมักที่ผ่านการทอดแต่ละชุดมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 3.12-3.96, 2.86-3.17, 2.44-2.99 และ 2.52-3.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.42)

ความรู้สึกภายหลังการกลืน

ความรู้สึกภายหลังการกลืนของปลาหมักที่ผ่านการทอดทางด้านความเลี่ยนมัน และกลิ่นคาวปลา มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยรสชาติเค็มภายหลังการกลืนของปลาหมัก SUT1 และ SUT3 มีค่าสูงสุด คือ 3.63 และ 3.65 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.63 สำหรับปลาหมัก Control และ SUT2 มีคะแนนเฉลี่ย 3.06 เท่ากัน จัดว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก SUT1, SUT3 และ SUT4 (ตารางที่ 6.42)

ความยอมรับโดยรวม

คะแนนเฉลี่ยด้านความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อปลาหมักที่ผ่านการทอดทั้ง 5 ชุด มีค่าระหว่าง 4.86-5.95 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.42)

การหมักวันที่ 3

สีของผิวหนังและเนื้อของปลาหมักที่ผ่านการทอด

สีของผิวหนังส่วนสันของปลาหมักที่ผ่านการทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 6.24 แสดงว่ามีสีเข้มที่สุด ส่วน 5.01 เป็นคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เป็นของปลาหมัก SUT3 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 5.01-5.64 (ตารางที่ 6.43) จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT3 สำหรับสีของผิวหนังด้านท้อง สีเนื้อที่ติดหนัง สีของเนื้อที่ติดกระดูกของแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.96-3.48, 1.97-2.68 และ 1.39-1.94 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.43)

ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏของความเรียบร้อยของเนื้อปลา และความแน่นเนื้อของปลาหมักที่ผ่านการทอดมีคะแนนเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 คุณลักษณะสูงสุด คือ 6.55 และ 6.11 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 5.81 และ 4.90 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 จัดว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT3 สำหรับความมีเกล็ดของปลาหมักแต่ละชุดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.18-1.38 (ตารางที่ 6.43)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมักที่ผ่านการทอด ได้แก่ กลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนสูง กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมของปลาแต่ละตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.90-5.32, 3.24-3.92, 2.48-2.80, 2.41-2.68 และ 2.79-3.40 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.43)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของปลาหมักที่ผ่านการทอด ได้แก่ ความแน่นเนื้อ ความชุ่มฉ่ำน้ำและความมีก้างของปลาหมักทั้ง 5 ชุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.01-5.88, 2.96-3.47 และ 2.74-3.47 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 5.06 รองลงมา คือ ปลาหมัก SUT1 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.69 และ 3.62 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT3 และ SUT4 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT3 (ตารางที่ 6.43)

คุณลักษณะด้านกลิ่นรส

คุณลักษณะด้านกลิ่นรสของแต่ละชุดปลาหมักหลังการทอด พบว่ากลิ่นรสเค็ม กลิ่นรสขม กลิ่นรสกระเทียมและกลิ่นรสเลี่ยนมันของปลาหมักแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.36-4.18, 0.41-0.68, 2.75-3.34 และ 3.44-4.00 ตามลำดับ สำหรับกลิ่นรสเปรี้ยว และกลิ่นรสอโรยหลังการหมักได้ 3 วัน และนำไปทอด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณากลิ่นรสเปรี้ยวสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีกลิ่นรสเปรี้ยวสูง ได้แก่ ปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.39-5.92 และกลุ่มปลาหมักที่มีกลิ่นรสเปรี้ยวต่ำ คือ ปลาหมัก Control ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเพียง 3.81 ส่วนกลิ่นรสอโรย พบว่าปลาหมัก SUT2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.51 แต่ปลาหมัก Control และ SUT1 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.49 และ 2.83 ตามลำดับ สำหรับปลาหมัก SUT3 และ SUT4 (2.99 และ 3.06 ตามลำดับ) มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับ Control, SUT1 และ SUT2 (ตารางที่ 6.43)

ความรู้สึกละเอียดหลังการกลืน

ความรู้สึกละเอียดหลังการกลืนของปลาหมักที่ผ่านการทอด ได้แก่ ความเลี่ยนมัน กลิ่นคาวปลา และรสชาติเค็มมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.49-3.89, 2.18-3.06 และ 2.80-3.72 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.43)

ความยอมรับโดยรวม

ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเฉลี่ยความยอมรับโดยรวมของปลาหมักทั้ง 5 ชุดมีค่าระหว่าง 4.94-5.40 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.43)

การหมักวันที่ 4

สีของผิวหนังและเนื้อปลาหมักที่ผ่านการทอด

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาที่หมักระยะเวลา 4 วัน และผ่านการทอด พบว่าคุณลักษณะด้านสีของผิวหนังส่วนสันและส่วนท้อง สีของเนื้อที่ติดหนังและติดกระดูกของแต่ละตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยสีของส่วนสัน พบว่าปลาหมัก SUT2 เป็นปลาหมักที่มีคะแนนสูงสุด คือ 5.24 มีสีเข้มที่สุด รองลงมา ได้แก่ ปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT3 ซึ่งมีสีไม่แตกต่างกัน ได้คะแนนเฉลี่ย 4.31, 3.89 และ 4.33 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ย 4.57 ซึ่งมีสีไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT3 ส่วนสีของผิวหนังส่วนท้อง พบว่าปลาหมัก SUT2 เป็นปลาหมักที่มีสีเข้มที่สุด ได้คะแนนเฉลี่ย 3.46 ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 เป็นปลาหมักที่มีสีอ่อนที่สุดมีคะแนนเฉลี่ย 2.18 สำหรับปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ย 2.43, 2.46 และ 2.37 ตามลำดับ ซึ่งมีสีไม่แตกต่างกันกับปลาหมัก SUT2 และ SUT3 สำหรับปลาหมักที่มีสีของเนื้อที่ติดหนังและเนื้อที่ติดกระดูกเข้มที่สุด คือ ปลาหมัก SUT2 ได้คะแนนเฉลี่ย 2.89 และ 2.57 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก SUT1 มีสีของเนื้อที่ติดหนังอ่อนที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.35 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.51-2.59 จัดว่ามีสีของเนื้อที่ติดหนังไม่ต่างกับปลาหมัก SUT1 และ SUT2 สำหรับสีของเนื้อที่ติดกระดูกมีคะแนนระหว่าง 1.77-2.57 โดย

ปลาหมัก Control และ SUT1 จัดว่ามีสีของเนื้อที่ติดกระดูกอ่อนที่สุด ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 และ SUT4 มีสีของเนื้อที่ติดกระดูกไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT2 (ตารางที่ 6.44)

ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลา และความมีเกล็ดของแต่ละตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.87-5.59 และ 0.61-0.98 ตามลำดับ ส่วนคะแนนด้านความแน่นเนื้อของปลาหมักหลังผ่านการทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรก ได้แก่ ปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.25-4.59 ซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด กลุ่มที่สองประกอบด้วยปลาหมัก Control ได้คะแนน 2.94 เป็นปลาหมักที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (ตารางที่ 6.44)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมักหลังผ่านการทอด ได้แก่ กลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนสูง กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมของปลาหมักและซุสได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.12-5.75, 3.02-3.25, 2.89-3.37 และ 2.85-3.62 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นเปรี้ยวของปลาหมัก พบว่าปลาหมัก SUT3 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นเปรี้ยวสูงสุด คือ 5.26 ปลาหมักที่มีกลิ่นเปรี้ยวรองลงมาได้แก่ ปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT2 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.06-4.16 ส่วนปลาหมัก SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 4.93 ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT3 (ตารางที่ 6.44)

คุณลักษณะเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแน่นเนื้อ ความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลา ความชุ่มฉ่ำน้ำ และความมีก้างของปลาหมักแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาด้านความแน่นเนื้อ พบว่าปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูง ซึ่งมีค่าระหว่าง 5.23-4.64 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT4 คุณลักษณะด้านความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลา พบว่าปลาหมัก SUT4 มีคะแนนสูงสุด คือ 4.93 ส่วนปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.93 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT3 มีคะแนนระหว่าง 3.70-4.30 จากการประเมินคุณลักษณะด้านความชุ่มฉ่ำน้ำ พบว่าปลาหมัก Control มีความชุ่มฉ่ำน้ำมากที่สุดได้คะแนนเฉลี่ย 4.10 ส่วนปลาหมัก SUT3 มีความชุ่มฉ่ำน้ำน้อยที่สุดได้คะแนนเฉลี่ย 2.53 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 มีความชุ่มฉ่ำน้ำไม่แตกต่างกับทั้งปลาหมัก Control และ SUT3 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.89-3.18 ส่วนลักษณะด้านความมีก้างของปลาหมักหลังผ่านการทอด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีคะแนนสูงถึง 4.16 ได้แก่ ปลาหมัก Control ส่วนปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำสุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.17-2.48 (ตารางที่ 6.44)

คุณลักษณะด้านกลิ่นรส

การหมักปลาแต่ละชุดเป็นเวลา 4 วัน โดยควบคุมอุณหภูมิของการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส ทำให้ปลาหมัก Control เกิดการเน่าเสียขึ้น คณะผู้วิจัยจึงมิให้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสชิม ดังนั้น ผลการประเมินจึงไม่มีข้อมูลด้านคุณลักษณะกลิ่นรสและความรู้สึกภายหลังการกลืน ทั้งการหมัก วันที่ 4 และ 5 จากการประเมินคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 พบว่ามีคะแนนระหว่าง 4.54-4.93, 0.41-0.53, 2.12-2.69 และ 3.41-4.14 ตามลำดับ ส่วนกลิ่น รสเปรี้ยว และกลิ่นรสกระเทียมของปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 พบว่ามีคะแนน เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ย 7.31 ส่วนปลาหมัก SUT1 ได้คะแนน 6.28 มีกลิ่นเปรี้ยวน้อยที่สุด ทั้งปลาหมัก SUT2 และ SUT4 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.74 และ 6.90 ตามลำดับ มีกลิ่นรสเปรี้ยวไม่ต่างกับปลาหมัก SUT 3 และ SUT1 ส่วนคุณลักษณะ ด้านกลิ่นรสกระเทียม พบว่าปลาหมักที่มีกลิ่นรสกระเทียมสูง คือ ทั้งปลาหมัก SUT1 และ SUT3 ได้คะแนนเฉลี่ย 3.03 และ 3.01 ตามลำดับ ส่วนปลาหมักที่มีกลิ่นกระเทียมน้อย คือ ปลาหมัก SUT2 ได้คะแนนเฉลี่ย 2.51 สำหรับปลาหมัก SUT4 (2.75) มีกลิ่นรสกระเทียมไม่แตกต่างกับ SUT1, SUT2 และ SUT3 (ตารางที่ 6.44)

ความรู้สึกภายหลังการกลืน

คะแนนความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านความเลี่ยนมัน กลิ่นความปลา และรสชาติเค็มของ ปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี คะแนนระหว่าง 3.96-4.43, 2.51-2.68 และ 4.16-4.64 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.44)

ความยอมรับโดยรวม

คะแนนเฉลี่ยความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อปลาหมักระยะเวลา 4 วัน แล้ว นำไปทอด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.52-5.02 เป็นปลาหมักที่ได้รับความยอมรับรวมสูงสุด ส่วนปลาหมัก ที่ได้รับความยอมรับโดยรวมต่ำสุด คือ ปลาหมัก Control ได้คะแนนเฉลี่ย 1.06 (ตารางที่ 6.44)

การหมักวันที่ 5

สีของผิวหนังและเนื้อของปลาหมักที่ผ่านการทอด

คุณลักษณะด้านสีของผิวหนังส่วนสันและส่วนท้อง และสีของเนื้อที่ติดหนังของปลาหมัก แต่ละชุดหลังการทอด พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.76-5.38, 2.31-3.14 และ 2.08-2.41 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาสีของเนื้อที่ติดกระดูก พบว่าปลาหมัก Control มีสีเข้มสุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.65 ส่วนปลาหมัก SUT4 มีสีอ่อนสุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 1.68 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT3 มีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.78-2.53 ซึ่งมีสีไม่ แตกต่างจากปลาหมัก Control และ SUT4 (ตารางที่ 6.45)

ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลาและความแน่นเนื้อเมื่อหมักได้ 5 วัน มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1 มีความเรียบร้อยของเนื้อปลาและความแน่นเนื้อมากที่สุด ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 5.13 และ 5.28 ตามลำดับ ทั้งปลาหมัก Control และ SUT2 มีความเรียบร้อยของเนื้อปลาน้อยที่สุดได้คะแนนเฉลี่ย 3.61 และ 3.87 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก SUT3 และ SUT4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.30 และทั้ง 2 ตัวอย่างมีคะแนนความเรียบร้อยของเนื้อปลาไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT2 สำหรับความมีก้างของแต่ละตัวอย่าง พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.40-0.89 (ตารางที่ 6.45)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

คุณลักษณะด้านกลิ่น ได้แก่ กลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อน กลิ่นเปรี้ยว และกลิ่นเค็มของแต่ละชุด พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.88-5.70 คะแนนเฉลี่ยทั้งกลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมของปลาหมักแต่ละชุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีกลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.01 และ 4.15 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT3 และ SUT4 จัดได้ว่ามีกลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมน้อยที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นคาวปลาระหว่าง 2.19-2.55 และ คะแนนเฉลี่ยของกลิ่นกระเทียม 3.20-3.52 ส่วนปลาหมัก SUT2 มีคะแนนเฉลี่ยกลิ่นคาวปลา 2.55 และคะแนนเฉลี่ยกลิ่นกระเทียม 2.55 (ตารางที่ 6.45)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะของเนื้อสัมผัสด้านความชุ่มฉ่ำน้ำในแต่ละตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.69-3.26 ส่วนคะแนนเฉลี่ยความแน่นเนื้อพบว่าปลาหมัก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ย 5.35 ซึ่งมีความแน่นเนื้อมากที่สุด แต่ปลาหมัก Control (3.60) มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด สำหรับปลาหมัก SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนระหว่าง 4.22-4.92 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในขณะที่ทั้งปลาหมัก SUT2 และ SUT4 มีความแน่นเนื้อไม่ต่างกับ SUT1 ส่วนปลาหมัก SUT3 มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control พิจารณาคะแนนการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อ พบว่าปลาหมัก SUT1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.45 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT2 และ SUT3 (2.36, 2.46 และ 2.29 ตามลำดับ) มีคะแนนการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกันและจัดว่าคะแนนต่ำสุด ส่วนปลาหมัก SUT4 (3.10) มีคะแนนเฉลี่ยการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ SUT3 ความมีก้างของปลา พบว่าปลาหมัก Control มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.89 ส่วนปลาหมัก SUT1 และ SUT2 มีคะแนนต่ำสุด คือ 1.76 และ 1.90 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก SUT2 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 2.43 และ 2.36 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT3 (ตารางที่ 6.45)

คุณลักษณะด้านกลิ่นรส

คุณลักษณะด้านกลิ่นรส ได้แก่ กลิ่นรสเค็ม กลิ่นรสขม กลิ่นรสกระเทียม และกลิ่นรสเลี่ยน มันของปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนระหว่าง 4.16-4.81, 0.49-0.61, 0.44-2.64 และ 3.40-4.20 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยทั้งกลิ่นรสเปรี้ยวและกลิ่นรสอโรยของปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณากลิ่นรสเปรี้ยวแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ ปลาหมัก SUT3 มีคะแนนเฉลี่ย 8.29 อีกกลุ่มคือปลาหมักที่คะแนนเฉลี่ยต่ำ คือ ปลาหมัก SUT1, SUT2 และ SUT4 มีคะแนนระหว่าง 6.57-7.19 ส่วนปลาหมักที่กลิ่นรสอโรยมากที่สุด คือ ปลาหมัก SUT1 (2.77) ส่วนปลาหมักที่มีกลิ่นรสอโรยน้อยที่สุด คือ ปลาหมัก SUT2 (1.91) ส่วนปลาหมัก SUT3 และ SUT4 (2.17 และ 2.29) มีกลิ่นรสอโรยไม่แตกต่างกับปลาหมัก SUT1 และ SUT2 (ตารางที่ 6.45)

ความรู้สึกละอองหลังการกลืน

ความรู้สึกละอองหลังการกลืนของปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 เมื่อหมักวันที่ 5 แล้วนำไปทอด พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของความเลี่ยนมัน กลิ่นคาวปลา และรสชาติเค็มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.33-3.63, 1.92-2.56 และ 3.13-3.63 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.45)

ความยอมรับโดยรวม

ความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อปลาหมักระยะเวลา 5 วัน แล้วนำไปทอด พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 จัดว่าเป็นปลาหมักที่ได้รับความยอมรับรวมสูงสุด ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.72-4.24 ส่วนปลาหมัก Control เป็นปลาหมักที่ได้คะแนนเฉลี่ยความยอมรับโดยรวมต่ำสุด คือ 0.78 (ตารางที่ 6.45)

ตารางที่ 6.36 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดที่เติมกลิ่นเนื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 1 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาสด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	4.72±2.31 ^a	4.92±1.90 ^a	4.76±2.57 ^a	4.86±2.09 ^a	4.38±2.09 ^a
Color - surface ท้อง	1.40±1.66 ^{abc}	1.80±1.92 ^{ab}	1.94±2.21 ^a	1.11±1.34 ^{bc}	0.95±1.19 ^c
Color - เนื้อที่ติดหนัง	2.82±1.80 ^a	2.49±1.67 ^a	2.31±1.67 ^a	2.50±1.50 ^a	2.33±1.50 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	3.69±2.24 ^a	3.83±1.69 ^a	3.19±2.01 ^a	3.72±1.63 ^a	3.51±1.93 ^a
Color - น้ำจากปลา	1.75±2.15 ^a	1.46±1.68 ^{ab}	1.12±1.60 ^b	1.03±1.27 ^b	0.93±1.27 ^b
Dryness	5.35±3.14 ^{ab}	6.36±2.83 ^a	4.82±3.52 ^b	5.50±3.21 ^{ab}	6.17±3.12 ^a
Flackiness	1.27±2.45 ^a	1.57±3.00 ^a	1.72±2.92 ^a	1.36±2.22 ^a	1.32±2.17 ^a
Roppiness	1.28±1.47 ^a	1.20±1.32 ^a	1.48±2.12 ^a	1.28±1.90 ^a	1.39±1.66 ^a
Bubble	0.55±1.16 ^a	0.70±1.36 ^a	0.52±1.08 ^a	0.67±1.30 ^a	0.66±1.21 ^a
Rice surface	2.81±2.11 ^b	3.24±1.96 ^b	3.52±2.15 ^{ab}	4.14±1.87 ^a	3.48±1.87 ^{ab}
Sour	3.07±1.80 ^{ab}	2.89±2.30 ^b	3.16±2.02 ^{ab}	3.41±1.83 ^{ab}	4.28±2.18 ^a
Salty	3.18±2.33 ^a	3.35±2.45 ^a	3.57±2.61 ^a	3.07±2.13 ^a	3.48±2.12 ^a
Fishy	4.02±1.99 ^a	4.29±2.27 ^a	4.02±2.69 ^a	4.50±2.94 ^a	3.75±2.69 ^a
Garlic	4.35±2.41 ^a	4.93±2.53 ^a	4.38±2.33 ^a	4.64±2.43 ^a	4.52±2.52 ^a
Firmness	6.19±1.32 ^a	5.46±1.43 ^a	6.09±1.84 ^a	6.10±1.35 ^a	6.39±0.97 ^a
Cohesive of mass	4.64±2.29 ^a	4.67±2.11 ^a	4.84±2.35 ^a	4.87±2.28 ^a	4.72±1.93 ^a
Dryness	5.11±2.00 ^a	6.01±1.64 ^a	5.72±2.39 ^a	5.83±1.57 ^a	5.77±1.63 ^a
Boniness	5.26±3.71 ^a	5.42±3.45 ^a	4.96±3.88 ^a	5.10±3.89 ^a	5.19±3.49 ^a
Overall Acceptance	5.96±1.66 ^a	5.54±1.52 ^a	5.44±1.74 ^a	5.54±1.78 ^a	5.85±1.42 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)
วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.37 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดดิบที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 2 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาสดดิบ				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	4.97±1.98 ^a	4.18±1.99 ^{ab}	4.47±1.77 ^{ab}	3.97±1.63 ^b	4.11±1.70 ^{ab}
Color - surface ท้อง	1.53±1.40 ^a	1.20±1.25 ^a	1.19±1.48 ^a	1.30±1.18 ^a	1.27±1.32 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	2.90±1.71 ^a	2.50±1.37 ^a	3.06±1.80 ^a	2.52±1.68 ^a	3.35±1.81 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	3.60±2.26 ^{ab}	3.09±1.85 ^{ab}	3.08±2.51 ^{ab}	2.78±2.30 ^b	4.19±1.54 ^a
Color - น้ำจากปลา	1.53±1.02 ^a	0.92 ±0.98 ^b	1.23±1.05 ^{ab}	1.19±0.88 ^{ab}	1.31±1.18 ^{ab}
Dryness	6.23±1.69 ^a	4.69±2.57 ^b	5.59±2.12 ^{ab}	5.94±2.37 ^{ab}	5.41±1.88 ^{ab}
Flackiness	0.55±0.41 ^a	0.44±0.81 ^a	0.62±1.00 ^a	0.33±.41 ^a	0.42±0.55 ^a
Roppiness	1.58±1.79 ^a	1.03±1.62 ^a	1.66±2.17 ^a	1.44±1.51 ^a	1.31±1.58 ^a
Bubble	0.44±0.70 ^b	0.74±1.23 ^{ab}	0.94±1.52 ^a	0.79±1.18 ^{ab}	0.64±1.05 ^{ab}
Rice surface	2.56±2.94 ^a	3.42±2.30 ^a	3.12±2.77 ^a	3.47±2.67 ^a	3.41±2.92 ^a
Sour	3.81±1.10 ^a	3.13±1.93 ^a	4.16 ±2.65 ^a	3.50±2.16 ^a	3.11±1.91 ^a
Salty	3.27±2.06 ^a	2.61±2.31 ^{ab}	2.29±1.08 ^{ab}	1.72±1.06 ^b	2.26±1.46 ^{ab}
Fishy	3.13±2.43 ^a	3.49±2.67 ^a	2.96±2.43 ^a	3.04±2.87 ^a	3.43±2.73 ^a
Garlic	4.96±1.34 ^a	4.32±1.13 ^a	5.15±1.25 ^a	4.20±1.32 ^a	4.13±1.67 ^a
Firmness	3.34±1.67 ^b	5.19±1.70 ^a	3.46±2.02 ^b	3.83±1.99 ^b	4.13±1.89 ^{ab}
Cohesive of mass	3.81±2.40 ^{ab}	4.81±1.61 ^a	3.71±2.25 ^{ab}	3.52±2.11 ^b	3.63±2.33 ^{ab}
Dryness	5.31±2.19 ^a	4.35±2.09 ^a	5.25±1.79 ^a	4.64±2.00 ^a	5.00±1.69 ^a
Boniness	4.19±3.53 ^b	5.05±3.30 ^a	4.20±3.58 ^b	4.57±3.57 ^{ab}	4.66±3.22 ^{ab}
Overall Acceptance	4.46±1.78 ^a	5.51±1.79 ^a	4.31±1.50 ^a	4.23±2.22 ^a	5.02±1.21 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.38 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 3 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาสด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	3.58±2.08 ^{ab}	4.43±2.34 ^a	3.93±2.20 ^{ab}	3.28±1.58 ^b	3.61±2.20 ^{ab}
Color - surface ท้อง	1.69±1.38 ^a	1.43±1.49 ^a	1.63±1.26 ^a	1.51±1.38 ^a	1.51±1.29 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	3.91±2.47 ^a	3.63±2.14 ^a	3.42±1.67 ^a	3.46±2.15 ^a	3.86±2.40 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	4.20±1.98 ^a	4.50±1.69 ^a	3.92±1.68 ^a	4.42±1.92 ^a	4.11±1.31 ^a
Color - น้ำจากปลา	1.29±1.39 ^a	1.30±1.16 ^a	1.15±1.10 ^a	1.11±1.10 ^a	0.96±0.97 ^a
Dryness	4.31±1.91 ^{ab}	3.07±1.94 ^b	4.86±2.49 ^a	4.54±1.83 ^{ab}	3.27±2.32 ^b
Flackiness	1.23±1.89 ^a	1.30±1.94 ^a	1.32±1.83 ^a	1.28±2.11 ^a	1.21±1.62 ^a
Roppiness	1.24±1.05 ^{ab}	0.78±0.71 ^b	1.38±1.33 ^a	1.27±1.72 ^{ab}	1.27±1.26 ^{ab}
Bubble	0.56±0.90 ^a	0.55±0.89 ^a	0.46±0.76 ^a	0.79±1.49 ^a	0.87±1.65 ^a
Rice surface	2.47±1.60 ^a	2.20±2.06 ^a	2.13±1.84 ^a	2.63±1.40 ^a	2.47±1.61 ^a
Sour	4.41±2.25 ^a	4.02±2.03 ^a	3.92±1.66 ^a	5.31±1.44 ^a	4.79±2.07 ^a
Salty	2.12±0.83 ^a	2.46±0.83 ^a	2.06±1.09 ^a	2.50±1.20 ^a	2.03±0.97 ^a
Fishy	2.74±2.62 ^a	2.86±1.87 ^a	3.04±2.06 ^a	2.80±2.07 ^a	3.12±2.10 ^a
Garlic	4.89±1.36 ^a	5.09±1.54 ^a	4.40±1.59 ^a	4.42±1.51 ^a	4.11±1.49 ^a
Firmness	4.62±1.26 ^a	5.15±1.00 ^a	4.17±1.18 ^a	4.35±1.43 ^a	4.29±1.09 ^a
Cohesive of mass	4.29±1.49 ^{ab}	4.69±1.80 ^a	3.82±1.74 ^{ab}	4.03±1.49 ^{ab}	3.38±1.69 ^b
Dryness	5.01±1.28 ^a	4.31±1.50 ^a	4.99±1.29 ^a	5.30±0.89 ^a	4.97±1.68 ^a
Boniness	4.26±3.37 ^a	4.26±3.54 ^a	4.16±3.65 ^a	3.92±3.51 ^a	4.00±3.67 ^a
Overall Acceptance	4.93±1.94 ^a	5.88±1.61 ^a	4.74±1.46 ^a	5.39±2.12 ^a	5.04±1.62 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.39 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 4 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาสด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	3.67±1.55 ^a	3.17±1.20 ^a	3.46±1.08 ^a	3.40±1.83 ^a	3.19±1.26 ^a
Color - surface ท้อง	1.39±0.98 ^a	1.08±0.63 ^a	1.18±0.87 ^a	0.95±0.85 ^a	0.97±0.93 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	3.25±1.46 ^a	2.76±1.90 ^{ab}	2.52±1.49 ^b	2.58±1.55 ^{ab}	3.19±1.56 ^{ab}
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	3.56±2.06 ^a	2.78±1.88 ^{ab}	2.54±1.88 ^b	2.41±1.45 ^b	3.31±2.04 ^{ab}
Color - น้ำจากปลา	1.30±1.30 ^a	1.20±1.38 ^a	0.90±0.92 ^a	1.27±2.10 ^a	0.95±1.02 ^a
Dryness	5.95±1.24 ^a	5.27±1.70 ^a	5.93±1.73 ^a	5.68±1.53 ^a	5.77±1.79 ^a
Flackiness	0.58±1.27 ^a	0.47±0.88 ^a	0.48±1.01 ^a	0.33±0.66 ^a	0.41±0.57 ^a
Roppiness	1.48±1.64 ^a	1.26±1.47 ^a	1.20±1.61 ^a	1.54±1.51 ^a	1.63±1.79 ^a
Bubble	1.24±1.78 ^a	1.21±1.86 ^a	1.27±1.88 ^a	1.48±1.98 ^a	1.23±1.95 ^a
Rice surface	1.34±1.56 ^a	1.41±1.71 ^a	1.46±1.37 ^a	1.82±1.94 ^a	1.73±2.01 ^a
Sour	5.69±1.33 ^a	5.23±1.42 ^a	5.52±1.68 ^a	5.72±1.30 ^a	5.57±1.63 ^a
Salty	3.39±1.79 ^a	2.80±1.50 ^a	2.67±1.06 ^a	2.86±1.35 ^a	2.76±0.92 ^a
Fishy	3.26±2.72 ^a	3.34±2.42 ^a	3.32±2.32 ^a	3.15±2.34 ^a	3.01±2.42 ^a
Garlic	5.02±0.99 ^{ab}	4.34±1.40 ^b	4.51±1.37 ^{ab}	5.19±0.71 ^a	4.85±1.18 ^{ab}
Firmness	4.49±1.49 ^{ab}	5.04±2.00 ^a	4.03±1.73 ^b	4.75±1.70 ^{ab}	4.05±1.73 ^b
Cohesive of mass	3.51±1.64 ^a	3.63±2.18 ^a	3.25±1.72 ^a	3.60±1.78 ^a	3.14±1.37 ^a
Dryness	5.66±1.74 ^a	4.89±1.88 ^b	5.44±2.13 ^{ab}	5.06±1.94 ^{ab}	5.55±2.05 ^{ab}
Boniness	3.23±2.76 ^a	3.20±2.78 ^a	2.73±2.32 ^a	2.91±1.88 ^a	3.03±2.68 ^a
Overall Acceptance	4.27±2.14 ^{abc}	4.95±2.15 ^a	3.40±1.91 ^c	4.49±2.03 ^{ab}	3.93±1.75 ^{bc}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)
วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.40 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดดิบที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 5 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาสดดิบ				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	3.25±1.54 ^a	2.68±1.68 ^{ab}	2.47±1.83 ^b	2.29±1.56 ^b	2.87±1.80 ^{ab}
Color - surface ท้อง	1.11±1.00 ^a	1.05±0.96 ^a	0.82±1.02 ^a	1.06±1.13 ^a	1.15±1.03 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	2.69±1.92 ^a	2.33±1.65 ^a	2.52±1.50 ^a	3.10±2.08 ^a	2.60±1.99 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	3.21±1.97 ^a	3.07±1.96 ^a	3.46±1.55 ^a	3.08±2.07 ^a	3.11±1.90 ^a
Color - น้ำจากปลา	1.33±1.38 ^a	1.05±0.99 ^{ab}	0.92±1.09 ^b	1.07±1.31 ^{ab}	1.25±1.40 ^{ab}
Dryness	5.90±1.83 ^a	5.31±1.55 ^a	5.35±1.83 ^a	5.87±2.15 ^a	5.64±2.23 ^a
Flackiness	0.57±1.10 ^a	0.65±1.63 ^a	1.54±3.03 ^a	0.41±0.71 ^a	0.51±0.77 ^a
Roppiness	1.06±1.23 ^a	0.85±1.06 ^a	1.10±1.23 ^a	1.32±1.47 ^a	1.19±1.38 ^a
Bubble	0.89±1.68 ^a	0.85±1.75 ^a	0.91±1.85 ^a	0.91±1.77 ^a	0.81±1.65 ^a
Rice surface	1.59±2.14 ^a	1.76±1.95 ^a	1.63±2.09 ^a	2.28±2.33 ^a	1.64±1.65 ^a
Sour	6.31±2.47 ^a	5.79±1.63 ^a	5.99±2.05 ^a	5.97±1.99 ^a	5.95±2.20 ^a
Salty	2.42±1.75 ^a	2.30±1.51 ^a	2.35±1.63 ^a	2.65±1.74 ^a	2.49±1.91 ^a
Fishy	2.47±1.98 ^a	2.34±1.94 ^a	2.23±2.01 ^a	2.48±2.07 ^a	2.15±2.06 ^a
Garlic	4.24±1.34 ^a	4.48±1.18 ^a	4.67±1.10 ^a	4.61±1.26 ^a	4.03±1.84 ^a
Firmness	2.67±2.07 ^b	4.84±1.10 ^a	3.91±2.26 ^{ab}	3.58±2.12 ^{ab}	4.19±1.72 ^a
Cohesive of mass	2.27±1.48 ^b	3.77±1.86 ^a	3.41±2.53 ^a	2.90±1.96 ^{ab}	3.46±2.36 ^a
Dryness	5.58±2.41 ^{ab}	5.05±1.30 ^{ab}	4.73±1.44 ^b	5.84±2.08 ^a	5.47±2.06 ^{ab}
Boniness	2.27±2.14 ^a	2.03±2.46 ^a	1.79±1.92 ^a	2.78±2.54 ^a	2.12±2.24 ^a
Overall Acceptance	2.90±2.72 ^b	4.57±2.06 ^a	3.97±2.51 ^{ab}	3.73±2.18 ^{ab}	4.62±2.10 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)
วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.41 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาต้มทอดที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 1 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาต้มทอด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	5.57±2.28 ^{ab}	6.10±2.54 ^a	5.95±2.55 ^{ab}	5.27±2.48 ^b	5.68±2.28 ^{ab}
Color - surface ท้อง	3.42±2.02 ^a	3.25±2.05 ^a	3.32±2.40 ^a	2.10±1.57 ^b	3.40±1.89 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	1.82±1.89 ^{ab}	2.30±2.00 ^a	2.19±2.34 ^a	0.96±0.81 ^b	2.02±2.06 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	1.42±1.85 ^a	1.50±1.86 ^a	1.43±2.16 ^a	1.07±1.36 ^a	1.49±1.88 ^a
ความเรียบร้อยของเนื้อปลา	8.50±0.93 ^a	8.05±1.37 ^a	8.08±1.21 ^a	7.99±1.07 ^a	7.85±1.45 ^a
Firmness	7.18±1.27 ^a	6.93±1.78 ^a	7.59±0.89 ^a	6.93±1.65 ^a	7.48±1.84 ^a
Flakiness	2.33±3.60 ^a	2.43±3.73 ^a	2.23±3.38 ^a	2.49±3.82 ^a	2.07±3.48 ^a
Aroma -Fried oil	4.61±2.30 ^a	4.76±1.88 ^a	4.76±2.17 ^a	4.45±2.05 ^a	4.89±2.09 ^a
Aroma-Sour	2.76±2.22 ^a	2.55±1.49 ^a	2.57±2.30 ^a	1.96±1.49 ^a	2.79±2.21 ^a
Aroma-Salty	3.49±2.27 ^a	3.18±2.71 ^a	3.29±2.22 ^a	2.64±2.21 ^a	3.31±2.07 ^a
Aroma-Fishy	3.36±2.24 ^a	3.24±2.06 ^a	3.23±2.44 ^a	3.71±2.20 ^a	3.55±2.40 ^a
Aroma-Garlic	3.85±1.60 ^a	3.86±1.77 ^a	3.59±2.50 ^a	3.25±2.14 ^a	4.00±2.34 ^a
Texture-Firmness	6.36±1.27 ^a	6.64± 0.93 ^a	6.95±1.00 ^a	6.46±1.04 ^a	7.15±1.46 ^a
Texture-Cohesive	5.14±2.00 ^a	5.17±1.90 ^a	5.15±2.07 ^a	5.03±1.73 ^a	5.09±2.36 ^a
Texture-Dryness	4.44±2.42 ^a	3.63±1.08 ^a	3.93±1.89 ^a	3.63±1.26 ^a	3.49±1.51 ^a
Texture-Boniness	6.32±3.07 ^a	6.10±2.93 ^{ab}	6.05±2.91 ^{ab}	5.65±3.28 ^b	5.93±2.97 ^{ab}
Flavor-Sour	2.01±1.53 ^a	1.85±1.58 ^a	1.93±1.23 ^a	2.13±1.64 ^a	2.13±1.38 ^a
Flavor-Salty	4.71±2.75 ^a	4.31±2.17 ^{ab}	4.15±2.00 ^{ab}	4.04±2.56 ^{ab}	3.65±2.58 ^b
Flavor-Bitter	1.19±1.81 ^a	1.23±1.83 ^a	1.14±1.71 ^a	1.00±1.74 ^a	0.95±1.65 ^a
Flavor-Umami	2.83±2.25 ^a	2.84±2.19 ^a	2.92±2.44 ^a	2.66±2.28 ^a	2.54±2.38 ^a
Flavor-Garlic	2.92±1.84 ^{ab}	2.74±1.38 ^{ab}	3.11±1.35 ^a	2.68±1.38 ^{ab}	2.25±1.50 ^b
Flavor-Oiliness	3.41±1.30 ^a	3.19±1.51 ^a	3.48±1.56 ^a	3.75±1.54 ^a	3.84±2.04 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.39±1.90 ^a	3.11±1.42 ^a	3.41±1.50 ^a	3.47±1.39 ^a	3.90±2.12 ^a
Aftertaste-Fishy	3.37±1.38 ^a	3.63±1.53 ^a	3.17±1.47 ^a	3.69±2.31 ^a	3.61±2.08 ^a
Aftertaste-Salty	4.60±2.78 ^a	3.16±1.74 ^b	3.74±1.95 ^{ab}	3.36±2.29 ^{ab}	3.16±2.28 ^b
Overall Acceptance	4.80±1.42 ^a	5.06±1.51 ^a	4.88±1.26 ^a	4.41±1.16 ^a	5.05±1.59 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.42 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสามทอดที่เดิมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 2 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาสามทอด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	5.62±1.93 ^a	5.16±2.22 ^a	4.30±1.82 ^b	6.05±2.42 ^a	5.36±2.14 ^a
Color - surface ท้อง	2.64±1.24 ^a	2.60±0.90 ^a	2.62±2.20 ^a	3.39±2.54 ^a	2.77±1.77 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	1.99±1.35 ^a	1.69±1.14 ^a	1.91±1.53 ^a	2.32±1.26 ^a	1.64±1.44 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	1.50±1.65 ^a	1.54±1.75 ^a	1.60±1.60 ^a	1.53±1.66 ^a	0.97±1.38 ^a
ความเรียบร้อยของเนื้อปลา	7.45±1.83 ^a	7.55±1.62 ^a	7.28±2.28 ^a	7.06±1.68 ^a	7.42±2.11 ^a
Firmness	6.07±1.66 ^a	6.26±2.03 ^a	6.90±1.62 ^a	6.89±1.42 ^a	6.04±2.16 ^a
Flakiness	1.06±2.03 ^a	0.98±1.70 ^a	1.19±2.17 ^a	1.08±1.83 ^a	0.91±1.41 ^a
Aroma -Fried oil	3.74±1.63 ^b	3.94±1.44 ^{ab}	4.61±1.49 ^a	4.43±1.78 ^{ab}	4.07±1.83 ^{ab}
Aroma-Sour	2.21±1.97 ^a	2.50±2.20 ^a	2.81±2.46 ^a	2.30±1.94 ^a	2.74±2.56 ^a
Aroma-Salty	2.51±1.94 ^a	2.72±1.91 ^a	3.12±2.80 ^a	2.83±2.15 ^a	2.67±2.33 ^a
Aroma-Fishy	2.64±2.39 ^{ab}	2.54±2.05 ^{ab}	2.73±1.74 ^{ab}	2.16±2.07 ^b	3.05±2.26 ^a
Aroma-Garlic	3.17±1.62 ^a	3.41±1.88 ^a	3.16±2.07 ^a	3.49±1.83 ^a	3.41±2.12 ^a
Texture-Firmness	5.05±1.03 ^a	5.79±1.77 ^a	5.07±2.16 ^a	6.07±1.64 ^a	5.57±1.68 ^a
Texture-Cohesive	4.61±1.47 ^a	4.66±2.05 ^a	4.37±2.67 ^a	5.46±2.02 ^a	5.34±1.77 ^a
Texture-Dryness	3.05±1.79 ^a	3.85±2.42 ^a	3.04±1.99 ^a	2.77±1.63 ^a	3.27±1.94 ^a
Texture-Boniness	3.73±2.88 ^a	3.74±2.96 ^a	4.16±3.24 ^a	3.62±3.42 ^a	3.54±2.91 ^a
Flavor-Sour	2.76±1.63 ^b	3.70±2.27 ^{ab}	3.96±2.63 ^{ab}	4.46±2.50 ^a	4.07±2.57 ^a
Flavor-Salty	3.82±2.40 ^a	3.96±2.82 ^a	3.56±1.89 ^a	3.84±2.53 ^a	3.12±1.82 ^a
Flavor-Bitter	0.71±0.67 ^a	0.47±0.66 ^{ab}	0.45±0.69 ^{ab}	0.47±0.70 ^{ab}	0.42±0.63 ^b
Flavor-Umami	3.17±2.76 ^a	3.08±2.64 ^a	3.16±2.37 ^a	3.09±1.80 ^a	2.89±2.10 ^a
Flavor-Garlic	2.44±1.33 ^a	2.87±1.56 ^a	2.83±1.68 ^a	2.95±1.56 ^a	2.99±1.57 ^a
Flavor-Oiliness	2.52±1.57 ^a	2.74±1.74 ^a	3.01±1.45 ^a	3.10±1.52 ^a	2.86±1.65 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.07±2.38 ^a	3.09±1.98 ^a	3.33±2.20 ^a	3.68±2.34 ^a	3.26±1.76 ^a
Aftertaste-Fishy	2.76±1.86 ^a	2.99±1.94 ^a	2.90±1.91 ^a	2.81±2.06 ^a	3.06±2.28 ^a
Aftertaste-Salty	3.06±2.01 ^{ab}	3.63±1.97 ^a	3.06±1.94 ^{ab}	3.65±2.25 ^a	2.63±1.96 ^b
Overall Acceptance	4.86±2.16 ^a	5.50±2.09 ^a	5.47±1.75 ^a	5.00±1.96 ^a	5.95±1.99 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)
วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.43 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาต้มทอดที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 3 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาต้มทอด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	6.24±1.64 ^a	5.64±1.81 ^{ab}	5.55±2.16 ^{ab}	5.01±1.77 ^b	5.84±2.01 ^{ab}
Color - surface ท้อง	3.37±1.89 ^a	3.48±1.69 ^a	3.17±1.33 ^a	2.96±1.45 ^a	3.20±1.33 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	2.31±1.86 ^a	2.23±1.11 ^a	2.32±1.40 ^a	1.97±0.84 ^a	2.68±1.67 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	1.86±1.92 ^a	1.94±1.25 ^a	1.82±1.28 ^a	1.39±1.11 ^a	1.63±1.34 ^a
ความเรียบร้อยของเนื้อปลา	6.55±1.66 ^a	6.45±1.55 ^{ab}	6.39±1.55 ^{ab}	5.83±1.84 ^b	6.44±2.03 ^{ab}
Firmness	6.11±1.57 ^a	5.98±1.95 ^{ab}	5.33±1.76 ^{ab}	4.90±1.95 ^b	5.08±1.87 ^{ab}
Flakiness	1.22±2.29 ^a	1.18±1.88 ^a	1.31±2.12 ^a	1.24±2.01 ^a	1.38±2.31 ^a
Aroma -Fried oil	5.08±1.07 ^a	4.90±1.32 ^a	4.94±1.42 ^a	5.11±1.54 ^a	5.32±1.23 ^a
Aroma-Sour	3.45±2.04 ^a	3.92±1.68 ^a	3.74±1.87 ^a	3.21±1.28 ^a	3.62±1.71 ^a
Aroma-Salty	2.50±2.00 ^a	2.52±1.35 ^a	2.56±1.61 ^a	2.80±1.65 ^a	2.48±1.49 ^a
Aroma-Fishy	2.68±2.86 ^a	2.60±1.88 ^a	2.55±1.67 ^a	2.41±2.24 ^a	2.43±1.97 ^a
Aroma-Garlic	2.79±1.65 ^a	2.90±1.51 ^a	3.40±1.95 ^a	3.09±1.61 ^a	2.95±1.68 ^a
Texture-Firmness	5.79±1.76 ^a	5.19±2.05 ^a	5.01±1.36 ^a	5.07±1.43 ^a	5.88±1.57 ^a
Texture-Cohesive	5.06±2.02 ^a	3.69±1.73 ^b	3.62±1.26 ^b	3.97±1.46 ^{ab}	4.73±2.22 ^{ab}
Texture-Dryness	3.74±1.95 ^a	3.45±1.63 ^a	3.05±1.40 ^a	3.51±1.35 ^a	2.96±1.32 ^a
Texture-Boniness	2.97±3.37 ^a	3.20±3.00 ^a	3.47±3.53 ^a	2.98±3.21 ^a	2.74±3.02 ^a
Flavor-Sour	3.81±1.82 ^b	5.72±2.08 ^a	5.57±1.93 ^a	5.92±1.96 ^a	5.39±2.19 ^a
Flavor-Salty	3.70±1.38 ^a	3.45±2.00 ^a	3.36±1.97 ^a	3.77±1.97 ^a	4.18±2.19 ^a
Flavor-Bitter	0.47±0.81 ^a	0.51±0.83 ^a	0.68±0.89 ^a	0.54±0.80 ^a	0.41±0.79 ^a
Flavor-Umami	2.49±2.35 ^b	2.83±2.00 ^b	3.51±2.05 ^a	2.99±1.89 ^{ab}	3.06±2.30 ^{ab}
Flavor-Garlic	2.86±1.79 ^a	2.75±1.61 ^a	3.16±1.59 ^a	3.17±1.59 ^a	3.34±1.64 ^a
Flavor-Oiliness	3.50±1.26 ^a	3.56±1.75 ^a	3.44±1.85 ^a	3.95±1.67 ^a	4.00±1.96 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.54±1.77 ^a	3.49±1.68 ^a	3.53±1.64 ^a	3.62±1.53 ^a	3.89±2.22 ^a
Aftertaste-Fishy	2.65±1.87 ^a	3.06±2.51 ^a	3.04±2.06 ^a	2.18±1.82 ^a	2.80±2.03 ^a
Aftertaste-Salty	3.44±1.37 ^a	2.80±2.19 ^a	3.10±2.24 ^a	3.27±2.32 ^a	3.72±2.38 ^a
Overall Acceptance	5.11±1.94 ^a	5.37±2.47 ^a	4.94±1.88 ^a	5.40±1.97 ^a	5.39±1.36 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.44 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาต้มทอดที่เติมน้ำมันพืชผสมของเบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 4 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาต้มทอด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	4.31±2.02 ^b	3.89±1.95 ^b	5.24±2.51 ^a	4.33±2.67 ^b	4.57±2.11 ^{ab}
Color - surface ท้อง	2.43±1.69 ^{ab}	2.64±1.77 ^{ab}	3.46±1.80 ^a	2.18±1.47 ^b	2.37±1.88 ^{ab}
Color - เนื้อที่ติดหนัง	2.51±1.31 ^{ab}	2.35±1.29 ^b	2.89±1.14 ^a	2.59±1.24 ^{ab}	2.48±1.45 ^{ab}
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	1.77±1.21 ^b	1.90±1.09 ^b	2.57±1.21 ^a	2.09±0.91 ^{ab}	2.12±1.23 ^{ab}
ความเรียบร้อยของเนื้อปลา	5.37±1.97 ^a	5.39±1.32 ^a	4.87±1.09 ^a	5.49±0.92 ^a	5.59±1.07 ^a
Firmness	2.94±1.39 ^b	4.32±2.23 ^a	4.59±2.01 ^a	4.50±2.15 ^a	4.25±1.90 ^a
Flakiness	0.61±1.55 ^a	0.89±2.34 ^a	0.63±1.26 ^a	0.86±2.03 ^a	0.98±2.25 ^a
Aroma -Fried oil	5.74±0.72 ^a	5.78±1.93 ^a	5.73±1.58 ^a	5.49±1.00 ^a	5.12±1.35 ^a
Aroma-Sour	4.06±1.32 ^b	4.10±1.60 ^b	4.19±1.83 ^b	5.26±1.63 ^a	4.93 ±1.69 ^{ab}
Aroma-Salty	3.21±1.48 ^a	3.10±1.14 ^a	3.02±1.29 ^a	3.25±1.39 ^a	3.02±1.04 ^a
Aroma-Fishy	3.37±1.37 ^a	3.17±1.47 ^a	2.99±1.48 ^a	2.98±1.78 ^a	2.89± 1.91 ^a
Aroma-Garlic	2.85±1.20 ^a	3.58±1.39 ^a	3.62±1.56 ^a	3.45±1.08 ^a	3.33 ±1.42 ^a
Texture-Firmness	3.56±1.23 ^b	4.77±1.64 ^a	4.64±1.51 ^a	4.49±1.84 ^{ab}	5.23±1.42 ^a
Texture-Cohesive	2.93±1.79 ^c	4.30±1.75 ^{ab}	3.70±1.40 ^{bc}	4.21±1.60 ^{ab}	4.93±1.72 ^a
Texture-Dryness	4.10±2.53 ^a	2.94±1.57 ^{ab}	2.89±1.11 ^{ab}	2.53±1.60 ^b	3.18±1.30 ^{ab}
Texture-Boniness	4.16±3.26 ^a	2.17±1.93 ^b	2.21±1.89 ^b	2.48±2.11 ^b	2.24±1.82 ^b
Flavor-Sour	N	6.28±1.41 ^b	6.74±1.31 ^{ab}	7.31±0.93 ^a	6.90±1.35 ^{ab}
Flavor-Salty	N	4.93±2.02 ^a	4.54±1.94 ^a	4.65±2.52 ^a	4.89±1.60 ^a
Flavor-Bitter	N	0.53±0.92 ^a	0.45±0.78 ^a	0.41±0.62 ^a	0.48±0.66 ^a
Flavor-Umami	N	2.69±2.77 ^a	2.36±2.36 ^a	2.46±2.21 ^a	2.12±2.50 ^a
Flavor-Garlic	N	3.03±2.01 ^a	2.51±1.72 ^b	3.01±1.64 ^a	2.75±1.67 ^{ab}
Flavor-Oiliness	N	3.65±2.03 ^a	3.41±1.59 ^a	4.07±2.13 ^a	4.14±2.03 ^a
Aftertaste-Oiliness	N	3.96±1.54 ^a	4.04±1.80 ^a	4.43±1.79 ^a	4.13±1.76 ^a
Aftertaste-Fishy	N	2.51±2.17 ^a	2.68±2.22 ^a	2.62±2.23 ^a	2.65±2.29 ^a
Aftertaste-Salty	N	4.64±2.24 ^a	4.28±1.94 ^a	4.42±2.04 ^a	4.16±1.71 ^a
Overall Acceptance	1.06±1.66 ^b	4.88±1.83 ^a	5.02±1.58 ^a	4.52±1.63 ^a	4.78±1.44 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

N คือ ไม่มีข้อมูล เนื่องจากตัวอย่างปลาส้มดิบเกิดการเสื่อมเสียจึงมิได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 6.45 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาต้มทอดที่เติมน้ำมันพืชของแบบที่เรียกกรดเล็กน้อย (SUT1-4) ครั้งที่ 1 ระยะเวลาหมัก 5 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ปลาต้มทอด				
	CONTROL	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4
Color - surface สัน	4.98±2.24 ^a	5.00±2.25 ^a	4.76±2.62 ^a	5.38±2.52 ^a	5.21±2.81 ^a
Color - surface ท้อง	2.68±1.35 ^a	2.83±1.96 ^a	2.33±1.57 ^a	2.31±1.28 ^a	3.14±2.21 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	2.08±1.48 ^a	2.11±1.40 ^a	2.28±1.49 ^a	2.41±1.57 ^a	2.31±1.24 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	2.65±1.63 ^a	2.43±1.64 ^{ab}	1.78±1.05 ^{ab}	2.53±1.87 ^{ab}	1.68±1.28 ^b
ความเรียบร้อยของเนื้อปลา	3.61±1.94 ^b	5.13±2.02 ^a	3.87±2.78 ^b	4.30±2.12 ^{ab}	4.30±2.36 ^{ab}
Firmness	3.57±1.85 ^b	5.28±2.18 ^a	4.37±2.03 ^{ab}	4.42±2.48 ^{ab}	4.48±2.27 ^{ab}
Flakiness	0.40±0.76 ^a	0.89±2.21 ^a	0.71±1.57 ^a	0.54±1.01 ^a	0.80±1.77 ^a
Aroma -Fried oil	5.25±1.90 ^a	5.54±1.97 ^a	5.53±1.59 ^a	4.88±1.95 ^a	5.70±1.48 ^a
Aroma-Sour	3.85±1.75 ^a	4.41±1.93 ^a	3.68±1.89 ^a	4.25±1.74 ^a	4.09±1.79 ^a
Aroma-Salty	2.61±1.60 ^a	2.79±2.22 ^a	2.50±1.94 ^a	2.59±1.97 ^a	2.35±1.61 ^a
Aroma-Fishy	3.01±1.65 ^a	2.45±1.54 ^b	2.55±1.93 ^{ab}	2.34±1.96 ^b	2.19±1.83 ^b
Aroma-Garlic	4.15±1.98 ^a	3.20±2.04 ^b	3.67±2.13 ^{ab}	3.52±1.91 ^b	3.47±1.85 ^b
Texture-Firmness	3.60±1.96 ^c	5.35±1.86 ^a	4.73±1.77 ^{ab}	4.22±1.60 ^{bc}	4.92±1.89 ^{ab}
Texture-Cohesive	2.36±1.49 ^b	3.45±2.38 ^a	2.49±1.67 ^b	2.29±1.32 ^b	3.10±2.42 ^{ab}
Texture-Dryness	3.13±1.98 ^a	2.69±1.95 ^a	3.16±2.01 ^a	3.26±2.14 ^a	2.91±2.00 ^a
Texture-Boniness	2.89±2.43 ^a	1.76±2.41 ^b	2.43±2.47 ^{ab}	1.90±2.73 ^b	2.36±2.76 ^{ab}
Flavor-Sour	N	7.19±1.27 ^b	7.06±1.24 ^b	8.26±0.86 ^a	6.57±1.20 ^b
Flavor-Salty	N	4.81±2.76 ^a	4.16±2.05 ^a	4.42±3.00 ^a	4.24±2.43 ^a
Flavor-Bitter	N	0.54±0.86 ^a	0.61±0.80 ^a	0.49±0.66 ^a	0.41±0.54 ^a
Flavor-Umami	N	2.77±1.83 ^a	1.91±1.73 ^b	2.17±2.04 ^{ab}	2.29±1.78 ^{ab}
Flavor-Garlic	N	2.64±1.47 ^a	2.44±1.49 ^a	2.47±1.57 ^a	2.62±1.16 ^a
Flavor-Oiliness	N	4.11±1.70 ^a	4.01±1.62 ^a	3.40±1.56 ^a	4.20±2.12 ^a
Aftertaste-Oiliness	N	3.63±1.71 ^a	3.41±1.53 ^a	3.33±1.75 ^a	3.58±2.02 ^a
Aftertaste-Fishy	N	2.33±2.23 ^a	2.56±1.97 ^a	1.92±1.69 ^a	2.35±1.87 ^a
Aftertaste-Salty	N	3.63±3.18 ^a	3.13±2.36 ^a	3.60±3.04 ^a	3.58±2.60 ^a
Overall Acceptance	0.78±2.08 ^b	3.89±2.22 ^a	3.72±2.04 ^a	4.13±2.18 ^a	4.24±2.27 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05)

วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

N คือ ไม่มีข้อมูล เนื่องจากตัวอย่างปลาต้มดิบเกิดการเสื่อมเสียจึงมิได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.2) การหมักปลาด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลกติก (SUT1-SUT4) ครั้งที่ 2

การเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมักที่หมักโดยการเติมกล้าเชื้อ

แบคทีเรียกรดแลกติกแบบผสม จำนวน 4 ตัวอย่าง (SUT1-4) และ 1 ชุดควบคุม หมักอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยเก็บตัวอย่างของหมักวันที่ 2 วันเดียว เนื่องจากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการหมักครั้งที่ 1 (SUT1-SUT4) พบว่าระยะเวลาหมักที่เร็วที่สุดที่ผู้ประเมินให้คะแนนความยอมรับโดยรวมของปลาหมักสูงสุด คือ การหมักระยะเวลา 2 วัน ทำการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมักดิบและทอดทั้ง 4 สูตร ของการหมักร่วมกับปลาหมักที่จำหน่ายในท้องตลาดอีกจำนวน 2 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 1 เป็นปลาหมักที่ผลิตในจังหวัดลพบุรี ภาคกลางแต่จำหน่ายในจังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รหัสตัวอย่าง คือ FLB โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 70.50 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.25 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลกติกในรูปฐานเปียกและฐานแห้งร้อยละ 0.59 และ 2.00 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเกลือในรูปฐานเปียกและฐานแห้งร้อยละ 4.32 และ 14.65 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างที่ 2 เป็นปลาหมักที่ผลิตและจำหน่ายในจังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รหัสตัวอย่าง คือ LTN โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 69.89 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.46 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลกติกในรูปฐานเปียกและฐานแห้งร้อยละ 0.55 และ 1.83 โดยน้ำหนัก ปริมาณเกลือในรูปฐานเปียกและฐานแห้งร้อยละ 4.45 และ 14.80 โดยน้ำหนัก

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมักดิบ

สีของผิวหนังและเนื้อปลาหมักดิบ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผิวหนังและเนื้อปลาหมักดิบ พบว่าสีของผิวหนังส่วนสัน สีของผิวหนังส่วนท้อง และสีของเนื้อปลาที่ติดหนังของแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.96-4.85, 0.94-1.60 และ 3.50-4.94 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.46) ในขณะที่สีของเนื้อที่ติดกระดูก พบว่าปลาหมัก LTN มีความมีสีเข้มที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.49 และปลาหมัก SUT 3 (3.02) และ SUT 4 (2.86) มีสีอ่อนที่สุด ส่วนปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ FLB มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับปลาหมัก LTN, SUT3 และ SUT4 สำหรับสีของน้ำจากปลาหมัก พบว่าปลาหมัก FLB และ LTN มีสีของน้ำจากปลาเข้มที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.35 และ 3.19 ตามลำดับ ส่วนปลาหมักที่มีสีของน้ำอ่อนที่สุด คือ ปลาหมัก Control, SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.04-1.80 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 6.46)

ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏด้านความชุ่มฉ่ำน้ำ ความมีเกล็ด ความเป็นเมือก และการมีฟองก๊าซของปลาหมักแต่ตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 5.13-6.34, 0.34-0.55, 0.59-1.05

และ 0.29-0.50 ตามลำดับ ส่วนลักษณะความเป็นมันวาวของเมล็ดข้าวหลังจากหมักปลา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3, LTN และ FLB มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.93-3.75 ส่วนปลาหมัก Control และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.56 และ 1.94 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.46)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาหมักในด้านกลิ่นเปรี้ยว พบว่าปลาหมัก Control, SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนด้านกลิ่นเปรี้ยวสูงสุดระหว่าง 5.13-5.69 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาหมัก LTN และ FLB มีคะแนนด้านกลิ่นเปรี้ยวต่ำสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.69 และ 4.06 ตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่นเค็ม พบว่าปลาหมัก LTN มีคะแนนกลิ่นเค็มสูงสุด คือ 3.57 ส่วนปลาหมักที่มีคะแนนด้านกลิ่นเค็มต่ำสุดมี 2 ตัวอย่าง คือ ปลาหมัก SUT3 และ SUT4 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.52 และ 2.50 ในขณะที่ปลาหมัก Control, SUT1, SUT2 และ FLB มีคะแนนด้านกลิ่นเค็มระหว่าง 2.57-3.47 ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาหมัก SUT3, SUT4 และ LTN คุณลักษณะด้านกลิ่นคาวและกลิ่นกระเทียม พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50-3.84 และ 4.14-5.20 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.46)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะของเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ พบว่าปลาหมัก LTN มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.36 ส่วนปลาหมัก Control มีคะแนนความแน่นเนื้อต่ำสุด คือ 4.01 ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3, SUT4 และ FLB มีคะแนนความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับปลาหมัก LTN และ Control ส่วนด้านความชุ่มน้ำของปลาหมัก พบว่าปลาหมัก Control, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ 5.81, 6.19 และ 6.14 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก LTN มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 4.35 สำหรับปลาหมัก SUT1, SUT2 และ FLB มีคะแนนเฉลี่ย 5.26, 5.22 และ 5.45 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าไม่แตกต่างกับปลาหมัก Control, SUT3, SUT4 และ LTN สำหรับคุณลักษณะด้านความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อและความมีก้าง พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.85-4.75 และ 5.04-6.30 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.46)

ความยอมรับโดยรวม

สำหรับความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบที่มีต่อปลาหมักแต่ละชุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.97-5.85 (ตารางที่ 6.46)

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสมุทร

สีของผิวหนังและเนื้อของปลาสมุทร

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผิวหนังและสีของเนื้อปลาหมักที่ผ่านการทอด พบว่าแต่ละตัวอย่างมีสีของผิวส่วนสันและส่วนท้องไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 5.53-6.31 และ 2.96-3.58 ตามลำดับ สำหรับคะแนนเฉลี่ยด้านสีของเนื้อที่ติดหนังและกระดูก พบว่าปลาสัมผัส LTN มีสีเข้มสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.59 และ 3.82 ตามลำดับ ส่วนปลาสัมผัส FLB มีสีของเนื้อที่ติดหนังและกระดูกอ่อนสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.63 และ 2.37 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาสัมผัส Control, SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีของเนื้อที่ติดหนังและกระดูกอ่อนสุดระหว่าง 2.70-3.57 และ 2.56-3.45 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าไม่แตกต่างกับปลาสัมผัส LTN และ FLB (ตารางที่ 6.47)

ลักษณะปรากฏ

เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของปลาสัมผัส พบว่าความเรียบร้อยและความมีเกล็ดของแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 7.09-7.91 และ 0.15-0.46 ตามลำดับ สำหรับความแน่นเนื้อ พบว่าปลาสัมผัส LTN มีความแน่นเนื้อสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.48 ส่วนปลาสัมผัส Control มีคะแนนเฉลี่ยด้านความแน่นเนื้อต่ำสุด คือ 4.82 (ตารางที่ 6.47)

คุณลักษณะด้านกลิ่น

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านกลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อน พบว่าปลาสัมผัส Control และ LTN มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.18 และ 5.02 ตามลำดับ ส่วนปลาสัมผัส SUT2 และ SUT3 มีกลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนต่ำที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.91 และ 3.87 ตามลำดับ ส่วนปลาสัมผัส SUT1, SUT4 และ FLB ไม่มีความแตกต่างกับปลาสัมผัส LTN, Control, SUT2 และ SUT3 สำหรับด้านกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมของแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.01-4.05, 3.10-3.97, 2.72-3.18 และ 2.59-3.75 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.47)

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของปลาหมักที่ผ่านการทอดของความแน่นเนื้อ พบว่าปลาสัมผัส LTN มีคะแนนเฉลี่ยของความแน่นเนื้อสูงสุด คือ 6.02 ส่วนปลาสัมผัส Control มีคะแนนเฉลี่ยของความแน่นเนื้อต่ำที่สุด คือ 4.56 สำหรับปลาสัมผัส SUT1, SUT2, SUT3 และ FLB มีคะแนนเฉลี่ยของความแน่นเนื้อ 5.47, 5.30, 5.45 และ 5.84 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าไม่แตกต่างกับปลาสัมผัส LTN ส่วนปลาสัมผัส SUT4 มีคะแนนเฉลี่ย 5.12 ซึ่งแตกต่างกับปลาสัมผัส Control สำหรับความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อ พบว่าปลาสัมผัส LTN มีคะแนนเฉลี่ยของความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อสูงสุด คือ 5.41 ส่วนปลาหมัก Control และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยของความยืดเกาะกันของกล้ามเนื้อต่ำสุด คือ 3.62 และ 3.94 ตามลำดับ สำหรับปลาสัมผัส SUT1, SUT2, SUT3 และ FLB มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26, 4.29, 4.31 และ 4.56 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับทั้งปลาสัมผัส Control, SUT4 และ LTN สำหรับความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาสัมผัส พบว่าปลาสัมผัส FLB มีคะแนนความชุ่มฉ่ำน้ำสูงสุด คือ 4.36 ส่วนปลาสัมผัส SUT3 มีคะแนนความชุ่มฉ่ำน้ำต่ำสุด คือ

3.18 สำหรับปลาสัมผัสทอด Control, SUT1, SUT2, SUT4 และ LTN มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.74, 3.43, 3.72, 4.07 และ 3.64 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาสัมผัสทอด SUT3 และ FLB ส่วนคะแนนเฉลี่ยของความเป็นก้าง พบว่าแต่ละปลาสัมผัสทอดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.81-5.86 (ตารางที่ 6.47)

คุณลักษณะด้านกลิ่นรส

คุณลักษณะด้านกลิ่นรสของปลาสัมผัสทอด ได้แก่ กลิ่นรสเปรี้ยว กลิ่นรสเค็ม กลิ่นรสขม และ กลิ่นรสอโรย พบว่าแต่ละปลาสัมผัสทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณา กลิ่นรสเปรี้ยวพบว่าปลาสัมผัสทอด SUT1, SUT2 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสเปรี้ยวสูงสุด คือ 4.55, 4.83 และ 4.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.47) รองลงมา คือ ปลาสัมผัสทอด Control (3.51) และ FLB (3.56) ส่วนปลาสัมผัสทอด LTN มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสเปรี้ยวต่ำสุดเท่ากับ 2.08 สำหรับปลาสัมผัสทอด SUT3 (4.13) มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสเปรี้ยวไม่แตกต่างกับ Control, SUT1, SUT2, SUT3, SUT4 และ FLB สำหรับคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสเค็ม พบว่าปลาสัมผัสทอด FLB มีคะแนนด้าน กลิ่นรสเค็มสูงสุด คือ 5.72 ส่วนปลาสัมผัสทอด Control, SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสเค็มต่ำสุดระหว่าง 4.21-4.51 สำหรับปลาสัมผัสทอด LTN (5.23) มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับปลาสัมผัสทอด Control, SUT1, SUT2, SUT3, SUT4 และ FLB พิจารณาลักษณะด้าน กลิ่นรสขม พบว่ามีกลิ่นรสขมเล็กน้อยโดยปลาสัมผัสทอด FLB มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.00 ส่วน ปลาสัมผัสทอด Control (0.88), SUT2 (0.88) และ SUT3 (0.89) มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสขมต่ำสุด ในขณะที่ปลาสัมผัสทอด SUT1 (1.25), SUT4 (1.13) และ LTN (1.47) มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับ Control, SUT2, SUT3 และ FLB ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของกลิ่นรสอโรย สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นปลาสัมผัสทอดที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสอโรยสูง ได้แก่ ปลาสัมผัสทอด LTN และ FLB โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.05 และ 4.96 ตามลำดับ กลุ่มสองเป็นปลาสัมผัสทอดที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสอโรยต่ำ ได้แก่ ปลาสัมผัสทอด Control, SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.70-3.55 เมื่อพิจารณากลิ่นรสกระเทียมและกลิ่นรสเลี่ยนมัน พบว่ามีคะแนนระหว่าง 2.39-3.08 และ 2.65-3.65 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.47)

ความรู้สึกละเอียดหลังการกลืน

ความรู้สึกละเอียดหลังการกลืนของปลาสัมผัสทอดด้านความเลี่ยนมัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.75-4.13 ส่วนความรู้สึกละเอียดหลังการกลืนด้านกลิ่นคาวปลา พบว่าปลาสัมผัสทอด Control, LTN และ FLB มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นคาวปลาสูง เท่ากับ 4.11, 4.10 และ 4.46 ส่วนปลาสัมผัสทอดที่มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นคาวปลาดำ คือ ปลาสัมผัสทอด SUT1 (2.87) และ SUT2 (2.39) สำหรับปลาสัมผัสทอด SUT3 (3.30) และ SUT4 (3.49) มีคะแนนเฉลี่ยไม่ต่างกับปลาสัมผัสทอด Control, SUT1, SUT2, FLB และ LTN ความรู้สึกละเอียดหลังการกลืนด้านรสชาติเค็ม พบว่าปลาสัมผัสทอด LTN มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.57 ส่วนปลาสัมผัสทอดที่มีคะแนนต่ำ

คือ ปลาสัมผัสทอด Control, SUT1, SUT2, SUT3, SUT4 และ LTN โดยมีคะแนนระหว่าง 3.87-4.49 (ตารางที่ 6.47)

ความยอมรับโดยรวม

ความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อปลาสัมผัสทอด พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาสัมผัสทอด SUT3 จัดว่าเป็นปลาหมักที่ได้รับความยอมรับรวมสูงสุด ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.38 ส่วนปลาสัมผัสทอด LTN เป็นปลาหมักที่ได้คะแนนเฉลี่ยความยอมรับโดยรวมต่ำสุด คือ 4.55 ในขณะที่ปลาสัมผัสทอด Control, SUT1, SUT3, SUT4 และ FLB ได้คะแนนเฉลี่ยของความยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกับปลาสัมผัสทอด SUT3 และ LTN (ตารางที่ 6.47)

ตารางที่ 6.46 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาสดดิบที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 2 ระยะเวลาหมัก 2 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ของปลาสดดิบ						
	Control	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4	LTN	FLB
Color - surface สัน	4.39±1.27 ^a	4.85±0.82 ^a	3.96±1.20 ^a	4.45±1.37 ^a	4.82±1.12 ^a	4.85±1.12 ^a	4.69±1.10 ^a
Color - surface ท้อง	1.29±0.72 ^a	1.15±1.02 ^a	1.09±0.99 ^a	0.94±0.78 ^a	1.12±0.85 ^a	1.60±1.24 ^a	1.25±0.84 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	4.38±0.86 ^a	4.33±1.13 ^a	3.78±0.76 ^a	3.62±0.99 ^a	3.50±1.08 ^a	4.49±1.18 ^a	4.37±1.24 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	3.37±1.52 ^{ab}	3.38±1.88 ^{ab}	3.13±1.20 ^{ab}	3.02±1.20 ^b	2.86±1.32 ^b	4.44±1.39 ^a	4.09±1.44 ^{ab}
Color - น้ำจากปลา	1.69±0.89 ^b	1.80±0.87 ^b	1.54±0.88 ^b	1.09±0.65 ^b	1.04±0.65 ^b	3.19±1.09 ^a	3.35±0.65 ^a
Dryness	5.66±0.97 ^a	5.70±1.40 ^a	6.34±1.49 ^a	6.15±1.08 ^a	5.99±1.11 ^a	5.13±1.46 ^a	5.33±1.11 ^a
Flakiness	0.34±0.67 ^a	0.40±0.65 ^a	0.55±0.92 ^a	0.42±0.40 ^a	0.42±0.52 ^a	0.36±0.68 ^a	0.39±0.37 ^a
Roppiness	0.80±0.66 ^a	1.05±1.20 ^a	0.95±0.79 ^a	0.74±0.81 ^a	0.59±0.63 ^a	0.68±0.74 ^a	0.76±0.74 ^a
Bubble	0.50±0.71 ^a	0.43±0.85 ^a	0.34±0.38 ^a	0.42±0.51 ^a	0.29±0.48 ^a	0.34±0.59 ^a	0.37±0.46 ^a
Rice-Surface	1.56±1.13 ^b	2.98±0.88 ^a	3.05±0.83 ^a	2.93±1.30 ^a	1.94±1.24 ^b	3.75±0.86 ^a	3.69±0.94 ^a
Aroma-Sour	5.13±1.29 ^a	5.43±1.24 ^a	5.69±1.16 ^a	5.19±0.97 ^a	5.33±1.16 ^a	3.69±1.15 ^b	4.06±1.10 ^b
Aroma-Salty	3.07±1.57 ^{ab}	2.86±0.99 ^{ab}	3.08±1.26 ^{ab}	2.52±0.81 ^b	2.50±1.13 ^b	3.57±0.84 ^a	3.42±0.84 ^{ab}
Aroma-Fishy	3.84±1.09 ^a	3.66±0.98 ^a	3.54±0.94 ^a	3.71±1.04 ^a	3.50±0.95 ^a	3.75±1.21 ^a	3.78±1.07 ^a
Aroma-Garlic	4.88±1.17 ^a	4.83±1.09 ^a	4.92±1.53 ^a	5.20±1.53 ^a	5.10±1.19 ^a	4.50±1.58 ^a	4.14±1.26 ^a
Texture-Firmness	4.01±1.88 ^b	4.49±1.16 ^{ab}	4.24±1.56 ^{ab}	4.63±0.99 ^{ab}	4.28±1.21 ^{ab}	5.36±1.17 ^a	4.80±1.03 ^{ab}
Texture-Cohesive of mass	4.16±1.66 ^a	3.85±0.98 ^a	4.06±1.28 ^a	4.08±0.87 ^a	4.35±1.78 ^a	4.74±1.44 ^a	4.53±0.90 ^a
Texture-Dryness	5.81±1.88 ^a	5.26±1.17 ^{ab}	5.22±1.34 ^{ab}	6.19±1.39 ^a	6.14±1.49 ^a	4.35±1.40 ^b	5.45±1.21 ^{ab}
Texture-Boniness	5.40±1.35 ^a	6.30±0.98 ^a	5.40±1.43 ^a	5.42±1.77 ^a	5.04±1.68 ^a	6.30±1.37 ^a	5.45±0.95 ^a
Overall Acceptance	5.22±1.09 ^a	5.50±1.33 ^a	5.85±1.07 ^a	5.51±1.29 ^a	5.47±1.23 ^a	5.19±1.64 ^a	4.97±1.28 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)
วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 6.47 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA ของปลาต้มทอดที่เติมกลิ่นเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 2 ระยะเวลาหมัก 2 วัน

คุณภาพ	คะแนน QDA ของปลาต้มทอด						
	Control	SUT1	SUT2	SUT3	SUT4	LTN	FLB
Color - surface สัน	6.10±1.50 ^a	6.04±1.24 ^a	6.07±1.69 ^a	6.31±1.35 ^a	6.19±1.50 ^a	5.53±1.29 ^a	5.96±1.22 ^a
Color - surface ท้อง	3.58±0.92 ^a	3.42±0.94 ^a	3.50±1.22 ^a	3.50±0.94 ^a	3.24±0.97 ^a	3.32±1.22 ^a	2.96±0.77 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	3.49±1.32 ^{ab}	3.57±1.04 ^{ab}	3.34±1.13 ^{ab}	2.89±0.69 ^{ab}	2.70±0.99 ^{ab}	3.59±0.62 ^a	2.63±1.02 ^b
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	2.94±1.33 ^{ab}	3.45±1.17 ^{ab}	3.39±1.59 ^{ab}	3.06±1.34 ^{ab}	2.56±1.29 ^{ab}	3.82±0.92 ^a	2.37±1.44 ^b
ความเรียบร้อย	7.09±1.26 ^a	7.66±1.01 ^a	7.64±1.00 ^a	7.79±1.07 ^a	7.80±1.20 ^a	7.51±1.54 ^a	7.91±0.85 ^a
Firmness	4.82±1.15 ^b	5.29±1.69 ^{ab}	6.09±1.09 ^{ab}	6.08±1.18 ^{ab}	5.86±1.37 ^{ab}	6.48±1.32 ^a	5.71±1.41 ^{ab}
Flakiness	0.42±0.56 ^a	0.45±0.72 ^a	0.46±0.63 ^a	0.15±0.20 ^a	0.18±0.35 ^a	0.27±0.47 ^a	0.17±0.36 ^a
Aroma -Fried oil	5.18±1.43 ^a	4.18±1.14 ^{ab}	3.91±1.30 ^b	3.87±1.22 ^b	4.25±1.11 ^{ab}	5.02±1.33 ^a	4.45±1.21 ^{ab}
Aroma-Sour	3.01±1.48 ^a	3.99±1.18 ^a	4.05±1.00 ^a	3.89±1.14 ^a	3.90±0.87 ^a	3.56±1.08 ^a	3.75±0.95 ^a
Aroma-Salty	3.44±1.57 ^a	3.52±1.35 ^a	3.61±1.64 ^a	3.10±1.21 ^a	3.76±1.23 ^a	3.97±0.59 ^a	3.53±1.07 ^a
Aroma-Fishy	2.95±0.94 ^a	2.72±1.38 ^a	2.92±0.88 ^a	3.15±1.51 ^a	3.15±1.42 ^a	3.18±0.81 ^a	2.96±1.45 ^a
Aroma-Garlic	3.41±1.67 ^a	3.44±1.40 ^a	3.52±1.45 ^a	3.75±1.27 ^a	3.26±1.28 ^a	2.59±1.05 ^a	3.03±0.88 ^a
Texture-Firmness	4.56±0.84 ^c	5.47±0.85 ^{ab}	5.30±0.57 ^{ab}	5.45±0.90 ^{ab}	5.12±1.04 ^{bc}	6.02±0.88 ^a	5.84±0.93 ^{ab}
Texture-Cohesive	3.62±1.11 ^b	4.26±1.54 ^{ab}	4.29±1.30 ^{ab}	4.31±1.54 ^{ab}	3.94±1.51 ^b	5.41±1.08 ^a	4.56±0.55 ^{ab}
Texture-Dryness	3.74±1.43 ^{ab}	3.43±1.12 ^{ab}	3.72±1.18 ^{ab}	3.18±1.45 ^b	4.07±1.28 ^{ab}	3.64±1.17 ^{ab}	4.36±1.10 ^a
Texture-Boniness	5.63±1.88 ^a	4.81±1.46 ^a	4.83±1.21 ^a	5.66±1.27 ^a	5.17±1.48 ^a	5.13±1.74 ^a	5.86±1.33 ^a
Flavor-Sour	3.51±0.66 ^b	4.55±0.94 ^a	4.83±0.57 ^a	4.13±1.48 ^{ab}	4.50±1.29 ^a	2.08±0.68 ^c	3.56±1.09 ^b
Flavor-Salty	4.21±0.71 ^b	4.27±0.75 ^b	4.51±1.09 ^b	4.25±1.09 ^b	4.21±0.91 ^b	5.23±1.41 ^{ab}	5.72±1.53 ^a
Flavor-Bitter	0.88±0.78 ^b	1.25±0.98 ^{ab}	0.88±0.73 ^b	0.89±1.24 ^b	1.13±0.79 ^{ab}	1.47±1.35 ^{ab}	2.00±1.10 ^a
Flavor-Umami	2.70±1.46 ^b	2.55±1.54 ^b	3.41±1.28 ^b	3.07±1.43 ^b	3.55±1.13 ^b	5.05±1.63 ^a	4.96±1.17 ^a
Flavor-Garlic	3.08±1.15 ^a	2.87±1.38 ^a	2.94±1.56 ^a	2.92±1.15 ^a	2.92±1.28 ^a	3.01±0.81 ^a	2.39±1.39 ^a
Flavor-Oiliness	3.63±1.32 ^a	3.03±1.38 ^a	3.03±0.93 ^a	2.70±1.17 ^a	2.65±1.16 ^a	3.21±1.05 ^a	3.48±1.64 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.76±1.22 ^a	3.28±1.40 ^a	3.16±0.69 ^a	3.24±1.25 ^a	3.49±1.10 ^a	3.43±1.32 ^a	4.13±1.52 ^a
Aftertaste-Fishy	4.11±2.20 ^a	2.87±1.26 ^b	2.39±1.19 ^b	3.30±1.49 ^{ab}	3.49±1.15 ^{ab}	4.10±1.11 ^a	4.46±1.37 ^a
Aftertaste-Salty	3.96±1.19 ^b	3.87±1.19 ^b	4.07±1.19 ^b	3.94±1.39 ^b	3.77±0.93 ^b	4.49±1.11 ^b	5.57±1.31 ^a
Overall Acceptance	5.02±1.52 ^{ab}	5.82±1.61 ^{ab}	6.38±1.17 ^a	5.74±1.40 ^{ab}	5.72±1.51 ^{ab}	4.55±1.38 ^b	5.09±1.16 ^{ab}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05)

วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

**ค. การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักปลาสดที่เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรด
แล็กติก**

1) การหมักปลาสดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 2 สูตร (MIX 1 และ MIX 2)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักปลา ด้วยการเติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 2 สูตร คือ MIX 1 และ MIX 2 ซึ่งเป็นกล้าเชื้อที่ได้จากการผสมกล้าเชื้อ 3 (JPLP MC 1, JMU_b MRS 6 และ JMU_b MC 5) และ 2 (MYYS MC 11 และ FLB 36) สายพันธุ์ตามลำดับ ที่เลือกจากสายพันธุ์เด่นที่แยกและคัดเลือกได้จากปลาสดที่ผลิตในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ แล้วเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาหมัก MIX 1 มีจำนวนเพิ่มขึ้นตลอดระยะหมัก 0 ถึง 5 วัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.6284 ถึง 7.3784 logCFU/กรัม (ตารางที่ 6.48) ในขณะที่ปลาหมัก MIX 2 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะหมักและมีค่าสูงสุดที่ระยะหมัก 2 วัน (7.7404 logCFU/กรัม) และลดลงในวันที่ 3 (7.2810 logCFU/กรัม) จากนั้นจำนวนที่ตรวจนับได้มีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้ง คือ มีค่า 7.4314 และ 7.4983 logCFU/กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจำนวนยีสต์ในปลาหมัก พบยีสต์ในปลาหมัก MIX 1 มีจำนวนเพิ่มขึ้นตามระยะหมัก (2.6580 ถึง 4.3222 logCFU/กรัม) และมีค่าสูงสุดที่ระยะหมัก 4 วัน (4.3997 logCFU/กรัม) และเริ่มลดลงในวันที่ 5 (3.3010 logCFU/กรัม) ของการหมัก ในขณะที่ปลาหมัก MIX 2 มีจำนวนสูงสุดที่ระยะหมัก 3 วัน คือ 5.0374 logCFU/กรัม สำหรับแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมัก MIX 1 ที่ตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar มีค่าสูงสุดที่ระยะหมัก 5 วัน คือ 8.4564 logCFU/กรัม ในขณะที่จำนวนที่ตรวจนับได้ในปลาหมัก MIX 2 พบสูงสุดที่ระยะหมัก 4 วัน คือ 8.9708 logCFU/กรัม และแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมักที่ตรวจนับโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่เติม 0.5%CaCO₃ มีค่าระหว่าง 5.4698-8.3692 logCFU/กรัม พบว่าแบคทีเรียกรดแล็กติกมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามระยะหมักและมีค่าสูงสุดในวันที่ 3 และ 4 ของการหมักสำหรับปลาหมัก MIX 1 และ MIX 2 ตามลำดับ จากนั้นจำนวนที่ตรวจนับได้เริ่มลดลงจำนวนลงในวันที่ 4 และ 5 ของการหมัก สำหรับปลาหมัก MIX 1 และ MIX 2 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบในปลาหมัก MIX 1 และ MIX 2 ที่มีอายุหมักเท่ากัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.49) โดยที่ระยะเริ่มต้นของการหมัก (0 วัน) พบว่า ปลาหมัก MIX 1 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์สูงกว่า แต่มีแบคทีเรียกรดแล็กติกเริ่มต้นน้อยกว่าปลาหมัก MIX 2 และเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้น พบว่าทั้งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และแบคทีเรียกรดแล็กติกในปลาหมัก MIX 1 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าและมีค่ามากกว่าจำนวนที่พบในปลาหมัก MIX 2

ตารางที่ 6.48 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในปลาซั่มที่หมักด้วย
กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก โดยเปรียบเทียบระยะเวลาหมัก

ระยะหมัก (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ *(logCFU/กรัม)							
	จุลินทรีย์ทั้งหมด		ยีสต์		แบคทีเรียกรดแล็กติก			
					MRS agar		MRS+CaCO ₃	
	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2
0	4.6284 ^f	4.1367 ^f	2.6580 ^f	2.2672 ^f	5.8603 ^f	6.0170 ^f	5.4698 ^f	5.7993 ^f
1	6.7634 ^c	6.8893 ^c	2.9912 ^c	3.2304 ^c	7.3692 ^c	7.9294 ^c	7.4314 ^c	7.8513 ^c
2	7.3324 ^d	7.7404 ^a	3.1461 ^d	4.0414 ^b	7.4048 ^d	8.4914 ^b	7.4533 ^d	8.4232 ^d
3	7.3404 ^c	7.2810 ^d	4.3222 ^b	5.0374 ^a	8.3054 ^c	8.3729 ^c	8.3692 ^a	8.8195 ^c
4	7.3711 ^b	7.4314 ^c	4.3997 ^a	3.1761 ^d	8.3838 ^b	8.9708 ^a	8.3385 ^b	8.9420 ^a
5	7.3784 ^a	7.4983 ^b	3.3010 ^c	2.8129 ^c	8.4564 ^a	7.9868 ^d	8.1790 ^c	8.8722 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับ
แบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

ตารางที่ 6.49 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และแบคทีเรียกรดแล็กติกที่ตรวจพบในปลาซั่มที่หมักด้วย
กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง MIX1 และ MIX 2

ระยะหมัก (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ *(logCFU/กรัม)							
	จุลินทรีย์ทั้งหมด		ยีสต์		แบคทีเรียกรดแล็กติก			
					MRS agar		MRS+CaCO ₃	
	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2	MIX 1	MIX 2
0	4.6284 ^a	4.1367 ^b	2.6580 ^a	2.2672 ^b	5.8603 ^b	6.0170 ^a	5.4698 ^b	5.7993 ^a
1	6.7634 ^b	6.8893 ^a	2.9912 ^b	3.2304 ^a	7.3692 ^b	7.9294 ^a	7.4314 ^b	7.8513 ^a
2	7.3324 ^b	7.7404 ^a	3.1461 ^b	4.0414 ^a	7.4048 ^b	8.4914 ^a	7.4533 ^b	8.4232 ^a
3	7.3404 ^a	7.2810 ^b	4.3222 ^b	5.0374 ^a	8.3054 ^b	8.3729 ^a	8.3692 ^b	8.8195 ^a
4	7.3711 ^b	7.4314 ^a	4.3997 ^a	3.1761 ^b	8.3838 ^b	8.9708 ^a	8.3385 ^b	8.9420 ^a
5	7.3784 ^b	7.4983 ^a	3.3010 ^a	2.8129 ^b	8.4564 ^a	7.9868 ^b	8.1790 ^b	8.8722 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับ
แบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar, MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) และบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

2) การหมักปลาด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 4 สูตร (SUT1-SUT4)

2.1) การหมักปลาด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-SUT4) ครั้งที่ 1

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ของปลาที่เติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก จำนวน 4 สูตร (SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4) และปลาหมักโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ จำนวน 1 ชุด เป็นชุดควบคุม ใช้เวลาหมัก 5 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างทุกวัน ตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 5 ของการหมัก จุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์ คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา และกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก

1) จุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าเป็นโคโลนีของแบคทีเรียเป็นหลัก โดยค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่างปลาหมักเริ่มต้น (ระยะหมัก 0 วัน) มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 5 ตัวอย่าง (อยู่ในช่วง 6.0934 ถึง 6.6075 logCFU/กรัม) และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่างปลาหมักทั้ง 5 ตัวอย่าง มีค่าสูงสุดที่ระยะหมัก 1 วัน (อยู่ในช่วง 8.7559 ถึง 9.1206 logCFU/กรัม) โดยปลาหมัก SUT1 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับได้สูงสุด คือ 9.1206 logCFU/กรัม ในขณะที่ปลาหมัก SUT4 มีค่าต่ำสุด คือ 8.7559 logCFU/กรัม ส่วนปลาหมักอื่นมีค่าการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 8.8893, 8.9445 และ 9.0414 logCFU/กรัม สำหรับปลาหมัก Control, SUT2 และปลาหมัก SUT3 ตามลำดับ และเมื่อหมักนานเพิ่มขึ้นเป็น 2 ถึง 5 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่างปลาหมักมีแนวโน้มลดลงในรูปแบบเหมือนกันทุกตัวอย่าง ซึ่งที่ระยะหมัก 2 ถึง 5 วัน พบว่าปลาหมัก Control มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับได้สูงสุด คือ 8.5119, 8.2672, 8.0043 และ 8.0414 logCFU/กรัม สำหรับค่าวิเคราะห์ที่ระยะหมัก 2, 3, 4 และ 5 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และปลาหมัก SUT4 ซึ่งเป็นปลาหมักที่เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าที่พบในปลาหมัก Control และมีค่าน้อยกว่า 8 logCFU/กรัม (ตารางที่ 6.50)

2) ยีสต์และรา

จากการตรวจหายีสต์และรา พบว่าไม่พบราและจำนวนยีสต์เริ่มต้นในตัวอย่างปลาหมักทั้ง 5 ตัวอย่าง มีค่าค่อนข้างต่ำและมีจำนวนใกล้เคียงกัน คือ มีค่าอยู่ในช่วง 2.4771 ถึง 2.845 logCFU/กรัม และเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้นจำนวนยีสต์ที่ตรวจพบในตัวอย่างปลาหมักทั้ง 5 ตัวอย่าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในรูปแบบเดียวกันจนกระทั่งถึงระยะหมัก 4 วัน พบว่า จำนวนยีสต์ที่ตรวจพบในตัวอย่างปลาหมักมีแนวโน้มลดลง และที่ระยะหมัก 5 วัน จำนวนยีสต์ลดต่ำลงและมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่พบในตัวอย่างปลาหมักที่ระยะหมัก 0 วัน โดยจำนวนยีสต์ที่ตรวจพบในทุกตัวอย่างปลาหมักทั้ง 5 ตัวอย่าง มีค่าน้อยกว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับได้ในปลาหมักทุกระยะหมัก และเป็นโคโลนีของยีสต์เป็นหลัก (95-100%) (ตารางที่ 6.51) เมื่อพิจารณาจำนวนยีสต์ที่ตรวจพบในตัวอย่างปลาหมัก Control, SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 ที่ระยะหมักเดียวกัน พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาหมัก Control มีจำนวนยีสต์และราสูงสุด เมื่อเทียบกับตัวอย่างปลาหมักอื่น ทั้งที่ระยะหมัก 0, 1, 3 และ 5 วัน คือ มีค่า 2.8451, 4.5250, 6.3892 และ 3.6075 logCFU/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปลาหมัก SUT2 มีจำนวนยีสต์สูงสุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่น ที่ระยะหมัก 2 และ 4 วัน

3) แบคทีเรียกรดแล็กติก

จากที่ได้ตรวจหาแบคทีเรียกรดแล็กติกจากปลาหมักทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3) นั้น พบว่าปลาหมักแต่ละตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียกรดแล็กติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระยะหมัก 1 ถึง 5 วัน (ตารางที่ 6.50) และที่ระยะหมัก 0 วัน จำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมัก Control มีค่าต่ำสุด (5.9031 logCFU/กรัม) และตัวอย่างปลาหมักที่มีการเติมกลูตาเมตผสมมีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกสูงกว่า Control คือ (7.9085, 8.7243, 8.2601 และ 8.4983 logCFU/กรัม) สำหรับปลาหมัก SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4 ตามลำดับ เมื่อตรวจนับด้วยอาหาร MRS agar และเมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้น จำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักที่ตรวจพบมีค่าเพิ่มขึ้น และมีจำนวนสูงสุดที่ระยะหมัก 3 วัน ในขณะที่ตัวอย่างปลาหมัก Control มีจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะหมัก จนกระทั่งมีค่าสูงสุดที่ระยะหมัก 5 วัน ซึ่งเป็นวันเก็บตัวอย่างวันสุดท้ายของกระบวนการหมัก ส่วนผลการตรวจนับจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกในตัวอย่างปลาหมักด้วยอาหาร MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO_3) พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับที่ตรวจนับในอาหาร MRS agar (ตารางที่ 6.50) และพบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแล็กติกมีค่าโดยเฉลี่ยมากกว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับได้ในตัวอย่างทั้งหมดในช่วงระยะหมัก 5 วัน มีความเป็นไปได้ที่การเจริญของแบคทีเรียกรดแล็กติกส่งผลให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาหมักลดลง เนื่องจากกรดแล็กติกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการหมักดังกล่าวยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงจำนวนยีสต์และราในตัวอย่างปลาหมักที่ตรวจนับได้ลดลง เมื่อระยะหมักเพิ่มขึ้น

2.2) การหมักปลาหมักด้วยกลูตาเมตผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-SUT4) ครั้งที่ 2

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ของปลาหมักที่เติมกลูตาเมตผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก ครั้งที่ 2 จำนวน 4 สูตรโดย (SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4) และปลาหมักโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติจำนวน 1 ชุดควบคุม ใช้เวลาหมัก 5 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยเก็บตัวอย่างทุกวันตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 5 ของการหมัก จุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable counts หรือ Aerobic plate counts) ยีสต์และรา (Yeasts และ Molds) และกลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria) ซึ่งพบว่า การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ของปลาหมักที่เติมกลูตาเมตผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกนี้ (ตารางที่ 6.51) ให้ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองครั้งที่ 1

ตารางที่ 6.50 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และแบคทีเรียแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาสามที่เติมน้ำเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 1

ระยะหมัก (วัน)	ตัวอย่าง (รหัสกล้าเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)			
		จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
				MRS agar	MRS+CaCO ₃
0	Control	6.1139 ^d	2.8451 ^a	5.8751 ^e	5.9031 ^e
	SUT1	6.0934 ^c	2.4771 ^e	7.9085 ^d	8.1206 ^c
	SUT2	6.6075 ^a	2.7404 ^b	8.7243 ^a	8.3909 ^a
	SUT3	6.3139 ^b	2.6532 ^c	8.2601 ^c	8.0569 ^d
	SUT4	6.2856 ^c	2.5441 ^d	8.4983 ^b	8.1959 ^b
1	Control	8.8893 ^d	4.5250 ^a	8.7202 ^c	8.7364 ^e
	SUT1	9.1206 ^a	3.8162 ^c	8.9890 ^c	8.9469 ^c
	SUT2	8.9445 ^c	4.1139 ^b	8.8893 ^d	8.8751 ^d
	SUT3	9.0414 ^b	3.5966 ^d	9.7889 ^b	9.7782 ^a
	SUT4	8.7559 ^c	3.4771 ^e	9.8293 ^a	9.6335 ^b
2	Control	8.5119 ^a	4.6484 ^d	6.4472 ^b	7.4472 ^b
	SUT1	7.9777 ^b	5.0682 ^a	5.9777 ^c	6.7404 ^e
	SUT2	7.9004 ^c	5.0253 ^b	6.5911 ^a	7.2900 ^c
	SUT3	7.5563 ^d	4.0607 ^e	6.3711 ^c	7.5502 ^a
	SUT4	7.4472 ^e	4.7202 ^c	6.3324 ^d	7.2553 ^d
3	Control	8.2672 ^a	6.3892 ^a	8.7443 ^e	7.2041 ^e
	SUT1	7.0212 ^e	4.0000 ^e	9.0414 ^d	7.3222 ^d
	SUT2	7.5623 ^d	4.1761 ^c	10.4914 ^c	8.0128 ^c
	SUT3	7.5798 ^c	4.0414 ^d	10.6721 ^a	8.5740 ^b
	SUT4	7.9191 ^b	4.3010 ^b	10.5855 ^b	8.6128 ^a
4	Control	8.0043 ^a	5.6675 ^b	8.6232 ^a	8.7243 ^e
	SUT1	7.8195 ^c	5.6946 ^a	7.1461 ^d	10.4843 ^a
	SUT2	7.1903 ^e	5.3424 ^c	8.4771 ^b	9.2553 ^d
	SUT3	7.3010 ^d	4.1761 ^e	7.1461 ^d	9.3892 ^c
	SUT4	7.9320 ^b	4.3979 ^d	7.4065 ^c	9.4472 ^b
5	Control	8.0414 ^a	3.6075 ^a	9.0086 ^c	8.9518 ^b
	SUT1	7.7782 ^b	2.8129 ^c	8.5855 ^e	8.4843 ^d
	SUT2	7.4249 ^e	2.5966 ^d	9.8096 ^a	8.0569 ^e
	SUT3	7.7482 ^c	2.3010 ^e	8.8949 ^d	8.8096 ^c
	SUT4	7.7050 ^d	2.9294 ^b	9.7686 ^b	10.5328 ^a

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแต่ละระยะของเวลาหมัก แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) แล้วบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

ตารางที่ 6.51 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และแบคทีเรียแล็กติกที่ตรวจพบในการหมักปลาสามที่เติมน้ำเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1-4) ครั้งที่ 2

ระยะหมัก (วัน)	ตัวอย่าง (รหัสกล้าเชื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)			
		จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์	แบคทีเรียกรดแล็กติก	
				MRS agar	MRS+CaCO ₃
0	Control	8.4277 ^b	2.1505 ^a	5.1268 ^d	5.1189 ^b
	SUT1	8.7779 ^a	1.9956 ^b	8.6765 ^b	8.7386 ^a
	SUT2	8.7519 ^a	1.9956 ^b	9.3766 ^a	8.7061 ^a
	SUT3	8.8208 ^a	2.3891 ^a	8.7296 ^b	8.7061 ^a
	SUT4	8.7993 ^a	2.1505 ^a	8.4146 ^c	8.5341 ^a
1	Control	7.7160 ^a	2.9723 ^c	9.7888 ^a	9.9004 ^a
	SUT1	7.7028 ^a	4.6228 ^b	9.4207 ^b	9.9367 ^a
	SUT2	7.1883 ^b	5.0952 ^a	9.8780 ^a	9.8469 ^a
	SUT3	6.9723 ^c	2.4771 ^c	9.2894 ^b	9.8512 ^a
	SUT4	7.6989 ^a	2.7782 ^d	9.2489 ^b	9.6968 ^b
2	Control	9.7922 ^a	6.1991 ^a	10.3635 ^d	9.3615 ^d
	SUT1	9.6812 ^b	3.2386 ^b	10.8057 ^c	10.8705 ^c
	SUT2	7.7782 ^d	3.5876 ^b	11.3189 ^a	11.3486 ^a
	SUT3	9.7844 ^a	6.3388 ^a	11.2041 ^a	11.1845 ^b
	SUT4	8.4058 ^c	3.2386 ^b	10.9758 ^b	10.9551 ^c
3	Control	8.8808 ^a	6.5352 ^a	10.8174 ^c	10.2448 ^c
	SUT1	8.6035 ^b	2.2386 ^b	11.3838 ^b	10.8325 ^b
	SUT2	8.8407 ^a	2.5881 ^b	11.4012 ^b	11.0485 ^a
	SUT3	8.0603 ^d	6.3538 ^a	11.5982 ^a	10.8202 ^b
	SUT4	8.2733 ^c	2.2386 ^b	11.4142 ^b	10.8755 ^b
4	Control	8.8973 ^b	2.3011 ^b	9.8228 ^d	11.3086 ^{bc}
	SUT1	8.5056 ^d	2.3011 ^b	10.9237 ^a	11.2129 ^c
	SUT2	8.7140 ^c	1.9956 ^c	9.6214 ^d	11.3304 ^{bc}
	SUT3	8.9883 ^b	3.8697 ^a	10.1115 ^c	11.3772 ^b
	SUT4	11.4183 ^a	2.6901 ^b	10.3802 ^b	11.8588 ^a
5	Control	8.5135 ^a	1.9956 ^b	9.8228 ^d	9.6325 ^d
	SUT1	8.3780 ^a	1.9956 ^b	10.9237 ^a	10.6096 ^a
	SUT2	8.3847 ^a	4.4838 ^a	9.6214 ^e	9.7386 ^d
	SUT3	7.6990 ^b	1.9956 ^b	10.0607 ^c	9.9716 ^c
	SUT4	8.2075 ^a	1.9956 ^b	10.3802 ^b	10.4083 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งของแต่ละระยะเวลามาก แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน สำหรับการตรวจนับแบคทีเรียกรดแล็กติกใช้อาหาร MRS agar และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) แล้วบ่มเชื้อในสภาพไร้ออกซิเจน

6.3.2.3 การศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนี

คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารในปลาสด

จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารและจุลินทรีย์ก่อโรคในปลาสดที่ตรวจวิเคราะห์ คือ Coliform bacteria (Coliforms), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* จากการตรวจวิเคราะห์หา Coliforms ด้วยวิธี Most probable number (MPN) พบว่าตัวอย่างปลาสดที่หมักด้วยเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 4 สูตร และปลาสดที่ไม่เติมเกลือ (Control) 1 ตัวอย่าง ที่หมักได้ 3 วัน พบปลาสด SUT1 มีค่า MPN ของ Coliforms ต่ำสุด (29 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม) (ตารางที่ 6.52) ปลาสด SUT2, SUT4 และ SUT3 มีค่า MPN ของ Coliforms มากขึ้นเป็นลำดับ (28, 42 และ 160 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม)

สำหรับผลการตรวจวิเคราะห์ *E. coli* ด้วยวิธี MPN พบว่า SUT2 มีค่า MPN ต่ำสุด คือ 27 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ปลาสด SUT1, SUT3 และ SUT4 มีค่า MPN ของ *E. coli* มากขึ้นเป็นลำดับ (93, 210 และ 1,100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม) ทั้งนี้ปลาสด SUT3 มีค่า MPN ของ Coliforms สูงมาก เมื่อเทียบกับปลาสดที่เติมเกลืออีก 3 สูตร แต่กลับมีค่า MPN ของ *E. coli* ค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 6.52 ค่า MPN จากการตรวจวิเคราะห์ Coliforms และ *E. coli* ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาสดหมักในห้องปฏิบัติการที่หมักได้ 3 วัน

รหัสผลิตภัณฑ์ปลาสด	ค่า MPN (ต่อตัวอย่าง 1 กรัม)	
	Coliforms	<i>E. coli</i>
Control	>1,100	1,100
SUT1	29	28
SUT2	93	27
SUT3	1,100	42
SUT4	210	160

ผลการตรวจวิเคราะห์ *Salmonella* spp. พบว่าปลาสด SUT1 และ SUT2 ให้ผลลบ แต่อีก 2 สูตร และปลาหมัก Control ให้ผลบวก จากลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่พบที่เจริญบนอาหาร XLD agar และ Bismuth sulfite agar จึงได้เก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่พบเพื่อวิเคราะห์ชนิดต่อไป

สำหรับการตรวจหา *Staphylococcus aureus* ที่ปนเปื้อนในปลาสดอายุหมัก 3 วัน พบว่าปลาสดหมักโดยการเติมเกลือผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้ง 4 สูตร และ Control มีการเจริญของแบคทีเรียที่มีลักษณะคล้าย *Staphylococcus aureus* ที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร Baird-Parker agar จึงได้เก็บโคโลนีดังกล่าวไปศึกษาในขั้นยืนยันผลด้วยการระบุชนิด

6.3.2.4 การวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของ กระบวนการผลิตปลาหมึก

จากที่ได้แยกและเลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียจากตัวอย่างที่ให้ผลบวกในข้อ 6.3.2.3 มาวิเคราะห์ชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมีแล้ว พบว่าการวิเคราะห์ชนิดของ Coliforms และ *E. coli* พบทั้ง *E. coli* และ *Enterobacter* sp. (มีความเหมือนกับ *Enterobacter aerogenes* และ *Enterobacter cloacae* เมื่อเทียบความเหมือนกับชนิดที่ระบุตาม API 20E Database (bioMérieux, Inc.)) และ *Pseudomonas* sp. (มีความเหมือนกับ *Pseudomonas fluorescens / putida*) (ตารางที่ 6.53) สำหรับ *Salmonella* spp. นั้น เมื่อนำมาทดสอบเพื่อยืนยันผล ไม่พบไอโซเลตใดที่ให้ผลเป็น *Salmonella* spp. แต่ได้ผลเป็นแบคทีเรียในสกุล *Proteus* และ *Enterobacter* (ตารางที่ 6.53) ส่วนผลการตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกในห้องปฏิบัติการนั้น จากโคโลนีที่เลือกเก็บมาวิเคราะห์ชนิด พบว่าไม่มีไอโซเลตใดที่ให้ผลเป็น *Staphylococcus aureus* (ตารางที่ 6.53) พบแต่ไอโซเลตที่มีความเหมือนกับ *S. simulans*, *S. xylosum*, *S. sciuri* และ *S. haemolyticus*

ตารางที่ 6.53 แบคทีเรียปนเปื้อนที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกอายุหมัก 3 วัน ที่หมักในห้องปฏิบัติการโดยใช้
กล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4) และที่ไม่เติมกล้าเชื้อ (Control)

ปลาหมึกหมัก	แบคทีเรียที่พบ	API 20E Database (bioMérieux, Inc.)	
		% ความเหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง
การตรวจหา Coliforms และ <i>E. coli</i>			
Control	<i>Escherichia coli</i>	96.8	<i>Escherichia coli</i> 1
		93.7	<i>Escherichia coli</i> 1
SUT1	<i>Escherichia coli</i>	98.5	<i>Escherichia coli</i> 1
	<i>Pseudomonas</i> sp.	61.9	<i>Pseudomonas fluorescens</i> / <i>putida</i>
SUT2	<i>Escherichia coli</i>	ND	<i>Escherichia coli</i> 1
SUT3	<i>Escherichia coli</i>	99.1	<i>Escherichia coli</i> 1
	<i>Enterobacter</i> sp.	ND	<i>Enterobacter cloacae</i>
SUT4	<i>Escherichia coli</i>	69.3	<i>Escherichia coli</i> 1
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	99.7	<i>Enterobacter aerogenes</i>
	<i>Enterobacter cloacae</i>	95.0	<i>Enterobacter cloacae</i>
		ND	<i>Enterobacter cloacae</i>

ND = No data shown from the API 20E Database

ตารางที่ 6.53 แบคทีเรียปนเปื้อนที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ปลาสดอายุหมัก 3 วัน ที่หมักในห้องปฏิบัติการ (ต่อ) โดยใช้กล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1, SUT2, SUT3 และ SUT4) และที่ไม่เติมกล้าเชื้อ (Control)

ปลาส้ม	แบคทีเรียที่พบ	API 20E Database (bioMérieux, Inc.)	
		% ความเหมือน	สายพันธุ์อ้างอิง
การตรวจหา <i>Salmonella</i> spp.			
Control	<i>Proteus mirabilis</i>	99.9	<i>Proteus mirabilis</i>
SUT3	<i>Enterobacter</i> sp.	ND	<i>Enterobacter cloacae</i>
SUT4	<i>Enterobacter</i> sp.	95.0	<i>Enterobacter cloacae</i>
		91.8	<i>Enterobacter cloacae</i>
การตรวจหา <i>Staphylococcus aureus</i>			
Control	<i>Staphylococcus</i> sp.	61.5	<i>Staphylococcus simulans</i>
SUT1	<i>Staphylococcus</i> sp.	75.9	<i>Staphylococcu xylosus</i>
SUT2	<i>Staphylococcus</i> sp.	68.9	<i>Staphylococcu xylosus</i>
SUT3	<i>Staphylococcus sciuri</i>	95.4	<i>Staphylococcu sciuri</i>
SUT4	<i>Staphylococcus</i> sp.	89.0	<i>Staphylococcu haemolyticus</i>

ND = No data shown from the API 20E Database

6.4 บทสรุป

การศึกษาและพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาส้มให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ ประกอบด้วยขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาสูตรส่วนผสมและกรรมวิธีการหมักปลาส้มจากปลาตะเพียน การทดลองหมักปลาส้มโดยใช้ปลาน้ำจืดต่างชนิด การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักปลาส้ม และการพัฒนาสูตรเกลือแช่เบตที่เรียกรดแล็กติกสำหรับกระบวนการหมักปลาส้มจากการทดลองหมักปลาส้มในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาตะเพียนและอาศัยข้อมูลจากที่ได้ศึกษาตัวอย่างปลาส้มจากแหล่งผลิตที่เป็นการค้า ได้พัฒนาสูตรส่วนผสมของวัตถุดิบ จากที่หมักแตกต่างกัน 4 สูตร ที่มีข้อแตกต่างหลัก คือ ส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 3 ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 1 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และข้าวเจ้าหุงสุกที่ผ่านการล้างน้ำ ส่วนผสมสูตรที่ 2 และ 4 ที่ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 2 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม โดยหมักปลากับเกลือไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างเกลือออกก่อน จากนั้นเตรียมส่วนผสมที่ใช้เกลือป่นอีก 100 กรัม และใช้ข้าวเหนียวหนึ่งซีกที่ผ่านการล้างน้ำ โดยหมักปลาทุกสูตรที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เก็บตัวอย่างปลาหมักเมื่อหมักได้ 0, 1, 2 และ 3 วัน วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด และตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักในกลุ่มจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียกรดแล็กติก พร้อมทั้งได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นของตัวอย่างปลาหมักอายุ 3 วัน พบว่าสูตรที่ 1, 2 และ 4 ให้ปลาส้มที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.79, 4.90 และ 4.98 ซึ่งต่ำกว่าสูตรที่ 3 (ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.44) และอยู่ในช่วงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาส้ม มาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548 และพบว่าส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้หมักปลาส้มสูตรที่ 1 และ 4 ให้ปลาส้มที่มีความแน่นเนื้อและมีกลิ่นเปรี้ยว สูตรที่ 2 ให้ปลาส้มที่มีกลิ่นปลาเน่าเสีย สำหรับสูตรที่ 3 ให้ปลาส้มที่มีความแน่นเนื้อมากกว่าสูตรที่ 1 และมีกลิ่นที่ให้ความรู้สึกเค็ม จึงเลือกสูตรของส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 4 เพื่อทดลองหมักปลาส้มจากปลาตะเพียนอีกครั้ง พร้อมทั้งลองใช้สูตรที่ 1 ที่เพิ่มปริมาณเกลือเป็น 1.5 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และปรับใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบในการหมักใหม่ให้แตกต่างกัน 3 คือ สูตรที่ 1 และ 2 ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 1 และ 1.5 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และข้าวเจ้าหุงสุกและล้างน้ำ ส่วนผสมสูตรที่ 3 ที่ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 2 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม หมักปลากับเกลือไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างเกลือออก จากนั้นเตรียมส่วนผสมที่ใช้เกลือป่นอีก 100 กรัม และใช้ข้าวเหนียวหนึ่งซีกและล้างน้ำ หมักเป็นเวลา 3 และ 7 วัน พบว่าปลาส้มทุกสูตรเมื่อหมัก 3 วัน ได้รับการยอมรับมากกว่าหมัก 7 วัน สูตรที่ 1 ให้ปลาส้มที่มีความแน่นเนื้อและมีกลิ่นที่ให้ความรู้สึกเปรี้ยวโดยประมาณที่ดีกว่าสูตรที่ 2 และ 3 และเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ นำปลาส้มหมักเป็นเวลา 3 วัน และผ่านการทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส แล้วจึงทอดอบซึม ทำให้ได้ผลสรุป คือ ปลาส้มที่หมักนั้นไม่มีรสเปรี้ยว มีรสเค็มจัด และยังไม่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นปลาส้ม จึงได้มีการทดลองหมักปลาส้มเพื่อปรับสูตรส่วนผสมสำหรับใช้ในการหมักปลาส้มโดยคำนึงถึงปริมาณเกลือเป็นหลัก

หมักในห้องปฏิบัติการ เมื่อนำมาวิเคราะห์ชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทเหล่านี้คือ *Lactobacillus brevis* หลายสายพันธุ์, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus* sp. (มีความเหมือนกับ *Lactobacillus delbruekii* subsp. *Bulgaricus* เมื่อเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API, bioMérieux, Inc.) *Leuconostoc mesenteroides* (พบทั้งสายพันธุ์ที่มีความเหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 1 97.5% เหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 2 99.8, 99.0 และ 98.8% และเหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* 78.4%), *Pediococcus pentosaceus*, *Aerococcus* sp., และ *Lactobacillus* sp. (มีความเหมือนกับ *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* 3 61.1%)

ด้านการพัฒนาสูตรกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกสำหรับกระบวนการหมักปลาสดได้พัฒนาสูตรกล้าเชื้อเดี่ยวใช้เชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผลิตเป็นการค้าที่มีชื่อเสียงจากภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 17 ตัวอย่าง ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง และไอโซเลทที่แยกได้จากการทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการจำนวนทั้งสิ้น 28 สายพันธุ์ ที่ต่างกัน ทดลองหมักปลาสดจากปลาตะเพียนด้วยสูตรส่วนผสม ตามผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่ได้พบว่าไอโซเลทของแบคทีเรียชนิด *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* และ *Lactococcus lactis* ให้ผลผลิตก้นถังปลาสดที่มีแนวโน้มในทางที่มีคุณภาพดี จึงได้พัฒนาสูตรกล้าเชื้อผสมสำหรับการหมักปลาสด โดยได้คัดเลือก และเตรียมกล้าเชื้อผสม 2 ถึง 4 สายพันธุ์ ที่แตกต่างกัน 6 สูตร พร้อมทั้งทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 5 วัน เทียบกับปลาสดชุดควบคุม (Control) ที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งเมื่อทดสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา เคมีและกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสดพบว่าปลาสดที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสม 4 สูตร ที่ประกอบด้วยสายพันธุ์เฉพาะของ(1) *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus pentosaceus*, (2) *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Leuconostoc mesenteroides*, (3) *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* และ *Lactobacillus brevis* และ (4) *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Lactococcus lactis* เป็นผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ผู้บริโภคยอมรับตั้งแต่หมักได้ 2 วัน มีการปนเปื้อนของ Coliforms และ *E. coli* เมื่อตรวจหาด้วยวิธี MPN น้อยกว่าอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาสด Control และไม่พบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus*

บทที่ 7

การศึกษากกรรมวิธีการผลิตปลาสามก้างนิ่มพร้อมรับประทาน

7.1 บทนำ

ปลาดูเพียนเป็นหนึ่งในปลาเศรษฐกิจที่กรมประมงส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยง เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงและขยายพันธุ์ได้ง่าย ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 6 เดือน ในด้านการบริโภคปลาดูเพียนเป็นปลาที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในหมู่คนไทยทั้งในเมืองและชนบท เนื้อปลาดูเพียนใช้ประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น ปลาจิ้ม ปลาเผา ปลาสาม ปลาต้ม ปลาหมัก และใส่เกลือตากแห้ง (กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548) แต่ปัญหาที่พบในการบริโภคปลาดูเพียน คือ ก้างฝอยที่มีแทรกอยู่ในเนื้อปลาเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ผู้บริโภคจำนวนไม่น้อยหลีกเลี่ยงหรือกลัวการรับประทานอาหารที่ผลิตจากปลาดูเพียน ซึ่งปลาสามที่ผลิตจากปลาดูเพียนก็ได้รับผลกระทบนี้ด้วยเช่นกัน โดยปกติอาหารที่มีก้างอ่อนนิ่มจนสามารถรับประทานได้ คือ ปลาบรรจุกระป๋องที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและความดันสูง ซึ่งเชื่อว่าเป็นผลมาจากกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงในภาชนะปิดสนิท (Zetataalk, 2004) จากรายงานของ Glimcher (1959) กล่าวว่าแคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญในการทำให้โครงสร้างของทั้งก้าง กระดูก และฟันแข็งแรง แต่เมื่อใดที่ก้างปลา กระดูก หรือฟันอยู่ในสถานะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5.5 แคลเซียมจะถูกละลายออกมาส่งผลให้ก้างปลา กระดูก หรือฟันเกิดการสึก ผุ กร่อนได้ (Loos, 2000; Weledmiger, 2001) ดังนั้นการสลายก้างฝอยในการผลิตปลาสามสามารถทำได้โดยอาศัยปัจจัยร่วมจากกรดเล็กน้อยที่ได้จากการหมักร่วมกับการให้ความร้อนและความดันสูงในภาชนะปิดสนิท จากแนวทางดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาสามก้างนิ่มให้เป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกในการรับประทาน และมั่นใจได้ว่าจะไม่ได้รับอันตรายจากก้างฝอย

7.2 ระเบียบวิธีวิจัย

7.2.1 การศึกษากกรรมวิธีผลิตปลาสามก้างนิ่มพร้อมรับประทาน

1) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงก้างฝอยที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูง

โดยแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ การศึกษาในระบบจำลองและการศึกษาในผลิตภัณฑ์ปลาสาม โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ก. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงก้างฟอยที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงในระบบจำลอง เป็นการศึกษาภายใต้สภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือ และค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับปลาสด โดยมีวิธีการเตรียมตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

การเตรียมตัวอย่างก้างฟอย

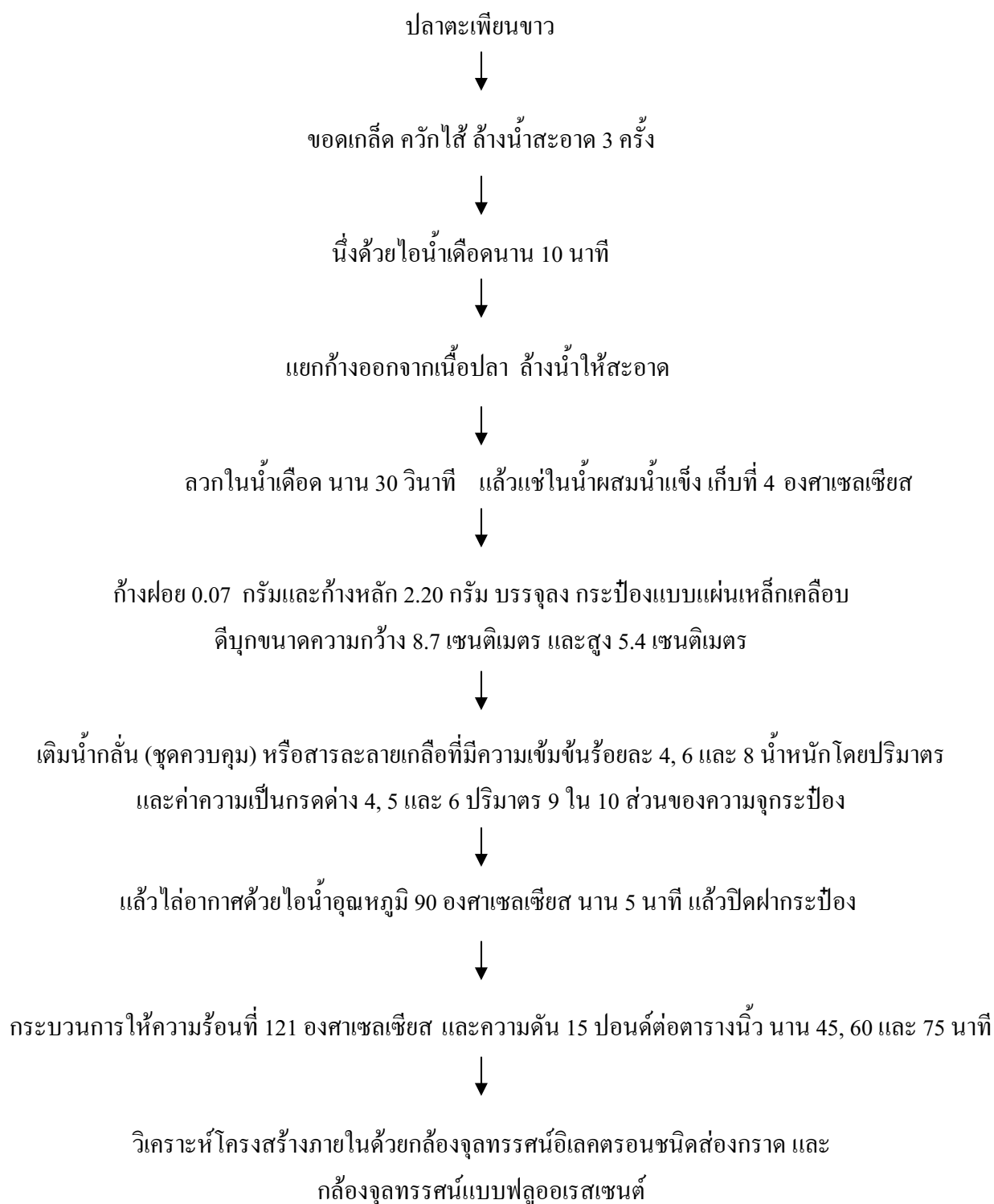
นำตัวอย่างปลาทะเพียนขาว (*Puntius gonionotus*) จากตลาดย่าโม จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 5 กิโลกรัม นำมาล้างน้ำ ขอดเกล็ด คัดเครื่องในออกให้หมด จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง นำปลาไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำมาแยกก้างฟอย ก้างหลัก ก้างเนื้อปลาที่ติดมาให้หมด ทำลายเชื้อที่อยู่ในก้างด้วยการลวกในน้ำเดือด นาน 30 วินาที แล้วทำให้เย็นทันทีโดย การแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง เก็บก้างตัวอย่างโดยการแช่ในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอทำการทดลองขั้นตอนต่อไป

การเตรียมสารละลายเกลือ

เตรียมสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 4, 6 และ 8 นำหนักโดยปริมาตร จากนั้นปรับสารละลายเกลือแต่ละความเข้มข้นให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเป็น 4.0, 5.0 และ 6.0 ด้วยกรดเล็กน้อยที่เข้มข้นร้อยละ 95 (ที. เอ็น. เคมีภัณฑ์, ประเทศไทย)

การเตรียมตัวอย่างสำหรับกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

ชั่งก้างฟอยน้ำหนัก 0.07 กรัม และก้างหลัก 2.20 กรัม ใส่ลงในกระป๋องแบบแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (Tin plate) (บริษัทรอยัลแคนินดัสทรี จำกัด, ประเทศไทย) ขนาดความกว้าง 8.7 เซนติเมตร และสูง 5.4 เซนติเมตรจำนวน 60 กระป๋อง เติมสารละลายเกลือที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 3 ระดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างจำนวน 3 ระดับที่ได้เตรียมไว้ รวมเป็น 9 สภาวะ สภาวะละ 6 กระป๋อง โดยให้สารละลายมีปริมาตร 9 ใน 10 ส่วนของความจุกระป๋อง อีก 6 กระป๋องสำหรับชุดตัวอย่างควบคุม โดยการเติมน้ำกลั่น จากนั้นนำไปใส่ภาควัสดุด้วยไอน้ำอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปิดฝากระป๋อง แบ่งตัวอย่างแต่ละสภาวะของสารละลายเกลือและค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 2 กระป๋อง จากนั้นนำกระป๋องสู่กระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยชุดที่ 1, 2 และ 3 ใช้เวลา 45, 60 และ 75 นาที ตามลำดับ



รูปที่ 7.1 กระบวนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของก้างปลาดะเพียนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

ข. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงก้างฝอยในผลิตภัณฑ์ปลาต้มที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง โดยมีวิธีการเตรียมตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

การเตรียมตัวอย่างปลาต้ม

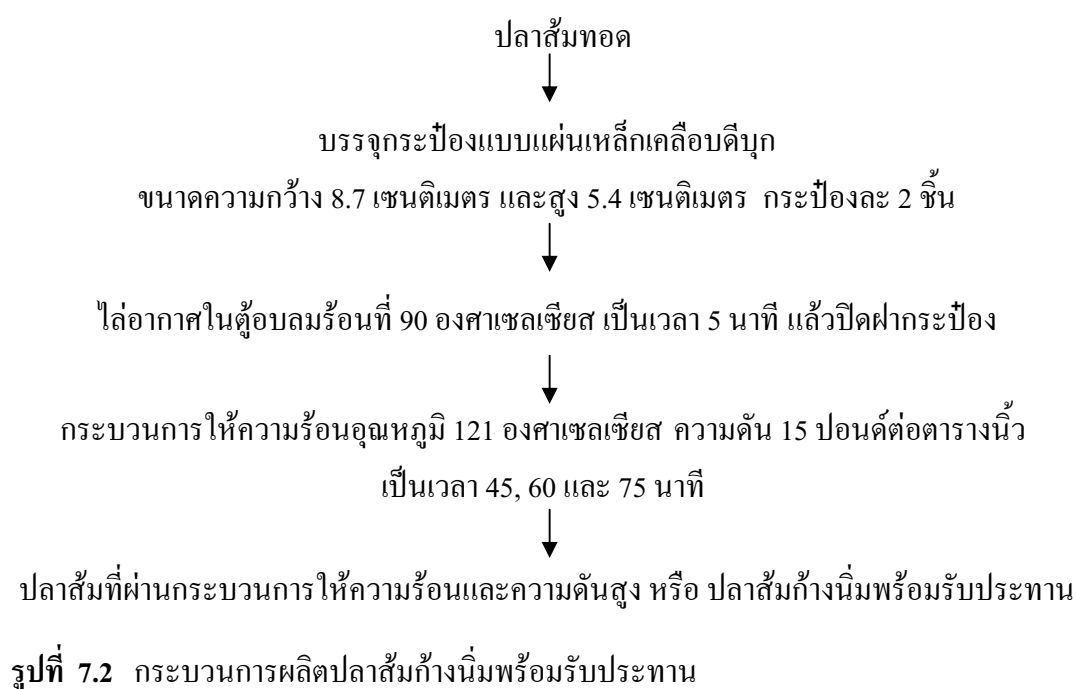
เตรียมตามวิธีที่ระบุไว้ในบทที่ 6 ข้อ 6.2.1 โดยทำการหมกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน (เนื่องจากในระหว่างการหมกอยู่ในช่วงฤดูหนาว)

การทอดปลาต้ม

ทำการทอดตามวิธีที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ข้อ 4.2.2

การเตรียมตัวอย่างสำหรับกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

นำปลาต้มทอดบรรจุกระป๋องแบบแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (Tin plate) (บริษัทรอยัลแคนอินดัสทรี จำกัด, ประเทศไทย) ขนาดความกว้าง 8.7 เซนติเมตร และสูง 5.4 เซนติเมตร กระป๋องละ 2 ชิ้น จากนั้นนำไปใส่อากาศโดยใช้การอบในตู้อบลมร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ทำการปิดกระป๋อง และนำเข้าสู่กระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง ที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ด้วยหม้อนิ่งฆ่าเชื้อ (Retort, Model: STST50150, Thailand) แบ่งเป็น 3 ชุด คือ ชุดที่ 1, 2 และ 3 ใช้เวลา 45, 60 และ 75 นาที ตามลำดับ (รูปที่ 7.2)



ค. การวิเคราะห์โครงสร้างภายในของก้างปลาตะเพียน

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning electron microscope) เพื่อศึกษาโครงสร้างภายในของก้างหลัก โดยนำตัวอย่างก้างปลาตะเพียนจากระบบจำลองและปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูง มาอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ติดตัวอย่างบนแท่นติดตัวอย่าง จากนั้นเคลือบตัวอย่างด้วยทองคำ 4 นาที ด้วยเครื่อง Sputter coated (Ion Sputtering Device JFC-110E, Japan) แล้วทำการศึกษาตัวอย่างที่เตรียมไว้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JSM-6400, LV, JEOL, Japan) ที่กำลังขยาย 2000 เท่า

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence microscope) เพื่อศึกษาโครงสร้างภายในของก้างฝอย นำตัวอย่างก้างปลาตะเพียนจากทั้งก้างปลาที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงและที่แยกก้างจากปลาสัมผัส มาตรวจวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ (BX-50 Fluorescence microscope, Olympus, Japan) โดยเลือก filter cube configuration แบบ U-MWB ซึ่งมี excitation filter ที่ช่วงความยาวคลื่น 450-480 นาโนเมตร และ barrier filter ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ที่กำลังขยาย 10X ถ่ายภาพด้วยชุดถ่ายภาพอัตโนมัติ (PM-30 automatic photomicrographic system, Olympus, Japan) ใช้ฟิล์มสีโกดัก ISO 200

2) การวิเคราะห์คุณภาพปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

โดยการนำตัวอย่างปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 0, 45, 60 และ 75 นาที มาทำการศึกษาคูณภาพในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของปลาสัมผัส

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของปลาสัมผัสก่อนการทอด หลังจากการหมักปลาตะเพียนเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะของน้ำที่ได้จากการหมัก และศึกษาลักษณะทางกายภาพของปลาสัมผัสหลังทอด โดยสังเกตปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการทอดในน้ำมันด้านลักษณะปรากฏ สี ความแน่นเนื้อ รวมถึงลักษณะข้าวและกระเทียมที่ยึดในท้องปลาด้วย และการศึกษาลักษณะทางกายภาพของปลาสัมผัสทอดหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง โดยศึกษาลักษณะปรากฏ สี ความแน่นเนื้อ ลักษณะข้าวและกระเทียมที่ยึดในท้องปลา เปรียบเทียบกับปลาสัมผัสทอดที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

2.2) การทดสอบคุณภาพทางเคมี

นำปลาสัมผัสดิบที่ผ่านกระบวนการหมัก (0 และ 7 วัน) และปลาสัมผัสทอดสุกที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง (0, 45, 60 และ 75 นาที) มาทำการทดสอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น (AOAC, 1997) ปริมาณไขมัน (AOAC, 1997) ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1997) ปริมาณ

เกลือ (AOAC, 1997) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก (AOAC, 1997) และความเป็นกรด-ด่าง ดังวิธีการวิเคราะห์ที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ข้อ 4.2.1

2.3) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลาต่าง ๆ (0, 45, 60 และ 75 นาที) โดยการฝึกและคัดเลือก ผู้ประเมิน ทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ได้แก่ สีของหนังและเนื้อปลา ความเรียบร้อยของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อ ความมีเกล็ด กลิ่นน้ำมันไหม้ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นของเกลือ กลิ่นกระเทียม ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรสเปรี้ยว เค็ม ขม กลิ่นรสอ่อยกลมกล่อม กลิ่นรสกระเทียม และความเลี่ยนมัน รวมถึงความรู้สึกที่ได้หลังการกลืน และความชอบโดยรวม ดังวิธีการประเมินที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ข้อ 4.2.2

7.2.2 การทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปลาต้มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทานซึ่งผลิตจากปลาต้มที่หมักโดยใช้กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลกติก

1) การเตรียมตัวอย่างปลาต้มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน

จากผลการหมักปลาต้มโดยการเติมกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลกติก จำนวน 4 สูตร คือ SUT1-4 ของการหมักครั้งที่ 1 และ 2 (บทที่ 6) คณะผู้วิจัย พบว่าปลาต้มหมักด้วยสูตรกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลกติก SUT1 และ SUT2 ให้ผลการวิเคราะห์ทั้งทางด้านเคมี ประสาทสัมผัส และจุลินทรีย์ดีที่สุด จึงได้เลือกสูตรกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลกติกดังกล่าวมาใช้ในการหมักปลาสำหรับใช้ผลิตปลาต้มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน โดยทำการหมักปลาด้วยสูตรส่วนผสม และวิธีการเช่นเดียวกับที่ระบุไว้ในบทที่ 6 ข้อ 6.2.1 นำปลาต้มหมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลกติก 2 สูตร (SUT1 และ SUT2) และปลาต้มที่ไม่เติมกล้าเชื้อ (Control) ทอดสุก แล้วนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที ได้เป็นปลาต้มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน

2) การทดสอบคุณภาพทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์ปลาต้มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทานที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยกล้าเชื้อผสม 2 สูตร (SUT1 และ SUT2) และปลาต้มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทานที่ไม่เติมกล้าเชื้อ (Control) มาทดสอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น (AOAC, 1997) ปริมาณไขมัน (AOAC, 1997) ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1997) ปริมาณเกลือ (AOAC, 1997) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก (AOAC, 1997) และความเป็นกรด-ด่าง ดังวิธีการวิเคราะห์ที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ข้อ 4.2.1

3) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ปลาสามก้างนึ่งพร้อมรับประทานที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยกล้ำเชื้อผสม 2 สูตร (SUT1 และ SUT2) และปลาสามก้างนึ่งพร้อมรับประทานที่ไม่เติมกล้ำเชื้อ (Control) มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับ (Affective tests) ของผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึกฝนมาก่อน จำนวน 50 คน เพื่อศึกษาแนวโน้มความยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อปลาสามก้างนึ่งพร้อมรับประทานด้วยกล้ำเชื้อผสม 2 สูตร เปรียบเทียบกับการหมักโดยธรรมชาติ ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ ลักษณะปรากฏ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม ความแน่นเนื้อ ความเป็นก้างนึ่ง รสเปรี้ยว รสเค็ม และความพอใจโดยรวม โดยให้ผู้บริโภคบ่งบอกความพอใจ 7 ระดับ ได้แก่ 1-7 ดังนี้ 1 = ไม่ชอบมาก, 2 = ไม่ชอบปานกลาง, 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 4 = เฉย ๆ, 5 = ชอบเล็กน้อย, 6 = ชอบปานกลาง และ 7 = ชอบมาก โดยเสิร์ฟพร้อมกับข้าวเหนียวหนึ่ง ฟริกทอด หอมแดงซอยทอด และใบมะกรูดทอด จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SAS

4) การทดสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แบคทีเรียกรดแล็กติก และเชื้อก่อโรคตามวิธีการที่ระบุไว้ในบทที่ 5 ข้อ 5.2

7.3 ผลการวิจัย

7.3.1 การศึกษากระบวนการผลิตปลาสามก้างนึ่งพร้อมรับประทาน

1) การศึกษาโครงสร้างภายในของก้างปลาที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

ก. การเปลี่ยนแปลงก้างฝอยที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงในระบบจำลอง

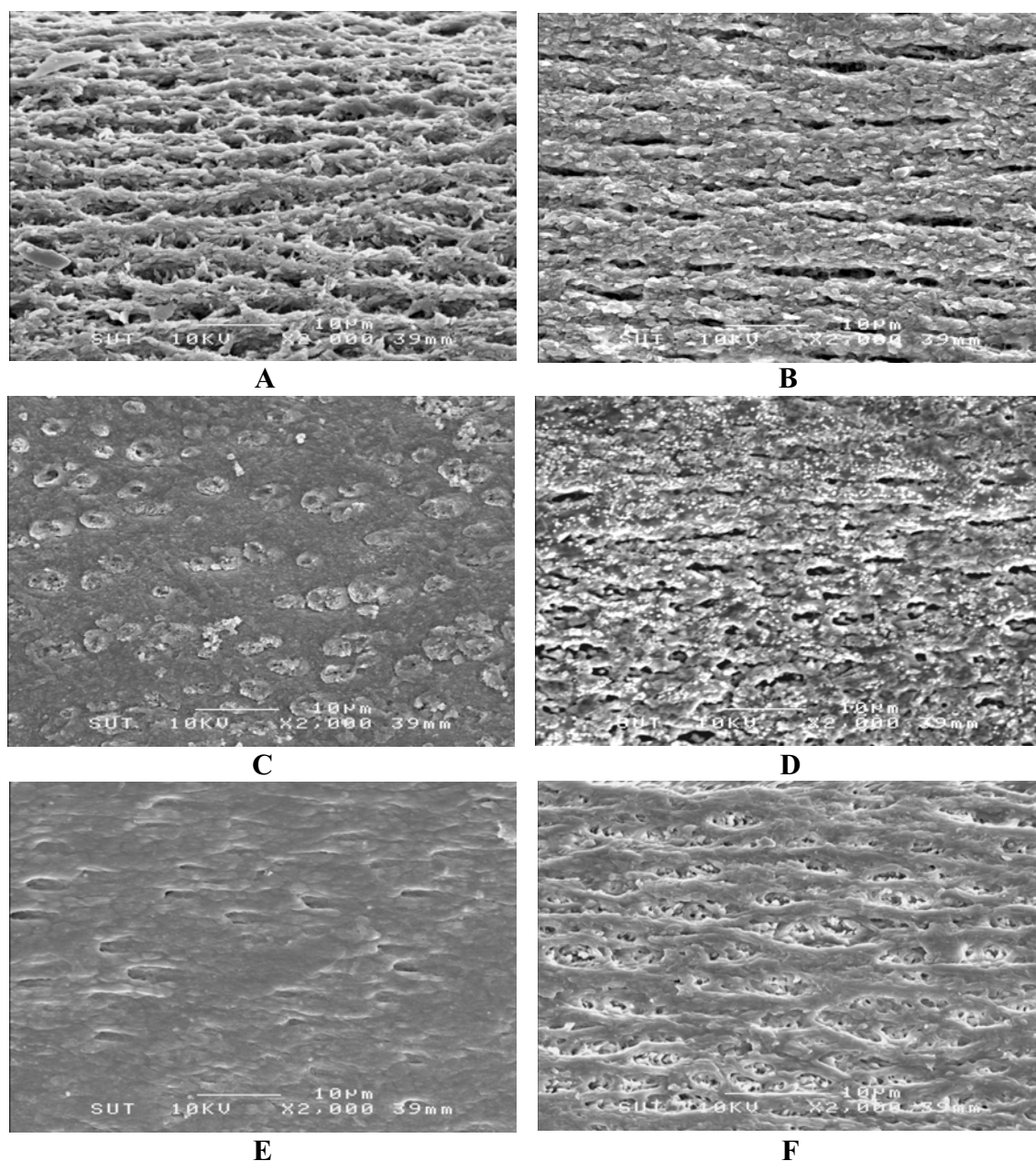
การศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของเกลือ และระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันสูงที่มีต่อลักษณะโครงสร้างภายในของก้างปลาตะเพียน โดยเตรียมสารละลายให้มีช่วงของค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของเกลือให้ใกล้เคียงกับปลาส้ม คือ ค่าความเป็นกรดที่ 4, 5 และ 6 ความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 4, 6 และ 8 น้ำหนักโดยปริมาตร จากนั้นนำไปให้ความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 45, 60 และ 75 นาที เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของก้างปลาในระบบจำลอง โดยทำการศึกษาโครงสร้างภายในของก้างหลักปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning electron microscope; SEM) และก้างฝอยของปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ (Fluorescence microscope; FM) พบว่าก้างฝอยของปลาตะเพียนในทุกสภาวะ มีลักษณะเปราะและแตกหักง่ายจนไม่สามารถนำไปทำแห้งในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างได้ จึงทำการศึกษาก้างหลักซึ่งมีความหนาและแข็งแรงกว่า ซึ่งจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่กำลังขยาย 2000 เท่า พบว่าระยะเวลาการให้ความร้อนและ

ความดันมีผลต่อลักษณะพื้นผิวของก้างปลาตะเพียน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างก้างปลาตะเพียนที่อยู่ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 และเกลือเข้มข้นร้อยละ 8 น้ำหนักโดยปริมาตร และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 75 นาที พบว่าก้างปลาตะเพียนมีลักษณะเป็นรูพรุนร่องลึก มีผิวหน้าขรุขระ มีเกล็ดเปิดขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป แสดงในรูปที่ 7.3A ซึ่งลักษณะดังกล่าวพบได้มากกว่าตัวอย่างก้างปลาตะเพียนที่อยู่ในสารละลายเดียวกันที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาที แสดงในรูปที่ 7.3B โดยความลึกของร่อง และความพรุนของก้างปลาชี้ให้เห็นถึงระดับที่ก้างปลาถูกทำลาย ส่งผลโดยตรงต่อความแข็งแรงของก้างปลา เมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะทางกายภาพพบว่าก้างปลาที่ถูกให้ความร้อน 75 นาที มีความอ่อนตัวและแตกหักง่ายกว่าที่ 45 นาทีมาก แสดงว่าการสูญเสียแคลเซียมออกจากก้างปลาแปรผันตามระยะเวลาในการให้ความร้อนและความดันสูง ส่วนการศึกษาผลของเกลือที่มีต่อก้างปลาที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างก้างปลาที่อยู่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 4 และ 8 น้ำหนักโดยปริมาตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 6 ที่ผ่านการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาทีเท่ากัน พบว่าความเข้มข้นของเกลือที่สูงขึ้นส่งผลให้การถูกทำลายของก้างปลาลดลง แสดงในรูปที่ 7.3C จากภาพพื้นผิวของก้างปลา มีรอยขรุขระเป็นจุด ๆ และพบรูเล็ก ๆ กระจายทั่วชิ้นก้างปลา แต่ไม่พบลักษณะความเป็นรูพรุนร่องลึกและมีเกล็ดเปิดขนาดเล็กเหมือนกับในรูปที่ 7.3B ที่มีความเข้มข้นของเกลือน้อยกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ DePaola et al. (1999) ที่ทำการศึกษาค้นคว้าของเกลือที่มีต่อแคลเซียมในฟัน พบว่าเกลือมีผลในการยับยั้งการดึงแคลเซียมออกจากฟันส่งผลให้ฟันยังคงมีความแข็งแรงอยู่ ในขณะที่การศึกษาค้นคว้าของค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าก้างปลาที่อยู่ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงถูกทำลายน้อยกว่าก้างที่อยู่ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ แสดงในรูปที่ 7.3C ซึ่งก้างปลาอยู่ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 และเมื่อเปรียบกับรูปที่ 7.3D ที่ก้างปลาอยู่ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 4 พบว่าก้างปลามีลักษณะความเสียหายโดยสังเกตจากลักษณะความเป็นรูและร่องลึก ผิวหน้าขรุขระมากกว่า ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับรายงานทางทันตกรรมว่าหากสภาวะในปากของคนมีค่าความเป็นกรดลดลงต่ำกว่า 5.5 จะส่งผลให้แคลเซียมที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารเคลือบฟันและเนื้อฟันหลุดออกมาได้ ทั้งนี้เนื่องจากกรดจะเพิ่มไอออนบวกเข้าไปในระบบ และเกิดการปลดปล่อยแคลเซียมในเคลือบฟัน เพื่อรักษาสมดุลของช่องปากทำให้ฟันสูญเสียแคลเซียมที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแข็งของฟันส่งผลให้ฟันเกิดการผุกร่อนไปในที่สุด DePaola et al., 1999 และ Touger-Decker, 2000) และจากการศึกษาของ Hannig et al. (2005) พบว่าการปลดปล่อยแคลเซียมในเคลือบฟันจำลองแปรผันแบบผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่าง และแปรผันโดยตรงกับระยะเวลาที่เคลือบฟันสัมผัสกับสารละลายกรด

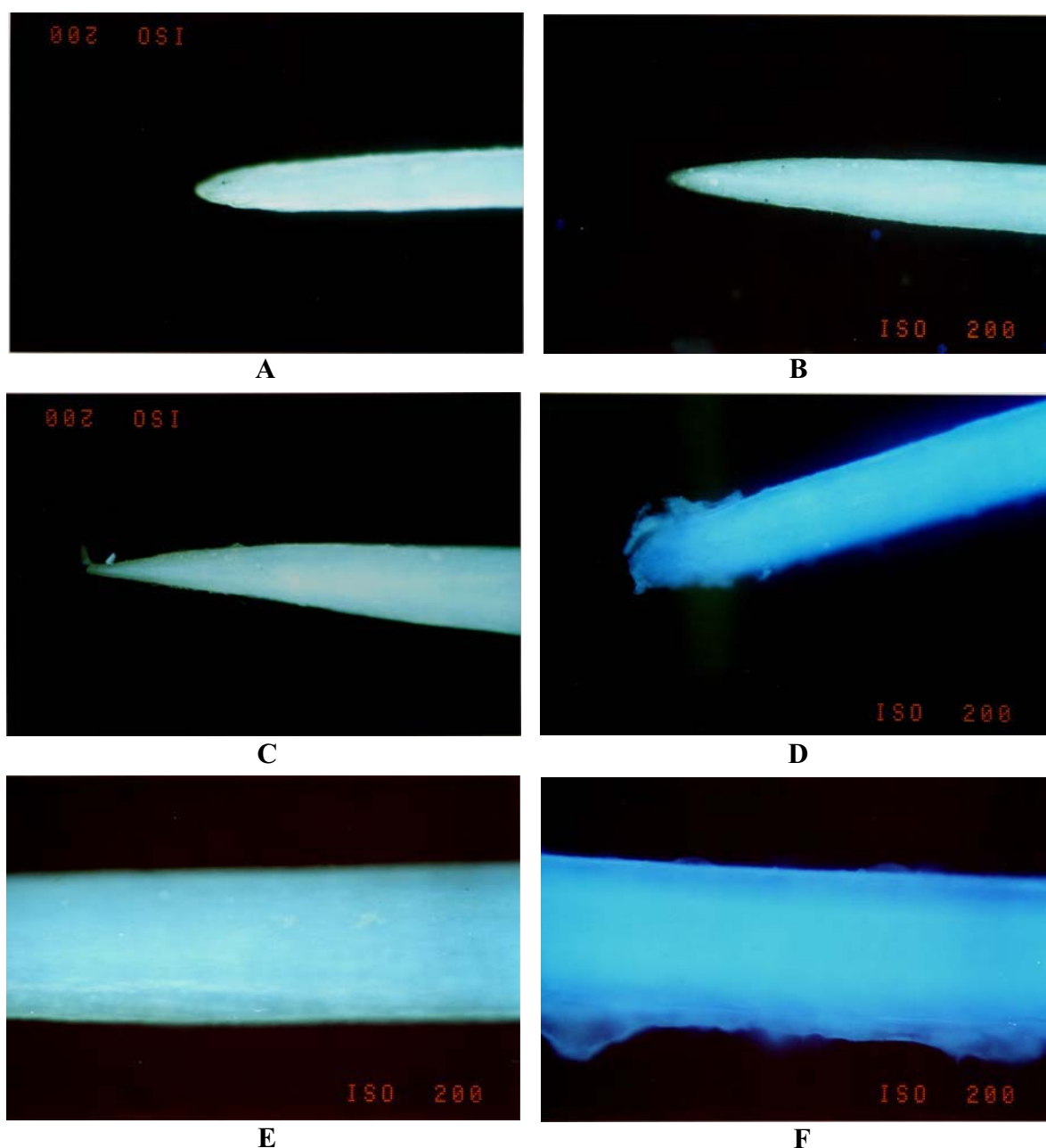
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของก้างปลาในตัวอย่างควบคุม ซึ่งใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายผสมระหว่างเกลือ และกรดเล็กน้อยระหว่างก้างปลาที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

นาน 45 นาที และ 75 นาที พบว่าที่เวลา 45 นาที ก้างปลาเกิดร่องลึกและรอยขรุขระเพียงเล็กน้อยต่างจากที่เวลา 75 นาที ที่เกิดความเสียหายขึ้นอย่างชัดเจน (รูปที่ 7.3E และ 7.3F) ถึงอย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบกัน โดยให้ระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันเท่ากันในสภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกับในน้ำกลั่น พบว่าก้างปลาที่อยู่ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำเกิดความเสียหายมากกว่าการใช้น้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (รูปที่ 7.3A และ 7.3F) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งระยะเวลาและค่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อความแข็งแรงของก้างปลาตะเพียนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

เมื่อทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์ ที่กำลังขยาย 10X พบว่าปลายก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 กลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตร และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 75 นาที มีลักษณะขุ่นทึบการเรืองแสงไม่ชัดเจน แสดงในรูปที่ 7.4A เช่นเดียวกับปลายก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 กลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตร ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที และปลายก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 กลือร้อยละ 8 น้ำหนักโดยปริมาตร ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที (รูปที่ 7.4B และ 7.4C)



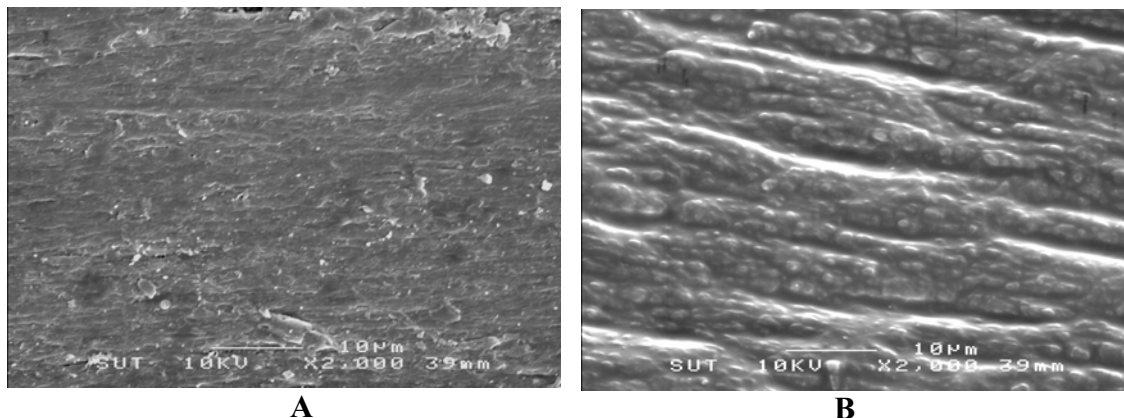
รูปที่ 7.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภายในของก้างปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด; A: ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตร และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 75 นาที, B: ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตร และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที, C: ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 8 น้ำหนักโดยปริมาตร และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที, D: ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4 เกลือร้อยละ 8 น้ำหนักโดยปริมาตร และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที, E: ในน้ำกลั่นและผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงนาน 45 นาที และ F: ในน้ำกลั่น และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 75 นาที



รูปที่ 7.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะ โครงสร้างภายในของก้างฝอยปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนซ์; A: ปลาขี้ก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตรและผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 75 นาที, B: ปลาขี้ก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตรและผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที, C: ปลาขี้ก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 8 น้ำหนักโดยปริมาตร และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที, D: ปลาขี้ก้างฝอยของปลาสามทอด, E: ส่วนกลางก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตรและผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 75 นาที และ F: ส่วนกลางก้างฝอยของปลาสามทอด

ข. การเปลี่ยนแปลงก้างฝอยในผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

เมื่อนำก้างปลาสดมาทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าที่ผิวหน้าก้างปลาสดมีลักษณะค่อนข้างเรียบ ไม่มีลักษณะเป็นรูพรุนแต่อย่างใด แสดงในรูปที่ 7.5A ในขณะที่ปลาสดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที เริ่มมีผิวหน้าที่ขรุขระและมีลักษณะปรากฏเป็นรูโพรง แสดงในรูปที่ 7.5B ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะทางกายภาพของปลาสดยังคงมีโครงสร้างแข็งแรงและอาจก่ออันตรายต่อผู้บริโภคได้ ส่วนก้างปลาสดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงทั้งที่ 45, 60 และ 75 นาที มีความอ่อนนุ่มลงมากจนไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อีกทั้งไม่พบก้างฝอยแทรกอยู่ในตัวอย่างดังกล่าวอีกด้วย อย่างไรก็ตามเหตุที่ก้างปลาสดมีลักษณะโครงสร้างภายในแตกต่างจากก้างปลาตะเพียนที่ได้จากการจำลองสภาวะนั้นอาจเนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง ก้างปลาที่อยู่ในสารละลายมีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน โดยมีของเหลวเป็นตัวพาจึงทำให้ก้างปลาเกิดความเสียหายมาก ในขณะที่ก้างปลาสดได้รับความร้อนแบบการนำความร้อน โดยผ่านจากเนื้อปลาซึ่งถือว่าเป็นของแข็งสู่ก้างปลา ซึ่งมีการส่งผ่านความร้อนที่ช้าและยากกว่าก้างปลาจึงเกิดความเสียหายไม่รุนแรงเท่ากับก้างปลาที่อยู่ในสารละลายระบบจำลอง สาเหตุอีกประการหนึ่ง คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์สามารถละลายในสารละลายหรือน้ำได้ดีกว่าในเนื้อปลาที่เป็นของแข็งและมีปริมาณน้ำน้อยกว่ามาก และเมื่อทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนส์ที่กำลังขยาย 10X พบว่าส่วนปลายก้างฝอยของปลาสดที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงกลับมีการเรืองแสงสีฟ้าอย่างชัดเจน แสดงในรูปที่ 7.4D แต่อย่างก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถทำการศึกษาดังกล่าวกับก้างปลาสดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงได้ เนื่องจากก้างฝอยของปลาสดถูกทำลายจนอ่อนนุ่มจนขาดออกจากกันและก้างฝอยบางชิ้นเกิดเป็นเจลใสที่ยึดได้ ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถแยกก้างฝอยออกจากเนื้อปลาได้ อีกทั้งในการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนส์มีข้อจำกัดในเรื่องความหนาของตัวอย่างทำให้ไม่สามารถศึกษาก้างหลักของปลาสดแทนได้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส่วนปลาย และกลางของก้างฝอยในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 เกลือร้อยละ 4 น้ำหนักโดยปริมาตรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 75 นาที พบว่าความเข้มและลักษณะของการเรืองแสงไม่มีความแตกต่างกัน แสดงในรูปที่ 7.4A และ 7.4E และไม่พบความแตกต่างของความเข้มและการเรืองแสงระหว่างปลายก้าง และส่วนกลางก้างฝอยปลาสดเช่นกัน แสดงในรูปที่ 7.4D และ 7.4F เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของก้างฝอยในปลาสดร่วมกับการศึกษาดังกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนส์ พบว่าก้างปลาที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงซึ่งมีความแข็งแรงจะเรืองแสงฟลูออเรสเซนส์ที่ชัดเจนต่างกับก้างที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงจนกระทั่งก้างอ่อนนุ่มที่มีความสามารถในการเรืองแสงฟลูออเรสเซนส์ที่ไม่ชัดเจน และเกิดความขุ่นทึบ



รูปที่ 7.5 การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภายในของก้างปลาตะเพียนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด; A: ก้างปลาต้มทอด และ B: ก้างปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที

2) การศึกษาวิเคราะห์คุณภาพปลาต้มที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

การศึกษาคูณภาพปลาต้มที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงทั้งทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสให้ผลดังต่อไปนี้

2.1) ลักษณะทางกายภาพของปลาต้ม

ก. ลักษณะปลาต้มดิบ

เมื่อทำการหมักปลาต้มที่เตรียมจากปลาตะเพียน เกลือ กระเทียม และข้าวเจ้าที่ผ่านการล้างน้ำ ร้อยละ 73.00, 5.10, 7.30 และ 14.60 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน (เนื่องจากช่วงระยะเวลาที่ทำการหมักเป็นฤดูหนาวจึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาหมักนานกว่าปกติ) พบว่าปลาต้มที่ได้ยังคงรูปร่างของปลาทั้งตัวที่มีความแน่นเนื้อดี ครีบยังคงคล้ายปลาสดไม่เปื่อยยุ่ย ข้าวเจ้าที่ยัดในท้องปลายังคงมีลักษณะเป็นเม็ดข้าวแต่ชุ่มฉ่ำน้ำ แต่ผิวหนังนอกเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย และพบว่ากระเทียมมีสีซีดจางกว่ากระเทียมสดเล็กน้อย ดังรูปที่ 7.6A น้ำที่ได้จากการหมักมีลักษณะขุ่นสีขาวอมชมพู นอกจากนี้ปลาต้มหลังผ่านการหมักมีกลิ่นกระเทียม และกลิ่นเปรี้ยวอย่างชัดเจน

ข. ลักษณะปลาต้มทอด

เมื่อตัดปลาต้มแต่ละตัวออกเป็น 3 ชิ้น แล้วนำไปทอดเป็นเวลา 20 นาที ปลาต้มทอดที่ได้มีสีเหลืองอมน้ำตาล และคงรูปชิ้นปลา คลิปปลาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน และแห้งแข็ง เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาก่อนทอด พบว่าเนื้อปลามีความชื้นลดลงและสังเกตเห็นความเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อชัดเจนขึ้น ส่วนข้าวสุกและกระเทียมเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนมีสีเหลืองเข้มจนถึงน้ำตาลอ่อน และในขณะทอดมีกระเทียมและข้าวสุกหลุดออกจากท้องปลาเล็กน้อย แสดงในรูปที่ 7.6B

ค. ปลาสัมผัสทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

เมื่อนำปลาสัมผัสทอดไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45, 60 และ 75 นาที จากนั้นทำการเปิดฝากระป๋องเพื่อสังเกตลักษณะปรากฏพบว่า มีหยดน้ำเกาะบริเวณฝากระป๋องเล็กน้อย และพบส่วนของของเหลวที่เป็นน้ำ และน้ำมันอยู่ภายในกระป๋องเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ปลาสัมผัสทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงยังคงลักษณะเป็นชิ้น เช่นเดียวกับปลาสัมผัสทอดก่อนผ่านกระบวนการดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบอีกว่า เมื่อใช้ความร้อนและความดันสูงที่ระยะเวลาสั้นขึ้นทำให้ปลา กระเทียม และข้าวเจ้าที่ยัดภายในท้องปลา มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น แสดงในรูปที่ 7.6C, 7.6D และ 7.6E อีกทั้งเนื้อปลามีลักษณะแห้งแข็งมากขึ้น เมื่อใช้ระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันสูงนานขึ้นด้วย

2.2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ก. คุณภาพทางเคมีของปลาสัมผัส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลาสัมผัส ซึ่งทำจากปลาตะเพียนที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 และ 7 วัน ในน้ำหมักฐานเปียก (ปลาสัมผัส) พบว่าปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณเกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กตึกมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณความชื้น และความเป็นกรด-ด่างของปลาสัมผัสมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น โดยปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วัน จะมีค่าปริมาณความชื้นร้อยละ 75.29 โดยน้ำหนัก และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 7 วัน มีค่าปริมาณความชื้นร้อยละ 69.37 โดยน้ำหนัก สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วัน มีค่า 6.38 และค่าความกรด-ด่างของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 7 วัน มีค่าลดลงเป็น 4.86 ในขณะที่ปริมาณไขมัน ปริมาณเกลือ และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กตึกมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักมากขึ้น โดยปริมาณไขมันของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วัน มีค่าร้อยละ 4.96 โดยน้ำหนัก และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 7 วัน มีค่าร้อยละ 4.50 โดยน้ำหนัก ปริมาณเกลือของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วัน มีค่าร้อยละ 3.16 โดยน้ำหนัก และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 7 วัน มีค่าร้อยละ 4.67 โดยน้ำหนัก และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กตึกของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วัน มีค่าร้อยละ 0.32 โดยน้ำหนัก และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 7 วัน มีค่าร้อยละ 1.28 โดยน้ำหนัก ส่วนค่าปริมาณของโปรตีนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปลาสัมผัสมีค่า 16.32 และ 16.71 สำหรับปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 และ 7 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 7.1)



A



B



C



D



E

รูปที่ 7.6 ลักษณะปรากฏของปลาต้ม; A: ปลาต้มดิบ, B: ปลาต้มทอด, C: ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 45 นาที, D: ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 60 นาที และ E: ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงนาน 75 นาที

แต่เมื่อทำการพิจารณาคุณภาพทางเคมีของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 และ 7 วัน พบว่าปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเกลือ และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกฐานแห้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนจะมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาณไขมันของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วันจะมีค่าร้อยละ 13.35 โดยน้ำหนัก และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 7 วันจะมีค่าร้อยละ 12.56 โดยน้ำหนัก ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปลาสัมผัสมีค่า 66.06 และ 54.56 สำหรับปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 และ 7 วัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณเกลือและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณเกลือคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปลาสัมผัสจะมีค่า 12.80 และ 15.26 สำหรับปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 และ 7 วัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วัน จะมีค่าร้อยละ 0.55 โดยน้ำหนัก และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 7 วันมีค่าร้อยละ 2.33 โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 7.1)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของคุณภาพทางเคมีของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 และ 7 วัน ทั้งปริมาณความชื้น ปริมาณเกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกในน้ำหนักฐานเปียกและฐานแห้ง ให้ค่าการทดลองที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ปริมาณความชื้นและความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณเกลือและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากส่วนผสมของปลาสัมผัสประกอบด้วยเกลือ กระเทียม และข้าวสุกเป็นส่วนประกอบหลัก ดังนั้นเมื่อใส่เกลือลงไป ในเนื้อปลาจะทำให้เกิดการแพร่ของเกลือที่มีความเข้มข้นสูงจากภายนอกเข้าสู่ภายในเนื้อปลาที่มีความเข้มข้นของเกลือต่ำกว่า นอกจากนี้เกลือจะแพร่เข้าไปในเนื้อปลามากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น เพื่อให้เกิดความสมดุลของการแพร่ของความเข้มข้นของเกลือทั้งภายนอกและภายในเนื้อปลาให้เท่ากัน ซึ่งเกลือที่แพร่เข้าไปยังเนื้อปลาจะมีผลทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และเกิดการจับตัวกันเป็นก้อน ทำให้ปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการหมักมีลักษณะเนื้อที่แน่นไม่ยุ่ยละ ส่วนปริมาณน้ำในเนื้อปลามีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากน้ำภายในเนื้อปลาแพร่ออกสู่ภายนอกเพื่อเข้าสู่สมดุลของปริมาณน้ำทั้งภายนอกและภายในให้เท่ากัน นอกจากนี้ยังเกิดจากเกลือเข้าไปจับกับน้ำภายในเนื้อปลาทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลง เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมันและ ปริมาณโปรตีนในน้ำหนักฐานเปียกและฐานแห้ง พบว่าให้ค่าการวิเคราะห์ไม่เป็นไปในทางเดียวกัน โดยการวิเคราะห์ในน้ำหนักฐานเปียกจะให้ค่าปริมาณไขมัน และปริมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อพิจารณาในน้ำหนักฐานแห้งปริมาณไขมัน และปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากระหว่างกระบวนการหมักปลาสัมผัส เนื้อปลาเกิดการสูญเสียความชื้นรวมทั้งโปรตีนและไขมัน บางส่วนที่สามารถละลายในน้ำก็จะถูกขับออกมาพร้อมกับน้ำที่ออกมาจากเนื้อปลาด้วย ทำให้ค่าการวิเคราะห์น้ำหนักฐานแห้งลดลง และจากคุณสมบัติความสามารถในการละลายของโปรตีนกลั่นเนื้อในสารละลาย น้ำเกลือเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้โปรตีนกลั่นเนื้อปลางานบางส่วนละลายออกมาพร้อมกับน้ำเกลือที่ถูกขับ

ออกภายนอกระหว่างการหมัก รวมทั้งไขมันบางส่วนที่จับอยู่กับโปรตีนก็จะถูกขับออกมาพร้อมกันด้วย นอกจากนี้ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกที่เพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้เม็ดไขมันในเนื้อปลาแตกตัว และมีขนาดลดลง ซึ่งจะส่งเสริมให้ไขมันส่วนนี้ถูกขับออกมาพร้อมกับโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำเกลือได้ง่าย ในขณะที่การวิเคราะห์น้ำหนักฐานเปียกปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากสัดส่วนการสูญเสียไขมันมีค่ามาก (ก่อนกระบวนการหมักเนื้อปลามีความชื้นร้อยละ 75.29 โดยน้ำหนัก แต่เมื่อผ่านกระบวนการหมัก 7 วันมีค่าความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 69.37 โดยน้ำหนัก) ทำให้ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงในทางลดลงของค่าการวิเคราะห์ดังกล่าว ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากกิจกรรมการหมักของแบคทีเรียกลุ่มเล็กติก ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มหลักที่ก่อให้เกิดกิจกรรมการหมักเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาซั่ม ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกจะแปรผกผันกัน กล่าวคือ เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจะทำให้ค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกมีค่าเพิ่มมากขึ้น

ข. คุณภาพทางเคมีของปลาซั่มทอดสุกและผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

เมื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลาซั่มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที พบว่าปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกของปลาซั่มทอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณความชื้นมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 42.81-46.13 โดยน้ำหนัก ปริมาณไขมัน (ฐานเปียกและฐานแห้ง) อยู่ในช่วงร้อยละ 12.35-20.39 และ 21.59-38.84 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.72-4.78 ในขณะที่ปริมาณโปรตีน ปริมาณเกลือและปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกในรูปฐานเปียกมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการให้ความร้อน และความดันที่เพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีน (ฐานเปียกและฐานแห้ง) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 22.15-22.46 และ 39.26-41.12 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเกลือ (ฐานเปียกและฐานแห้ง) อยู่ในช่วงร้อยละ 4.96-5.06 และ 8.85-9.22 โดยน้ำหนัก และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติก (ฐานเปียกและฐานแห้ง) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.79-0.82 และ 1.43-1.47 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 7.2)

เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กติกของปลาซั่มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60, และ 75 นาที ทั้ง 4 ตัวอย่างภายในกลุ่ม พบว่าค่าปริมาณความชื้นและปริมาณไขมัน (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ของปลาซั่มทอดทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปลาซั่มทอดมีค่า 46.13, 43.90, 43.41 และ 42.81

สำหรับปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที่ ตามลำดับ และมีค่าปริมาณไขมัน (ฐานเปียก) คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปลาสมุทรเป็น 20.39, 14.44, 13.45 และ 12.35 และปริมาณไขมัน (ฐานแห้ง) คิดเป็นร้อยละ 37.84 25.75 23.76 และ 21.59 โดยน้ำหนัก สำหรับปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที่ ตามลำดับ ส่วนความเป็นกรด-ด่างของปลาสมุทรทั้ง 4 ตัวอย่าง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ สามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่าง ออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดยปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 45 และ 60 นาที่จัดเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที่ จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.78, 4.75, 4.74 และ 4.72 ตามลำดับ โดยทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดประมาณ 0.06 ทั้งนี้ เนื่องจากค่าความแปรปรวนภายในกลุ่มมีค่าต่ำ ทำให้ค่าการวิเคราะห์ทางสถิติแตกต่างกัน แม้ว่าค่าจากการทดลองจะได้ผลตัวเลขใกล้เคียงกัน ส่วนค่าปริมาณโปรตีน (ฐานเปียก) ปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) และค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) สามารถจัดกลุ่มทั้ง 4 ตัวอย่าง ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยจัดแบ่งปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 45, 60 และ 75 นาที่เป็นกลุ่มเดียวกัน โดยปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที่ จะมีค่าปริมาณโปรตีน(ฐานเปียก) คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปลาสมุทรเป็น 22.15, 22.26, 22.32, และ 22.46 ตามลำดับ ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที่ จะมีค่าปริมาณเกลือคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเท่ากับ 4.96, 5.02, 5.03 และ 5.06 ตามลำดับ และมีค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ของปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที่ มีค่าคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปลาสมุทรเท่ากับ 0.79, 0.80, 0.81, และ 0.82 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุด-ต่ำสุดประมาณ 0.03 แม้ว่าค่าตัวเลขจากการทดลองจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำค่าการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติจะจัดกลุ่มให้มีค่าแตกต่างกัน (ตารางที่ 7.2) ทั้งนี้เนื่องจากภายในกลุ่มการทดลองมีความแปรปรวนต่ำ

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและปริมาณไขมัน (ฐานเปียกและฐานแห้ง) ของปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที่ พบว่า ปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันของตัวอย่างปลาสมุทรมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปลาสมุทรที่ผ่านการบรรจุกระป๋องจะถูกนำไปให้ความร้อน และความดันภายในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Retort) ความร้อนขึ้นภายในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Retort) จะส่งผ่านความร้อนเข้าไปในชิ้นตัวอย่างปลาสมุทรที่บรรจุอยู่ภายในกระป๋อง เมื่อชิ้นตัวอย่างปลาสมุทรได้รับความร้อนจะทำให้ไขมันภายในชิ้นตัวอย่างปลาสมุทรระเหยกลายเป็นไอน้ำออกมาสู่บริเวณที่ว่างภายในกระป๋อง เพื่อให้เกิดความสมดุลของปริมาณน้ำภายในชิ้นตัวอย่างปลาสมุทร และปริมาณน้ำบริเวณที่ว่างภายในกระป๋อง นอกจากนี้ ไขมันภายในชิ้นตัวอย่างปลาสมุทรบางส่วนจะถูกขับออกมาจากชิ้นตัวอย่างปลาสมุทรด้วย เมื่อเสร็จ

สิ้นกระบวนการสเตอริไลซ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการทำให้เย็นซึ่งในกระบวนการนี้ จะมีผลให้อุณหภูมิบริเวณช่องว่างภายในกระป๋องเกิดการควบแน่นกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำภายในกระป๋อง ทำให้ชิ้นตัวอย่างปลาสัมผัสต่อน้ำหนักลดลงในขณะที่ปริมาณน้ำและปริมาณน้ำมันในเนื้อปลาสัมผัสลดลงจะมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีด้านอื่น ๆ ภายในเนื้อปลาสัมผัสได้แก่ ปริมาณโปรตีน และปริมาณเกลือ มีค่าเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกที่มีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยจะให้ค่าที่แปรผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่าง กล่าวคือ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียกและฐานแห้ง) มีค่ามากขึ้น จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง ในขณะที่ปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) และปริมาณโปรตีน (ฐานแห้ง) ของปลาสัมที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปลาสัมที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกลือและโปรตีนบางส่วนสามารถละลายน้ำ และไหลปะปนออกมากับน้ำที่ถูกขับออกมาจากชิ้นตัวอย่างปลาสัมผัสขณะให้ความร้อนและความดันสูง

ตารางที่ 7.1 คุณภาพทางเคมีของปลา سالمที่ผ่านกระบวนการหมักที่ 0 วันและ 7 วัน

ระยะหมัก (วัน)	ปริมาณ ความชื้น (%)	ความชื้น กรด-ต่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)		ปริมาณโปรตีน (%)		ปริมาณไขมัน (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
0	75.29 ± 0.35 ^a	6.38 ± 0.02 ^a	0.32±0.01 ^b	0.55 ± 0.04 ^b	3.16 ± 0.02 ^b	12.80 ± 0.07 ^b	16.32 ± 0.15 ^a	66.06 ± 0.61 ^a	4.96±0.05 ^a	13.35 ± 0.05 ^a
7	69.37 ± 0.44 ^b	4.86 ± 0.02 ^b	1.28±0.02 ^a	2.33 ± 0.04 ^a	4.67 ± 0.05 ^a	15.26 ± 0.18 ^a	16.71 ± 0.13 ^a	54.56 ± 0.42 ^b	4.50±0.14 ^b	12.56 ± 0.14 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

ตารางที่ 7.2 คุณภาพทางเคมีของปลา سالمที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 0, 45, 60 และ 75 นาที

ปลา سالمที่ผ่าน กระบวนการให้ความร้อน และความดันสูง	ปริมาณ ความชื้น (%)	ความชื้น กรด-ต่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)		ปริมาณโปรตีน (%)		ปริมาณไขมัน (%)	
			ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
0 นาที	46.13 ± 0.43 ^a	4.78 ± 0.01 ^a	0.79 ± 0.01 ^b	1.47±0.02 ^a	4.96 ± 0.05 ^b	9.22±0.07 ^a	22.15 ± 0.07 ^b	41.12±0.13 ^a	20.39 ± 0.30 ^a	37.84±0.55 ^a
45 นาที	43.90 ± 0.37 ^b	4.75 ± 0.01 ^b	0.80 ± 0.01 ^{ab}	1.43±0.02 ^{ab}	5.02 ± 0.05 ^{ab}	8.94±0.09 ^b	22.26 ± 0.01 ^{ab}	39.68±0.03 ^{ab}	14.44 ± 0.10 ^b	25.75±0.18 ^b
60 นาที	43.41 ± 0.18 ^c	4.74 ± 0.01 ^b	0.81 ± 0.01 ^{ab}	1.43±0.02 ^{ab}	5.03 ± 0.02 ^{ab}	8.89±0.04 ^b	22.32 ± 0.13 ^{ab}	39.44±0.22 ^{ab}	13.45 ± 0.24 ^c	23.76±0.42 ^c
75 นาที	42.81 ± 0.10 ^d	4.72 ± 0.01 ^c	0.82 ± 0.01 ^{ab}	1.43±0.02 ^{ab}	5.06 ± 0.02 ^{ab}	8.85±0.04 ^b	22.46 ± 0.11 ^{ab}	39.26±0.19 ^{ab}	12.35 ± 0.27 ^d	21.59±0.47 ^d

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก

ค. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง

คุณลักษณะของปลาต้มทอดสุกผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลาต่าง ๆ คือ 0, 45, 60 และ 75 นาที ที่ทำการประเมิน คือ สีของหนังและเนื้อปลา ความเรียบร้อยของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อ (texture) ความมีเกล็ด (flakiness) กลิ่นน้ำมันไหม้ (aroma-fried oil) กลิ่นเปรี้ยว (aroma-sour) กลิ่นคาวปลา (aroma-fishy) กลิ่นเค็ม (aroma-salty) กลิ่นกระเทียม (aroma-garlic) ลักษณะเนื้อสัมผัส (firmness, cohesiveness, dryness และ boniness) กลิ่นรสเปรี้ยว เฝื่อน ขม กลิ่นรสอโรยกลมกล่อม กลิ่นรสกระเทียม (flavor-sour, flavor-salty, flavor-bitter, flavor-umami, และ flavor-garlic) และความเลี่ยนมัน รวมถึงความรู้สึกที่ได้หลังการกลืนและความชอบโดยรวมให้ผลการทดสอบดังนี้

1) สีของผิวหนังและเนื้อปลาต้มทอด

สีของผิวหนังส่วนสัน และส่วนท้องของปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลาต่าง ๆ กัน มีคะแนนสีแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าคะแนนสีผิวหนังปลาต้มทอดมีค่ามากขึ้นตามระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันสูงที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 7.6) นั่นคือ ปลาต้มทอดที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีระดับคะแนนต่ำสุดทั้งผิวหนังส่วนสันและส่วนท้อง (5.20 และ 1.86 คะแนน ตามลำดับ) และคะแนนสีจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ปลาต้มทอดได้รับความร้อนและความดันสูงนานขึ้น คือ สีของผิวหนังส่วนสันมีคะแนน 6.27, 7.46 และ 9.08 ซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่ให้สี (Grayed orange 166) ก่อนข้างเข้ม และสีผิวหนังส่วนท้องปลาต้มทอดมีคะแนน 4.09, 5.64 และ 7.14 สำหรับปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 45, 60 และ 75 นาที ตามลำดับ (ตารางที่ 7.3)

สีของเนื้อปลาต้มทอดมีคะแนนสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเนื้อปลาต้มทอดที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงทั้งเนื้อด้านที่ติดหนัง (ให้ช่วงสี Red38) และด้านที่ติดก้างหลัก (ให้ช่วงสี Red36) มีสีซีดที่สุด คือ มีคะแนนสี 2.79 และ 2.93 สำหรับคะแนนด้านติดหนังและด้านติดก้าง ตามลำดับ และปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 75 นาที มีคะแนนความเข้มสีสูงที่สุดทั้งสีของเนื้อด้านติดผิวหนังและด้านติดก้างหลัก คือ 8.85 และ 7.74 ตามลำดับ ส่วนปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 45 และ 60 นาที มีคะแนนสีไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 7.3)

2) ลักษณะปรากฏของเนื้อปลาต้มทอด

ความเรียบร้อยของเนื้อปลามีคุณภาพแตกต่างกันตามระยะเวลาการได้รับความร้อน และความดันสูง โดยปลาต้มทอดที่ยังไม่ผ่านและที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 45 นาที มีลักษณะปรากฏด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลาที่ดี (คะแนน 8.23 และ 7.66

ตามลำดับ) และมีคะแนนความเรียบร็อยของเนื้อปลาสูงกว่าปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 60 และ 75 นาที (6.42 และ 6.10 ตามลำดับ) (ตารางที่ 7.3)

ความแน่นเนื้อของปลาสัมผัสมีคะแนนความแน่นเนื้อค่อนข้างสูงและให้ค่าการทดสอบสอดคล้องกับคะแนนความเรียบร็อยของเนื้อปลา ซึ่งพบว่า ปลาสัมผัสที่ยังไม่ผ่านกระบวนการและที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 45 นาที มีคะแนนความแน่นเนื้อค่อนข้างสูงใกล้เคียงกัน (7.31 และ 6.11 คะแนน ตามลำดับ) และมีค่าสูงกว่าปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 60 และ 75 นาที (คะแนน 5.25 และ 5.60 ตามลำดับ) (ตารางที่ 7.3)

ลักษณะด้านความมีเกล็ดของปลาสัมผัสทั้งที่ไม่ผ่านและที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง ด้วยระยะเวลา 45, 60 และ 75 นาที มีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบลักษณะเกล็ดบนผิวปลาสัมผัสน้อยมาก คือมีคะแนนความมีเกล็ดที่ 0.63-0.75 (ตารางที่ 7.3)

3) คุณลักษณะด้านกลิ่นของปลาสัมผัส

กลิ่นน้ำมันที่โดนความร้อนสูงที่ได้ในปลาสัมผัสมีคะแนนแตกต่างกันทางสถิติ โดยระดับคะแนนของกลิ่นน้ำมันไหม้จะขึ้นกับระยะเวลาการได้รับความร้อน และความดันสูงของปลาสัมผัส คือ ปลาสัมผัสที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีคะแนนกลิ่นน้ำมันไหม้น้อยที่สุด (2.34 คะแนน) และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาที มีคะแนนกลิ่นน้ำมันไหม้ (3.94 คะแนน) มากกว่าปลาสัมผัสที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเล็กน้อย ส่วนปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวเป็นเวลา 60 และ 75 นาทีให้กลิ่นน้ำมันไหม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติและมีคะแนนสูงสุด คือ 5.73 และ 6.13 ตามลำดับ (ตารางที่ 7.3)

คุณลักษณะกลิ่นเปรี้ยวของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลาต่าง ๆ ทั้ง 3 ตัวอย่าง และที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ มีระดับคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่า ลักษณะด้านกลิ่นเปรี้ยวมีระดับคะแนน 3.77-4.27 (ตารางที่ 7.3) ซึ่งเป็นช่วงที่ให้กลิ่นเปรี้ยวค่อนข้างแรง

กลิ่นที่ให้ความรู้สึกเค็มของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง มีระดับคะแนนใกล้เคียงกัน (3.81-4.42) และมีระดับคะแนนกลิ่นที่ให้ความรู้สึกเค็มสูงกว่าปลาสัมผัสที่ไม่ผ่านกระบวนการ (2.91 คะแนน) (ตารางที่ 7.3)

คุณลักษณะด้านกลิ่นคาวปลาของปลาสัมผัสทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบกลิ่นคาวปลา พบว่า ปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงจะมีระดับคะแนนใกล้เคียงกัน (2.88-2.99 คะแนน) และให้กลิ่นคาวปลาดำกว่าปลาสัมผัสที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง (3.95 คะแนน) (ตารางที่ 7.3)

กลืนกระเทียมของปลาสมุทรทั้งที่ผ่าน และไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นระยะเวลานาน (60 และ 75 นาที) จะให้กลืนกระเทียมอ่อนลง (คะแนน 4.05 และ 4.08 ตามลำดับ) และมีกลืนกระเทียมอ่อนกว่าปลาสมุทรที่ผ่านการให้ความร้อนและความดันสูง 45 นาที และที่ไม่ผ่านกระบวนการ โดยปลาสมุทรทั้ง 2 ตัวอย่างดังกล่าวมีคะแนนกลืนกระเทียม 4.61 เท่ากัน (ตารางที่ 7.3)

4) คุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของปลาสมุทร

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อของปลาสมุทรมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาสมุทรที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีคะแนนความแน่นเนื้อสูงสุด (6.54 คะแนน) และสูงกว่าคะแนนความแน่นเนื้อของปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาที (5.57 คะแนน) เล็กน้อย ส่วนปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการเดียวกันนี้เป็นเวลา 60 และ 75 นาที ซึ่งความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน (4.54 และ 4.28 ตามลำดับ) และมีคะแนนต่ำกว่าปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงด้วยระยะเวลาสั้นกว่า (0 และ 45 นาที) (ตารางที่ 7.3)

คุณลักษณะการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาสมุทรทั้งที่ผ่าน และไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีคะแนนคุณภาพไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาสมุทรทั้ง 4 ตัวอย่าง มีคะแนนคุณภาพความแน่นเนื้อช่วง 4.36-6.02 ซึ่งพบว่าเนื้อปลาที่มีความแน่นเนื้อและมีการยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลาค่อนข้างดี ชิ้นปลาสมุทรไม่แตก่วนและไม่ยุ่ยละ (ตารางที่ 7.3)

ความชุ่มฉ่ำน้ำของปลาสมุทรมีความคะแนนคุณภาพลดลง เมื่อระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันสูงแก่ปลาสมุทรมีความเพิ่มขึ้น นั่นคือปลาสมุทรที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง ให้ค่าความชุ่มฉ่ำน้ำสูงสุด คือ 5.42 คะแนน และมีค่าสูงกว่าปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการเป็นเวลา 45 นาที (4.41 คะแนน) เล็กน้อย ในขณะที่ปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลานาน (60 และ 75 นาที) จะมีคะแนนความชุ่มฉ่ำน้ำไม่แตกต่างกัน (3.47 และ 3.12 คะแนน ตามลำดับ) และมีค่าน้อยกว่าปลาสมุทรสองตัวอย่างข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7.3)

คุณลักษณะความมีก้างฝอยของปลาสมุทรที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45, 60 และ 75 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าการทดสอบที่ 2.31, 1.45 และ 1.30 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงค่าการทดสอบที่ให้ลักษณะก้างฝอยนุ่ม ยุ่ยละ และไม่เหลือลักษณะความเป็นก้างที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคขณะเคี้ยวและกลืนผลิตภัณฑ์ปลาสมุทร แสดงให้เห็นว่ากระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงมีผลต่อการลดลงของลักษณะความมีก้างฝอยอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับปลาสมุทรที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงซึ่งมีคะแนนความมีก้างฝอยสูงที่สุด คือ 5.85 (ตารางที่ 7.3)

5) คุณลักษณะด้านกลิ่นรสของปลาสัมทอด

คุณลักษณะกลิ่นรสเปรี้ยวของปลาสัมทอดมีคะแนนคุณภาพแตกต่างกันทางสถิติ โดยปลาสัมทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงจะมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นรสเปรี้ยว (ช่วงคะแนน 4.41-5.47) มากกว่าปลาสัมทอดที่ไม่ผ่านกระบวนการ (3.69 คะแนน) (ตารางที่ 7.3)

กลิ่นรสเค็มของปลาสัมทอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าปลาสัมทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีแนวโน้มให้กลิ่นรสเค็มเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นรูปแบบที่แน่นอน คือ ช่วงคะแนน 6.04-6.45 ซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่ให้กลิ่นรสเค็มค่อนข้างสูง ส่วนปลาสัมทอดที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงจะมีคะแนนกลิ่นรสเค็มต่ำสุด คือ 5.08 (ตารางที่ 7.3)

กลิ่นรสขมและความเลี่ยนมันของปลาสัมทอดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาของกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง โดยพบว่าปลาสัมทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 60 และ 75 นาที มีคะแนนความขมสูงสุด คือ 2.17 และ 2.27 ตามลำดับ และพบว่ามีคะแนนกลิ่นรสเลี่ยนมันที่ 4.33 และ 4.91 ตามลำดับ ส่วนปลาสัมทอดที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงให้กลิ่นรสขมน้อยที่สุด คือ 0.91 คะแนน ในขณะที่ปลาสัมทอดที่ผ่านกระบวนการเดียวกันนี้เป็นเวลา 45 นาที มีคะแนนกลิ่นรสขมค่อนข้างน้อย (1.62 คะแนน) และมีค่าใกล้เคียงกับปลาสัมทอดที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง และยังพบว่าปลาสัมทอดทั้งสองตัวอย่างหลังนี้มีคะแนนความเลี่ยนมันไม่แตกต่างกัน (3.63-3.65 คะแนน) และมีช่วงค่าคะแนนความเลี่ยนมันน้อยกว่าปลาสัมทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยเวลา 60 และ 75 นาที (ตารางที่ 7.3)

กลิ่นรสอโรยกลมกล่อมและกลิ่นรสกระเทียมของปลาสัมทอดทั้ง 4 ตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยคุณลักษณะกลิ่นรสอโรยของปลาสัมทอดมีคะแนนคุณภาพ 2.79-3.58 และคุณลักษณะกลิ่นรสกระเทียมมีคะแนนที่ระดับ 3.61-4.52 (ตารางที่ 7.3)

6) คุณลักษณะด้านความรู้สึกที่ได้ภายหลังการกลืน

ความรู้สึกที่ได้ภายหลังการกลืนด้านความเลี่ยนมันของปลาสัมทอดที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีคะแนนคุณภาพแตกต่างกันทางสถิติ และให้ผลการทดสอบสอดคล้องกับคะแนนคุณลักษณะกลิ่นรสเลี่ยนมัน โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันสูงเพิ่มขึ้น คะแนนความเลี่ยนมันภายหลังการกลืนของปลาสัมทอดมีค่าเพิ่มขึ้นตาม จากตารางที่ 7.3 จะเห็นได้ว่า ปลาสัมทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 75 นาที มีคะแนนความเลี่ยนมันภายหลังการกลืนสูงที่สุด (4.60 คะแนน) ในขณะที่ปลาสัมทอดที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงให้ค่าการทดสอบด้านความเลี่ยนมันภายหลังการกลืนต่ำสุด (3.39 คะแนน)

กลิ่นคาวปลาที่ได้ภายหลังการกลืนของปลาสัมทอดให้ค่าการทดสอบแตกต่างกันทางสถิติโดยปลาที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีคะแนนกลิ่นคาวปลาภายหลังการกลืนสูงที่สุด คือ

5.11 ในขณะที่ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45, 60 และ 75 นาที จะให้ลักษณะกลิ่นกายปลาภายหลังการกลั่นลดลง คือ มีคะแนน 3.84, 4.13 และ 4.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 7.3)

รสชาติเต็มภายหลังการกลั่นของปลาต้มทอดให้ค่าการทดสอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 4 ตัวอย่างทดลอง และมีคะแนนคุณภาพด้านรสชาติเต็มภายหลังการกลั่นที่ 4.73-5.65 (ตารางที่ 7.3)

การยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 และ 60 นาที และปลาต้มทอดที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงมีค่าคะแนนการยอมรับโดยรวมที่ระดับปานกลาง และไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ มีคะแนน 5.09, 4.59 และ 4.54 ตามลำดับ ส่วนปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 75 นาที พบว่ามีคะแนนการยอมรับโดยรวม (3.18 คะแนน) น้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7.3)

ตารางที่ 7.3 คะแนน QDA ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลาต่าง ๆ

คุณภาพ	ปลาต้มทอดที่ผ่านการให้ความร้อนและความดันสูง (นาที)			
	0	45	60	75
Color - surface สัน	5.20 ± 2.90 ^c	6.27 ± 2.73 ^{bc}	7.46 ± 1.83 ^b	9.08 ± 1.32 ^a
Color - surface ท้อง	1.86 ± 1.41 ^d	4.09 ± 2.16 ^c	5.64 ± 2.24 ^b	7.14 ± 2.19 ^a
Color - เนื้อที่ติดหนัง	2.79 ± 1.62 ^c	6.67 ± 2.45 ^b	7.86 ± 2.58 ^{ab}	8.85 ± 2.30 ^a
Color - เนื้อที่ติดกระดูก	2.93 ± 2.04 ^c	4.69 ± 2.45 ^b	5.78 ± 3.05 ^b	7.74 ± 2.69 ^a
ความเรียบร้อยของเนื้อปลา	8.23 ± 1.41 ^a	7.66 ± 2.10 ^a	6.42 ± 2.56 ^b	6.10 ± 3.00 ^b
Firmness	7.31 ± 1.39 ^a	6.11 ± 2.71 ^{ab}	5.25 ± 2.96 ^b	5.60 ± 3.07 ^b
Flakiness	0.75 ± 0.97 ^a	0.63 ± 0.76 ^a	0.69 ± 0.90 ^a	0.68 ± 1.01 ^a
Aroma -Fried oil	2.34 ± 1.51 ^c	3.94 ± 2.16 ^b	5.73 ± 2.11 ^a	6.13 ± 2.17 ^a
Aroma-Sour	3.77 ± 2.55 ^a	4.27 ± 1.82 ^a	4.13 ± 1.97 ^a	4.27 ± 2.22 ^a
Aroma-Salty	2.91 ± 1.78 ^b	3.97 ± 2.04 ^{ab}	4.42 ± 2.20 ^a	3.81 ± 1.93 ^{ab}
Aroma-Fishy	3.95 ± 2.12 ^a	2.91 ± 1.97 ^a	2.88 ± 2.32 ^a	2.99 ± 2.71 ^a
Aroma-Garlic	4.61 ± 2.16 ^a	4.61 ± 1.53 ^a	4.05 ± 1.75 ^a	4.08 ± 1.85 ^a

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 7.3 คะแนน QDA ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วย (ต่อ) ระยะเวลาต่าง ๆ

คุณภาพ	ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง (นาที)			
	0	45	60	75
Texture-Firmness	6.54 ± 1.36 ^a	5.57 ± 2.61 ^{ab}	4.54 ± 2.60 ^b	4.28 ± 3.46 ^b
Texture-Cohesive	5.71 ± 1.82 ^a	6.02 ± 2.09 ^a	4.90 ± 2.48 ^a	4.36 ± 3.59 ^a
Texture-Dryness	5.42 ± 2.15 ^a	4.41 ± 1.85 ^{ab}	3.47 ± 2.21 ^b	3.12 ± 2.21 ^b
Texture-Boniness	5.85 ± 3.19 ^a	2.31 ± 2.93 ^b	1.45 ± 1.88 ^b	1.30 ± 2.14 ^b
Flavor-Sour	3.69 ± 2.03 ^b	5.04 ± 1.72 ^{ab}	5.47 ± 1.84 ^a	4.41 ± 2.15 ^{ab}
Flavor-Salty	5.08 ± 3.06 ^b	6.10 ± 2.21 ^{ab}	6.45 ± 2.54 ^a	6.04 ± 2.74 ^{ab}
Flavor-Bitter	0.91 ± 1.20 ^b	1.62 ± 1.51 ^{ab}	2.17 ± 1.95 ^a	2.27 ± 1.96 ^a
Flavor-Umami	3.43 ± 2.68 ^a	3.58 ± 2.88 ^a	2.92 ± 2.34 ^a	2.79 ± 2.65 ^a
Flavor-Garlic	4.52 ± 1.83 ^a	4.19 ± 1.99 ^a	3.61 ± 1.58 ^a	3.95 ± 2.31 ^a
Flavor-Oiliness	3.63 ± 2.01 ^b	3.65 ± 1.93 ^b	4.33 ± 1.43 ^{ab}	4.91 ± 1.74 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.39 ± 1.88 ^b	3.64 ± 2.15 ^{ab}	4.17 ± 1.42 ^{ab}	4.60 ± 1.73 ^a
Aftertaste-Fishy	5.11 ± 2.27 ^a	3.84 ± 2.07 ^b	4.13 ± 2.12 ^{ab}	4.52 ± 2.22 ^{ab}
Aftertaste-Salty	4.73 ± 1.47 ^a	5.65 ± 1.82 ^a	5.34 ± 2.09 ^a	5.30 ± 2.41 ^a
Overall Acceptance	4.54 ± 1.87 ^a	5.09 ± 1.82 ^a	4.59 ± 1.94 ^a	3.18 ± 1.71 ^b

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาต้มทอด พบว่าผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงด้วยระยะเวลา 0, 45 และ 60 นาที เหมือนกันและมีคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวเป็นเวลา 75 นาที มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำสุดและน้อยกว่าคะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมที่ผู้ทดสอบชิมมีต่อตัวอย่างปลาต้มทอด 3 ตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงพบว่าปลาต้มทอดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาที มีคะแนนสูงสุดและเมื่อพิจารณาคุณภาพจากตารางที่ 7.3 จะพบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมและคุณภาพด้านอื่น ๆ ที่ผู้ทดสอบชิมมีต่อผลิตภัณฑ์ปลาต้มทอดดังนี้ ลักษณะปรากฏด้านสีของผิวหนัง

และเนื้อปลาสัมผัสที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงจะมีสีเหลืองผสมน้ำตาลอ่อน ไม่คล้ำ ซึ่งเป็นช่วงสีที่ผู้ทดสอบชิมชอบและยอมรับได้ เนื้อปลามีความเรียบร้อยสมบูรณ์ดี มีความแน่นเนื้อสูง เนื้อปลาเกาะกันเป็นชิ้นปลาที่แน่นไม่ร่วนและไม่ยุ่ยและ คุณลักษณะด้านกลิ่น (aroma) มีคะแนนคุณภาพปานกลาง พบกลิ่นน้ำมันไหม้น้อยมาก มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี ไม่พบรสชาติขม แต่พบลักษณะก้างฝอยที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อการบริโภคได้ในช่วงคะแนนระดับสูง ในขณะที่ ปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาที พบลักษณะก้างฝอยน้อยกว่าปลาสัมผัสที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และก้างฝอยที่พบก็มีลักษณะนุ่มสามารถเคี้ยว และกลืนได้ไม่เหลือลักษณะก้างที่อาจเป็นอันตรายต่อการเคี้ยว และการกลืนในเนื้อปลาสัมดังกล่าวรวมทั้งก้างหลักที่อยู่กลางลำตัวปลาสัมผัสยังมีลักษณะอ่อนนุ่มสามารถเคี้ยวได้ง่าย ส่วนคุณภาพด้านอื่น ๆ พบว่ายังคงมีคะแนนคุณภาพที่ดีใกล้เคียงกับปลาสัมผัสที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง นั่นคือ ปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาที ยังคงความสมบูรณ์เรียบร้อยของเนื้อปลาดี มีความแน่นเนื้อสูง เนื้อปลาแน่นเกาะกันเป็นชิ้นปลา ไม่ร่วน ไม่ยุ่ยและ มีสีเข้มขึ้นเพียงเล็กน้อย ให้กลิ่นรสที่ดี นอกจากนี้ ปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 45 นาที ยังให้ลักษณะไม่พึงปรากฏในผลิตภัณฑ์ลดลง คือ นอกจากสามารถลดลักษณะความมีก้างฝอยแล้วยังทำให้กลิ่นรสเลี่ยนมัน และกลิ่นคาวปลาในผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ส่วนปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงเป็นเวลา 60 และ 75 นาที แม้ว่าความเป็นก้างฝอยจะถูกทำลายไปมาก แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้สูญเสียคุณลักษณะที่ดีของปลาสัมผัส และมีคุณลักษณะที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเกิดขึ้น นั่นคือ ปลาสัมผัสมีสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นน้ำมันไหม้ และมีกลิ่นรสขมเกิดขึ้น

จากการศึกษาทดลองนี้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการให้ความร้อน และความดันสูงแก่ปลาสัมผัส ด้วยระยะเวลา 45 นาที สามารถลดความมีก้างฝอยซึ่งเป็นลักษณะด้อยในผลิตภัณฑ์ปลาสัมผัสปลาตะเพียนได้ อีกทั้งยังช่วยลดปัญหากลิ่นคาวปลาและทำให้ปลาสัมผัสมีคุณภาพดีขึ้น ปลอดภัยต่อการบริโภค สะดวกพร้อมรับประทาน และทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนานขึ้น

7.3.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาสัมก้างนุ่มพร้อมรับประทาน โดยใช้กลุ่มเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลาสัม

ปลาสัมดิบ ปลาสัมผัส และปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการสลายก้างที่ได้จากการหมักปลาตะเพียน ด้วยกลุ่มเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก จำนวน 2 เชื้อ (SUT1 และ SUT2) และไม่เติมกลุ่มเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (Control) ซึ่งการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน มีลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 7.7) แต่เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติกทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง และปริมาณ

เกลือทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้งของปลาสามที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน (ปลาสามดิบ) ปลาสามผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยน้ำมัน (ปลาสามทอด) และปลาสามผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง (ปลาสามกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน)

คุณภาพทางเคมีของปลาสามไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน และความดันสูง (ปลาสามดิบ) ด้านค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละชุดการหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 4.86-5.39 ซึ่งปลาสามดิบ Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด รองลงมา คือ ปลาสามดิบ SUT1 และ SUT2 มีค่าความเป็นกรดต่ำสุด สำหรับปริมาณความชื้น พบว่าแต่ละชุดการหมักไม่แตกต่างกันอย่างทางสถิติ (ระหว่างร้อยละ 73.03-72.70 โดยน้ำหนัก) (ตารางที่ 7.4)

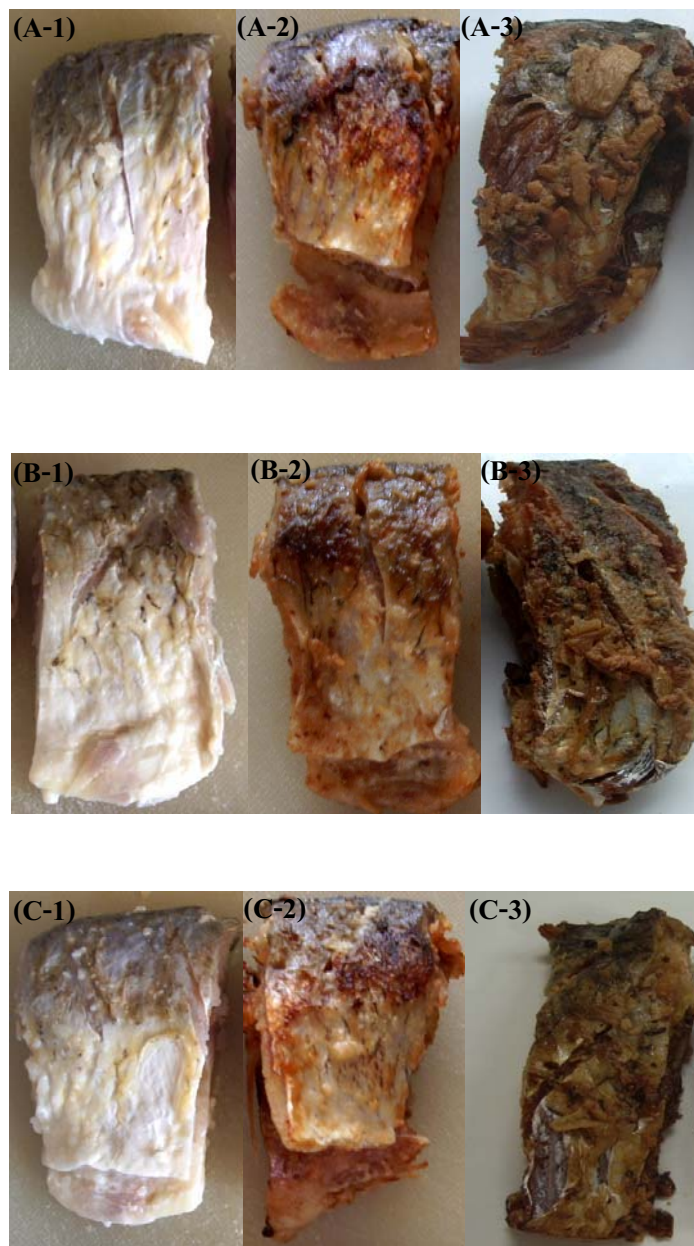
พิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง พบว่าแต่ละชุดการหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาสามดิบ SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้งสูงสุด คือ ร้อยละ 0.92 และ 3.38 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาสามดิบ SUT1 (0.87 และ 3.14 ตามลำดับ) และปลาสามดิบ Control (0.46 และ 1.72 ตามลำดับ) มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้งต่ำสุด ส่วนปริมาณเกลือในรูปฐานเปียก พบว่าแต่ละชุดการหมักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 3.54-3.59 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือในรูปฐานแห้ง พบว่าแต่ละชุดการหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาสามดิบ Control มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 13.30 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาสามดิบ SUT2 (13.01) และปลาสามดิบ SUT1 (12.79) มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุด (ตารางที่ 7.4)

ตารางที่ 7.4 คุณภาพทางเคมีของปลาสามสำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

กระบวนการ	ชุดหมัก	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณชื้น (%)	ปริมาณกรดทั้งหมด* (%)		ปริมาณเกลือ (%)	
				ฐานเปียก	ฐานแห้ง	ฐานเปียก	ฐานแห้ง
ปลาสามดิบ	Control	5.39±0.01 ^a	73.03±0.27 ^a	0.46±0.01 ^c	1.72±0.03 ^c	3.59±0.02 ^a	13.30±0.07 ^a
	SUT 1	4.97±0.01 ^b	72.78±0.13 ^a	0.87±0.01 ^b	3.14±0.03 ^b	3.54±0.03 ^a	12.79±0.12 ^c
	SUT 2	4.86±0.01 ^c	72.70±0.15 ^a	0.92±0.01 ^a	3.38±0.03 ^a	3.55±0.02 ^a	13.01±0.06 ^b
ปลาสามทอด	Control	5.30±0.01 ^a	45.85±0.15 ^a	0.63±0.01 ^c	1.16±0.01 ^c	6.31±0.04 ^a	11.64±0.07 ^a
	SUT 1	4.86±0.01 ^b	45.05±0.29 ^b	1.06±0.01 ^b	1.95±0.02 ^b	6.22±0.04 ^b	11.39±0.07 ^b
	SUT 2	4.81±0.01 ^c	44.97±0.20 ^b	1.25±0.02 ^a	2.27±0.03 ^a	6.24±0.04 ^{ab}	11.34±0.06 ^b
ปลาสามกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน	Control	5.24±0.01 ^a	43.19±0.13 ^a	0.69±0.01 ^c	1.21±0.02 ^c	6.69±0.05 ^a	11.77±0.09 ^a
	SUT 1	4.80±0.01 ^b	42.95±0.29 ^a	1.17±0.00 ^b	2.05±0.00 ^b	6.56±0.08 ^a	11.50±0.14 ^b
	SUT 2	4.75±0.00 ^c	42.11±0.37 ^b	1.33±0.01 ^a	2.29±0.01 ^a	6.66±0.07 ^a	11.51±0.12 ^b

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งของแต่ละกระบวนการ แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย



รูปที่ 7.7 ปลาต้มดิบ ปลาต้มทอดและปลาต้มก้างนึ่งสำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค: A-1, B-1 และ C-1 คือ ปลาต้มดิบ Control, SUT1 และ SUT2 ตามลำดับ; A-2, B-2 และ C-2 คือ ปลาต้มทอด Control, SUT1 และ SUT2 ตามลำดับ; A-3, B-3 และ C-3 คือ ปลาต้มก้างนึ่งพร้อมรับประทาน Control, SUT1 และ SUT2 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปลาผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยน้ำมัน (ปลาต้มทอด) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าปลาต้มดิบ โดยปลาต้มทอดมีค่าระหว่างร้อยละ 5.30-4.81 โดยน้ำหนัก ปลาต้มทอด Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด รองลงมา คือ ปลาต้มดิบ SUT1 และปลาต้มดิบ SUT2 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด สำหรับปริมาณความชื้น พบว่าปลาต้มทอด Control มีปริมาณความชื้นสูงสุดร้อยละ 45.85 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาต้มทอดที่มีปริมาณความชื้นต่ำ คือ ปลาต้มทอด SUT1 และ SUT2 ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 45.05 และ 44.97 โดยน้ำหนัก พิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง พบว่าแต่ละชุดการหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาต้มดิบ SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้งสูงสุด คือ ร้อยละ 1.25 และ 2.27 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาต้มดิบ SUT1 (1.06 และ 1.95 ตามลำดับ) และปลาต้มดิบ Control (0.63 และ 1.16 ตามลำดับ) มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้งต่ำสุด สำหรับปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) พบว่าปลาต้มทอด Control มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) สูงสุดร้อยละ 6.31 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาต้มทอด SUT1 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ต่ำสุดร้อยละ 6.22 โดยน้ำหนัก สำหรับปลาต้มทอด SUT2 มีปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ร้อยละ 6.24 โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาต้มทอด Control และ SUT1 พิจารณาปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) พบว่าปลาต้มทอด Control มีปริมาณเกลือสูงสุดร้อยละ 11.64 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาต้มทอด SUT1 และ SUT2 จัดว่ามีปริมาณเกลือต่ำสุดร้อยละ 11.39 และ 11.34 โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 7.4)

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพองค์ประกอบทางเคมีของปลาผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง (ปลาต้มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน) พบว่าแต่ละชุดการหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาต้มสำเร็จรูป Control มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดร้อยละ 5.24 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ปลาต้มสำเร็จรูป SUT1 (4.80) และ ปลาต้มสำเร็จรูป SUT2 (4.75) มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้ง พบว่าปลาต้มดิบ SUT2 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้งสูงสุด คือ ร้อยละ 1.33 และ 2.29 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ รองลงมา คือ ปลาต้มดิบ SUT1 (1.17 และ 2.05 ตามลำดับ) และปลาต้มดิบ Control (0.69 และ 1.21 ตามลำดับ) มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งในรูปฐานเปียกและฐานแห้งต่ำสุด ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ของปลาต้มสำเร็จรูปมีค่าระหว่างร้อยละ 6.56-6.69 โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปลาต้มสำเร็จรูป Control ปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) สูงสุดร้อยละ 11.77 โดยน้ำหนัก ส่วนปลาต้มสำเร็จรูป SUT1 และ SUT2 มีปริมาณเกลือ (ฐานแห้ง) ต่ำสุดร้อยละ 11.50 และ 11.51 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 7.4)

จากข้อมูลทางคุณภาพทางเคมีของปลาต้มดิบ พบว่าปลาต้มที่หมักด้วยเกลือสูตร SUT1 และ SUT2 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อย และปริมาณเกลืออยู่ในช่วงดัชนีคุณภาพของปลาต้มที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 4.46-4.85

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก (ฐานเปียก) ระหว่างร้อยละ 0.82-1.44 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณเกลือ (ฐานเปียก) ไม่เกินร้อยละ 4.00 โดยน้ำหนัก) ซึ่งการหมักปลาด้วยกล้าเชื้อมีข้อดี คือ ใช้ระยะเวลาในการหมักลดลงจาก 3-5 วัน เหลือเพียง 2 วันเท่านั้น

2) การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสามก้านัมพร้อมรับประทาน ซึ่งหมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก จำนวน 2 สูตร (SUT1 และ SUT2) และปลาสามก้านัมไม่หมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (Control) ทำการทดสอบประสาทสัมผัสด้านการยอมรับ (Affective tests) ของผู้บริโภค ซึ่งลักษณะของผู้ทดสอบ คือ ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ปลาสามก้านัมทั่วไป (ไม่ได้รับการฝึกฝนมาก่อน) จำนวน 50 คน ให้คะแนนตามความชอบจากไม่ชอบถึงชอบมาก (1-7 คะแนน) โดยประเมินคุณภาพด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นกระเทียม ความแน่นเนื้อ ความเป็นก้านัม รสเปรี้ยว รสเค็ม และความพอใจโดยรวม เสิร์ฟพร้อมกับข้าวเหนียวหนึ่ง พริกทอด หอมแดงซอยทอด และใบมะกรูดทอด (รูปที่ 7.8) ให้เหมือนกับการบริโภคปลาสามก้านัมทอดโดยทั่วไป จากผลการวิเคราะห์พบว่าปลาหมัก Control, SUT1 และ SUT2 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นกระเทียม ความแน่นเนื้อ ความเป็นก้านัม และรสเค็มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏระหว่าง 5.12-5.40 ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นกระเทียมมีค่าระหว่าง 4.88-4.92 ในขณะที่คะแนนความชอบด้านความแน่นเนื้อระหว่าง 4.66-5.12 สำหรับคะแนนความชอบด้านความเป็นก้านัมระหว่าง 4.88-5.62 และคะแนนความชอบรสเค็มระหว่าง 4.40-4.52 เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านกลิ่นเปรี้ยว พบว่าปลาหมักที่มีคะแนนความชอบสูงสุด คือ ปลาหมัก SUT1 และ SUT2 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.20 และ 5.12 ตามลำดับ ส่วนปลาหมัก Control มีคะแนนความชอบต่ำที่สุด คือ 3.60 ส่วนคะแนนความชอบด้านรสเปรี้ยว พบว่าทั้งปลาหมัก SUT1 และ SUT2 มีคะแนนความชอบสูงสุด คือ 5.26 และ 5.30 ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปลาหมัก Control มีคะแนนความชอบต่ำ คือ 3.28 ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านความพอใจโดยรวม พบว่าปลาหมัก SUT2 และ SUT1 มีคะแนนความชอบสูงสุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.42 และ 5.36 ตามลำดับ (ตารางที่ 7.5)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนซึ่งเป็นตัวแทนของผู้บริโภคทั่วไป พบว่าผู้บริโภคยอมรับปลาสามก้านัมที่หมักด้วยกล้าเชื้อสูตร SUT1 และ SUT2 มากกว่าปลาสามก้านัมที่หมักด้วยเชื้อจากธรรมชาติ เนื่องจากมีกลิ่นเปรี้ยว รสเปรี้ยวและรสเค็มที่พอเหมาะ



รูปที่ 7.8 ลักษณะการจัดรูปแบบสำหรับการเสิร์ฟปลาต้มก้างนึ่งพร้อมรับประทานเปรียบเทียบระหว่างปลาต้มที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก (SUT1 และ SUT2) ปลาต้มที่หมักโดยไม่เติมกล้ำเชื้อ (Control)

ตารางที่ 7.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 50 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาต้มสำเร็จรูป

คุณภาพ	คะแนนความชอบ		
	Control	SUT1	SUT2
ลักษณะปรากฏ	5.40±0.73 ^a	5.12±1.06 ^a	5.32±1.06 ^a
กลิ่นเปรี้ยว	3.60±1.09 ^b	5.20±0.88 ^a	5.12±0.90 ^a
กลิ่นกระเทียม	4.90±1.16 ^a	4.92±1.07 ^a	4.88±0.87 ^a
ความแน่นเนื้อ	5.12±1.22 ^a	4.66±1.39 ^a	4.98±1.25 ^a
ความเป็นก้างนึ่ง	4.88±1.10 ^a	5.62±0.83 ^a	5.38±1.29 ^a
รสเปรี้ยว	3.28±1.03 ^b	5.26±0.88 ^a	5.30±0.71 ^a
รสเค็ม	4.40±1.31 ^a	4.46±1.27 ^a	4.52±1.39 ^a
ความพอใจโดยรวม	3.86±0.99 ^b	5.36±0.94 ^a	5.42±0.78 ^a

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

3) การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาต้มทอด และปลาต้มก้างนึ่งพร้อมรับประทานที่ผลิตปลาต้ม Control, SUT1 และ SUT2 เพื่อการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา เมื่อพิจารณาตัวอย่างปลาต้มทอด พบว่าไม่พบจำนวนยีสต์และรา

ในปลาต้มทอดทุกตัวอย่าง และไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาต้มทอดเช่นกัน แต่พบตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาต้มทอด SUT1 และ SUT2 มีจำนวน 3.7404 และ 4.0212 logCFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 7.6) ในขณะที่ปลาต้มทอดทุกตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการทำให้ก้างนุ่มตรวจไม่พบทั้งจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนและความดันสูงเพื่อสลายก้าง นอกจากทำให้ก้างนุ่มแล้ว ยังช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ยังหลงเหลือจากการทอดอีกด้วย

ตารางที่ 7.6 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และราในปลาต้มสำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

กระบวนการ	ตัวอย่าง (รหัสก้างเนื้อ)	จำนวนจุลินทรีย์* (logCFU/กรัม)	
		จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์และรา
ปลาต้มทอด	Control	ND	ND
	SUT1	3.7404	ND
	SUT2	4.0212	ND
ปลาต้มก้างนุ่มพร้อมรับประทาน	Control	ND	ND
	SUT1	ND	ND
	SUT2	ND	ND

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวของแต่ละระยะเวลาหมัก แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

* ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหาร Plate count agar และบ่มเชื้อในสภาพที่มีออกซิเจน

ND = ตรวจไม่พบ

สำหรับการวิเคราะห์เชื้อก่อโรคในปลาต้มทอด และปลาต้มก้างนุ่มพร้อมรับประทานที่ผลิตจากปลาต้มหมักด้วยก้างเนื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติก 2 สูต (SUT1 และ SUT2) และปลาต้มที่หมักโดยไม่เติมก้างเนื้อ (Control) พบว่าไม่พบเชื้อก่อโรคจำพวก *E.coli* and Coliform, *Salmonella* sp. และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างปลาต้มทอด และปลาต้มก้างนุ่มพร้อมรับประทานทั้ง Control, SUT1 และ SUT2

7.3 สรุป

กระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงสามารถสลายก้างฝอย และทำให้ก้างหลักอ่อนนุ่มลงได้จากการศึกษาในระบบจำลอง พบว่าระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันที่เพิ่มขึ้นและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงมีผลให้ก้างปลาเกิดความสึกกร่อนมากขึ้น ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นของเกลือกลับช่วยลดความสึกกร่อนและเสียหายของก้างปลาได้

เมื่อนำปลาต้มทอดไปบรรจุกระป๋อง และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (กระบวนการทำให้ก้างนุ่มหรือกระบวนการสลายก้าง) แก่ปลาต้มทอดนาน 45, 60 และ 75 นาที พบว่า ปลา ข้าว และกระเทียมมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความดันที่เพิ่มขึ้น คุณภาพทางเคมีของปลาต้มที่ทอดหลังผ่านกระบวนการ

เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการทำให้ก้างนํมีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณโปรตีน เกลือ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก และค่าความเป็นกรด-ด่างไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 0 และ 45 นาที ให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกัน แต่ปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการสลายก้างเป็นเวลา 45 นาที ให้ค่าการทดสอบที่ดีกว่าในบางคุณลักษณะดังต่อไปนี้ คือ ไม่พบก้างฝอยระหว่างการเคี้ยวและกลืน และกลิ่นควาปลาลดลง ส่วนปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 60 และ 75 นาที มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่าที่ 45 นาที เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีสีน้ำตาลเข้ม เกิดรสขม ความแน่นเนื้อลดลง และเนื้อปลาร่วนไม่เกาะกันแน่น อีกทั้งปลาสัมผัสที่ผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 45 นาที ได้คะแนนความยอมรับโดยรวมสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับปลาสัมผัสที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 60 และ 75 นาที

จากการทดสอบความยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ปลาสัมผัสก้างนํพร้อมรับประทาน จำนวน 3 ตัวอย่าง คือ ผลิตภัณฑ์ปลาตะเพียนที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกจำนวน 2 สูต (SUT1 และ SUT2) และหมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ (Control) เป็นเวลา 2 วัน โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนซึ่งถือเป็นตัวแทนของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับปลาสัมผัสก้างนํพร้อมรับประทานที่ผลิตจากการหมักปลาตะเพียนด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้ง SUT1 และ SUT2 อีกทั้งกระบวนการสลายก้างส่งผลดีในการทำลายเชื้อก่อโรคได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้บริโภคจึงปลอดภัยจากทั้งอันตรายจากก้างปลาและจากเชื้อก่อโรคอีกด้วย

บทที่ 8

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ และการศึกษาอายุการเก็บ ของปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

8.1 บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นอาหารสด หรืออาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแล้ว จำเป็นต้องบรรจุลงในภาชนะด้วยวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น เพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร เพื่อความสะดวกในการกระจายอาหารนั้น ๆ ไปสู่ผู้บริโภค เพื่อให้เกิดความสวยงามดึงดูดใจผู้บริโภค รวมถึงใช้เป็นสื่อในการบอกข้อมูล และโฆษณาผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ๆ เป็นต้น ดังนั้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใด ๆ ผู้ผลิตควรมีการวางแผนคัดเลือกภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์ควบคู่กันไป ทั้งนี้การตัดสินใจเลือกใช้ภาชนะบรรจุต้องอาศัยข้อมูลด้านการยอมรับคุณภาพผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค และตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอาหารนั้น ๆ เช่น ความชื้น แสง ออกซิเจน การเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลินทรีย์และสภาพที่อาจเกิดขึ้นกับอาหารนั้น ๆ ความปลอดภัยของวัสดุที่ใช้ รวมถึงความสะดวกในการปฏิบัติงาน เป็นต้น (Coles, McDowell and Kirwan, 2003)

ธรรมชาติของอาหารโดยทั่วไปมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้มีผลทำให้คุณภาพของอาหารนั้นลดลงหรือเกิดการเน่าเสียและไม่สามารถนำมาบริโภคได้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าอาหารชนิดนั้น ๆ หมดอายุแล้วในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารสามารถระบุถึงอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นบนภาชนะบรรจุเพื่อเป็นข้อมูลให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อ หรือการเก็บรักษาอาหารชนิดนั้น ๆ ว่าควรนำมาบริโภคเมื่อไรหรือบริโภคไม่เกินวันใด (Open dating) การทำนายอายุการเก็บของอาหารจำเป็นต้องเข้าใจถึงปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอาหารที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ โดยปฏิกิริยาที่ใช้ในการบ่งบอกถึงคุณภาพหรืออายุการเก็บของอาหารทั้งปฏิกิริยาทางกายภาพเคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสต้องสามารถทำการวัดได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2005) ในการทดสอบคุณภาพที่มีผลต่อการเสื่อมเสียหากทำการทดสอบในสภาวะจริงต้องใช้ระยะเวลานาน จึงได้มีการศึกษาการหาอายุการเก็บแบบเร่ง (Accelerated Shelf life Testing, ASLT) วิธีนี้อาศัยปัจจัยภายนอกของสภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสง และความชื้น เพื่อเพิ่มอัตราการเสื่อมเสียของอาหารให้เกิดได้เร็วขึ้น (Steele, 2004) ปลาสำเร็จรูปมีกระบวนการผลิตและทำให้สุกโดยทอดในน้ำมันปาล์ม แล้วนำมาบรรจุในภาชนะกระป๋อง น้ำมันในระหว่างการทอดก่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางกายภาพ และทางเคมี ซึ่งเกิดจากออกซิเจนในอากาศหรือในผลิตภัณฑ์อาหาร ความชื้นในอาหารและ

ผลอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดความหืนในอาหาร ปฏิกริยาที่เกิดจากน้ำมันมี 3 ปฏิกริยาหลัก คือ Hydrolysis (เกิดจากน้ำในอาหาร) Oxidation (เกิดจากออกซิเจนในอากาศหรือในผลิตภัณฑ์อาหาร) และ Thermal (เกิดจากความร้อน) (Nawar, 2000) ดังนั้นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค คือ ความหืน (Rancidity) หรือการเกิดออกซิเดชันของไขมันนั่นเอง

คณะผู้วิจัยต้องการศึกษาพัฒนาภาชนะบรรจุที่เหมาะสม สำหรับพลาสติกสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เพื่อความเหมาะสมกับทั้งกระบวนการผลิต การขนส่ง การเก็บรักษา และการบริโภคของผู้บริโภคด้วย รวมทั้งศึกษาอายุการเก็บในสภาวะเร่งของพลาสติกสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จึงต้องใช้การวัดความหืนเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญ ร่วมกับการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการทำนายอายุการเก็บ

8.2 ระเบียบวิธีวิจัย

8.2.1 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์

ศึกษาความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ชนิด และขนาดต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์พลาสติกกึ่งนิ่มพร้อมรับประทาน

8.2.2 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์พลาสติกสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

การทดสอบคุณภาพเพื่อทำนายอายุการเก็บแบบเร่ง (Accelerated Shelf Life Testing) โดยนำตัวอย่างพลาสติกสำเร็จรูปมาเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส และตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางจุลชีววิทยาทุก 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 24 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทำการทดสอบ 3 ครั้ง คือ เมื่อเก็บเป็นเวลา 0, 12 และ 24 สัปดาห์ โดยมีการทดลองดังนี้

1) การผลิตพลาสติกสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

การผลิตพลาสติกสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ตามวิธีที่ระบุไว้ในบทที่ 6 ข้อ 6.2.1 โดยหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ทำการทอดตามวิธีที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ข้อ 4.2.2 จากนั้นนำพลาสติกทอดแล้วบรรจุกระป๋องแบบแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (Tin plate) (บริษัทรอยัลแคนอินดัสทรี จำกัด, ประเทศไทย) ขนาดความกว้าง 8.7 เซนติเมตร และสูง 5.4 เซนติเมตร กระป๋องละ 2 ชิ้น จากนั้นนำไปไล่อากาศโดยใช้การอบในตู้อบลมร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ทำการปิดกระป๋อง และนำเข้ากระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ด้วยเครื่อง retort ใช้เวลา 45 นาที ได้พลาสติกสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแล้วนำไปทดสอบคุณภาพทั้งทางด้านเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสเพื่อทำนายอายุการเก็บต่อไป

2) การทดสอบคุณภาพทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1997) ปริมาณไขมัน (AOAC, 1997) ปริมาณเกลือ (AOAC, 1997) ปริมาณความชื้น (AOAC, 1997) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแล็กติก (AOAC, 1997) และความเป็นกรด-ด่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ระบุไว้ในบทที่ 4 ข้อ 4.2.1

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity)

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (Aqua Lab CX-2, Decagon Devices. Inc., USA) โดยใส่ตัวอย่างไม่เกิน 1/3 ของถ้วย และทำให้ผิวหน้าตัวอย่างเรียบเสมอกัน แล้วจึงนำตัวอย่างนำเข้าเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fat acid, FFA)

วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระหรือปริมาณ FFA ตามวิธี AOAC (1997) โดยชั่งตัวอย่าง 7.05 ± 0.05 กรัม ใส่ ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยเติมแอลกอฮอล์ 95% ที่ทำให้เป็นกลางแล้ว ปริมาตร 50 มล. และ เติม phenolphthalein indicator 2-3 หยด แก้วขวดรูปชมพู่ให้ผสมกัน นำไปไทเทรต กับ 0.25 N NaOH จนได้จุดยุติสีชมพู คำนวณปริมาณของกรดไขมันอิสระจากสูตร

$$\% \text{FFA (as oleic)} = \frac{\text{ml. NaOH} \times \text{N NaOH} \times 28.2}{\text{Weight of sample (g)}}$$

การวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาบิทริก (Thiobabitoric, TBA)

วิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาบิทริกหรือค่า TBA ดัดแปลงจากวิธีของ Tarladgis et al. (1960) ดังต่อไปนี้ ชั่งตัวอย่าง 5.00 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 25 มล. ให้เข้ากัน ปรับค่า pH ของตัวอย่างเท่ากับ 1.5 โดยใช้สารละลาย 0.4 N HCl เติมสารป้องกันการเกิดฟอง (Antifoam) 2-3 หยด ทำการกลั่นตัวอย่างด้วย ใอน้ำให้ได้ปริมาตร 25 มล. แล้วปิเปตสารละลายที่กลั่นได้ปริมาตร 5 มล. ใส่หลอดทดลอง (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) ใช้สารละลาย TEP ปริมาตร 5 มล. เป็นสารละลายมาตรฐาน และใช้น้ำกลั่นปริมาตร 5 มล. เป็น blank แล้วเติมสารละลาย 0.02 M TBA ปริมาตร 5 มล. ในหลอดทดลองทั้งหมดปิดฝาให้สนิท วางหลอดทดลองทั้งหมดในอ่างน้ำเดือด 35 นาที เพื่อให้สารละลายเกิดสีชมพู ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาวัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 532 nm โดยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV spectrophotometer (UV/VISIBLE GBC 916, Scientific Equipment Ltd., Australia) ใช้ blank ปรับค่า 0 คำนวณค่า TBA จากสูตร

$$\text{TBA Value (mg MDA/kg)} = \frac{\text{Abs. sample}}{\text{Abs. Std}} \times \text{Conc. Std} \times \text{MW} \times \frac{10^6}{\text{SE}}$$

เมื่อ $\text{Conc. Std} = 1 \times 10^{-8} \text{ mol/ml}$

$\text{MW} = \text{Molecular weight ของ MDA} = 72.063 \text{ g/mol}$

- 10^6 = แฟกเตอร์เปลี่ยนค่าให้เป็น mg/1000 g
 SE = น้ำหนักสมมูลของตัวอย่างในสารละลายตัวอย่างที่กลั่นได้ใน 5 มล.

3) การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

วิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count หรือ Aerobic plate count) ในตัวอย่างปลาสำเร็จรูป ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35, และ 45 องศาเซลเซียส ทุก 2 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างของปลาสำเร็จรูปของแต่ละอุณหภูมิมาตัวอย่างละ 25 กรัม นำตัวอย่างมาผสมให้เข้ากันกับสารละลาย Bufferfield's buffered phosphate diluent ปลอดเชื้อ ปริมาตร 225 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Stomacher (Seward Medical, London, U.K.) นำตัวอย่างที่ผสมกันดีแล้วไปตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเจือจางแบบ Serial dilution ด้วย Bufferfield's buffered phosphate diluent เพื่อตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอาหาร Petrifilm aerobic count plate (3M™ Petrifilm™, 3M Microbiology St. Paul, U.S.A) ทำการทดลองสองซ้ำ บ่มให้จุลินทรีย์เจริญที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาพมีออกซิเจน ตรวจนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายใน 48 ชั่วโมง บันทึกผล หาค่าเฉลี่ย และค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

4) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 12 และ 24 สัปดาห์ ด้วยวิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) มีระดับคะแนนช่วง 0-10 โดยให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนและคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ประเมินคุณภาพด้านต่าง ๆ ได้แก่ สีของหนังและเนื้อปลา ความเรียบร้อยของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อ ความมีเกล็ด กลิ่นน้ำมันไหม้ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา กลิ่นเกลือ กลิ่นกระเทียม ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรสเปรี้ยว เค็ม ขม กลิ่นรสอ่อยกลมกล่อม กลิ่นรสกระเทียม และความเลี่ยนมัน รวมถึงความรู้สึกที่ได้หลังการกลืน และความยอมรับโดยรวม การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SAS

5) การคำนวณอายุการเก็บ

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดคุณภาพด้านเคมีมาสร้างกราฟ shelf life plot ที่เหมาะสม แล้วคำนวณอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน โดยใช้เกณฑ์การวัดการหมดอายุการเก็บของปลาสำเร็จรูป ในระดับคุณภาพด้านความหืนและคุณภาพความยอมรับโดยรวมของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ไม่ต่ำกว่า 4 คะแนน จากคะแนนมากที่สุด คือ 10 คะแนน และน้อยสุด คือ 0 คะแนน

8.3 ผลการวิจัย

8.3.1 การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

คณะผู้วิจัยไม่สามารถดำเนินการในส่วนนี้ได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ อีกทั้งงบประมาณที่เกี่ยวข้องในส่วนนี้ถูกนำไปใช้ เพื่อความสมบูรณ์ในส่วนงานการคัดแยกจุลินทรีย์เพื่อผลิตกล้าเชื้อในการหมักปลาซึ่ม อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพัฒนาการศึกษากรรมวิธีการผลิตปลาซึ่มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทานในบทที่ 6 มีการใช้กระป๋องแบบแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (Tin plate) (บริษัทรอยัลแคนอนอุตสาหกรรม จำกัด, ประเทศไทย) ขนาดความกว้าง 8.7 เซนติเมตร และสูง 5.4 เซนติเมตร สามารถบรรจุปลาซึ่มทอดได้ 2 ชิ้น ซึ่งนับว่ามีความเหมาะสมในระดับหนึ่ง เนื่องจากเป็นขนาดบรรจุที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคจำนวน 1 คน (หรือ 1 หน่วยบริโภค) และใช้เวลาในกระบวนการสลายก้างนาน 45 นาที ซึ่งหากมีการจำนวนบรรจุชิ้นปลาให้มากขึ้น หรือเพิ่มขนาดกระป๋องต้องเพิ่มระยะเวลาในการสลายก้างตามไปด้วย ซึ่งจากผลการทดลองในบทที่ 7 พบว่าการเพิ่มระยะเวลาในการสลายก้างจะส่งผลให้ปลาซึ่มมีสีเข้มขึ้น และข้าว และกระเทียมเกิดกลิ่นไหม้และรสขมได้ ส่วนการใช้ถุงต้มฆ่าเชื้อ (Retort pouch) ถึงแม้จะทำให้สามารถลดระยะเวลาในการให้ความร้อน และความดันได้ดีก็ไม่เหมาะสม เนื่องจากถุงดังกล่าวเป็นพลาสติกลามิเนตที่มีลักษณะอ่อนนุ่มจึงไม่สามารถคงรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในได้ หากมีการนำปลาซึ่มทอดมาบรรจุในถุงดังกล่าวเพื่อผลิตปลาซึ่มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทานอาจมีผลให้ปลาซึ่มกึ่งนึ่งแตกออก ไม่สามารถคงอยู่เป็นชิ้นปลาซึ่มที่สมบูรณ์ได้



รูปที่ 8.1 ปลาซึ่มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทานบรรจุในกระป๋องเหล็กเคลือบดีบุก

8.3.2 การคำนวณหาอายุการเก็บ

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินอายุการเก็บของปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแบบเร่ง ด้วยวิธี Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) โดยเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการศึกษา 24 สัปดาห์

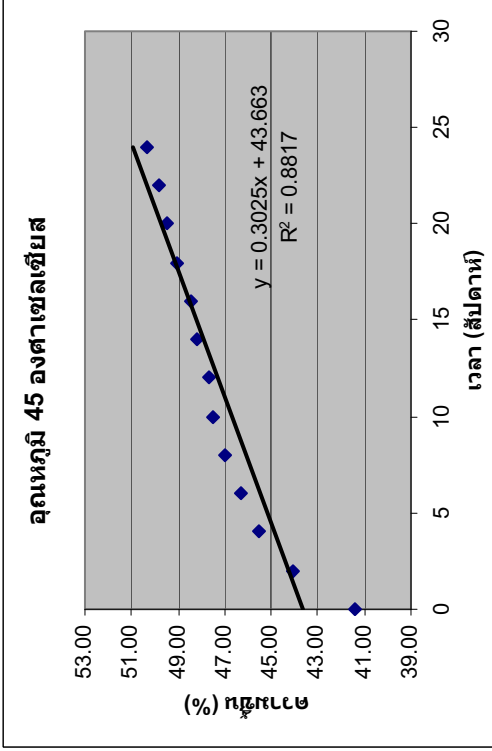
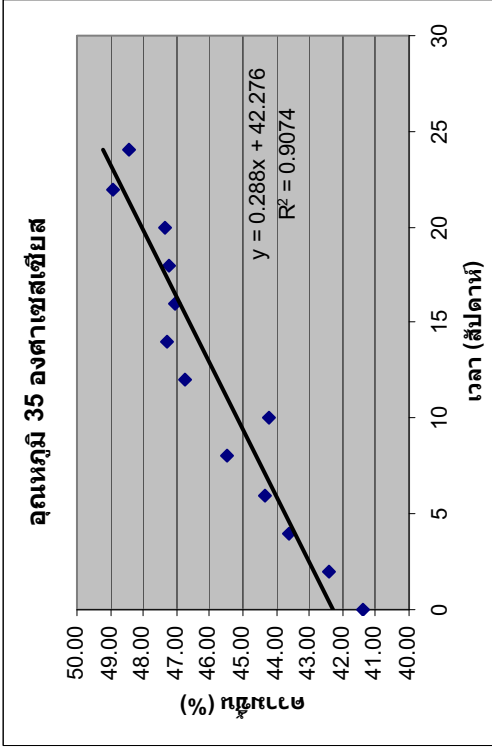
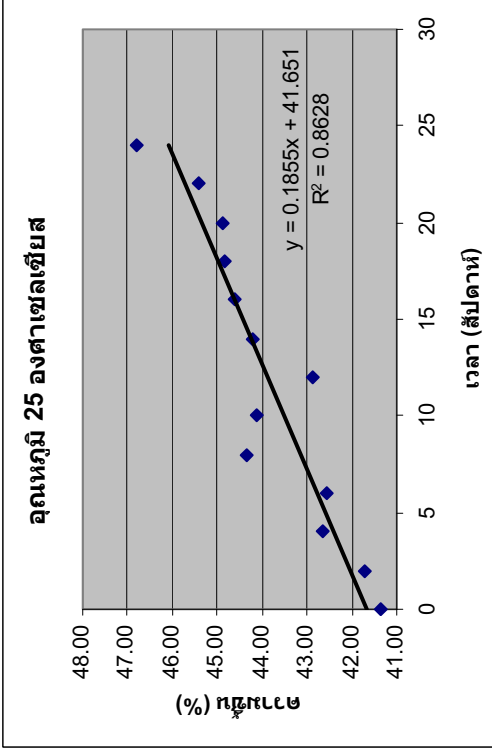
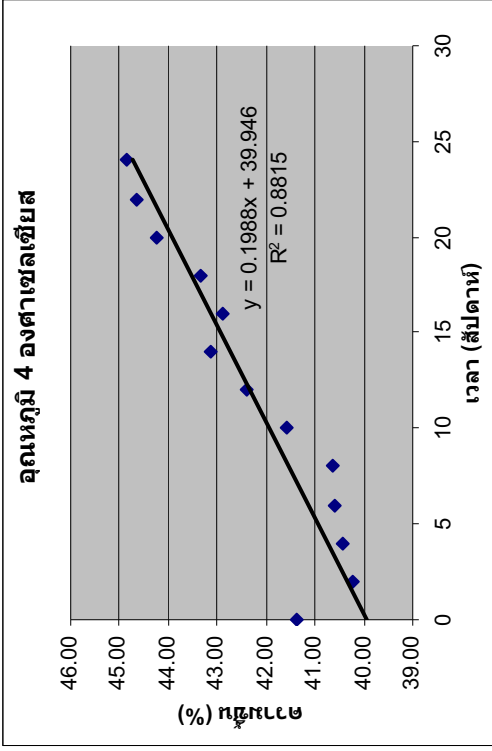
1) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของปลาสำเร็จรูปเริ่มต้นมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเกลือเท่ากับร้อยละ 29.01, 17.47 และ 4.57 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ การเก็บปลาสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่าปริมาณความชื้นเริ่มต้นของปลาสำเร็จรูปมีค่าร้อยละ 41.36 โดยน้ำหนัก ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 44.84, 46.81, 48.45 และ 50.36 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 8.1) ปริมาณความชื้นของปลาสำเร็จรูปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บนาน 24 สัปดาห์ และการเก็บที่อุณหภูมิสูงปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 8.2) ค่า a_w ของปลาสำเร็จรูปเริ่มต้นเท่ากับ 0.863 เมื่อเก็บปลาสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ พบว่ามีค่า a_w เท่ากับ 0.888, 0.902, 0.914 และ 0.923 ตามลำดับ (ตารางที่ 8.1) ค่า a_w มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บเช่นเดียวกับปริมาณความชื้น และการเก็บที่อุณหภูมิสูงมีค่า a_w มากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 8.3) เมื่อพิจารณาค่า pH เริ่มต้นของปลาสำเร็จรูปเท่ากับ 4.98 เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ พบว่าค่า pH เท่ากับ 4.93, 4.91, 4.90 และ 4.89 ตามลำดับ (ตารางที่ 8.1) ค่า pH ของปลาสำเร็จรูปมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บนาน 24 สัปดาห์ และเมื่อเก็บอุณหภูมิสูงมีค่า pH ต่ำกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 8.4) สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งฐานเปียกและฐานแข็ง พบว่าเมื่อเริ่มเก็บ (0 สัปดาห์) มีปริมาณร้อยละ 0.94 และ 1.61 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 8.1) การเก็บปลาสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งฐานเปียกและฐานแข็ง มากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ ตามลำดับ ปลาสำเร็จรูปมีแนวโน้มของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดเล็กน้อยทั้งฐานเปียกและฐานแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บนาน 24 สัปดาห์ (รูปที่ 8.5 และ 8.6) และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่า pH

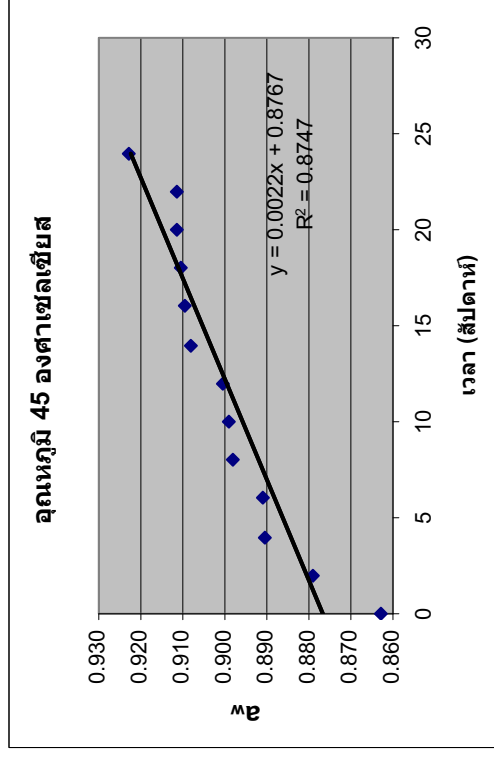
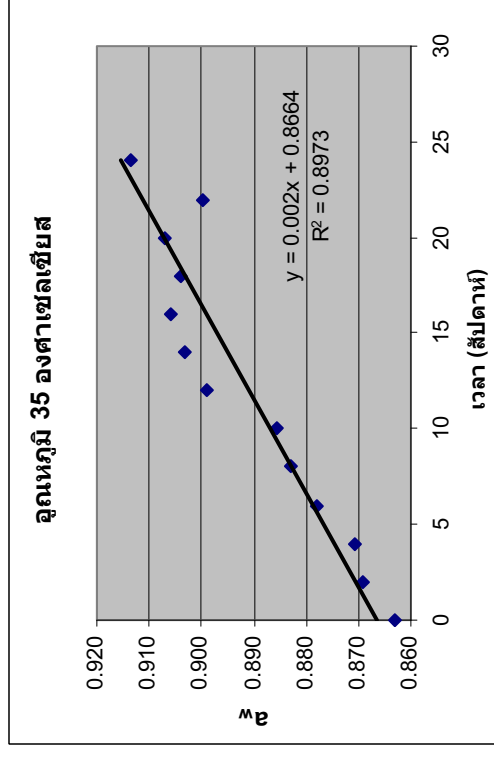
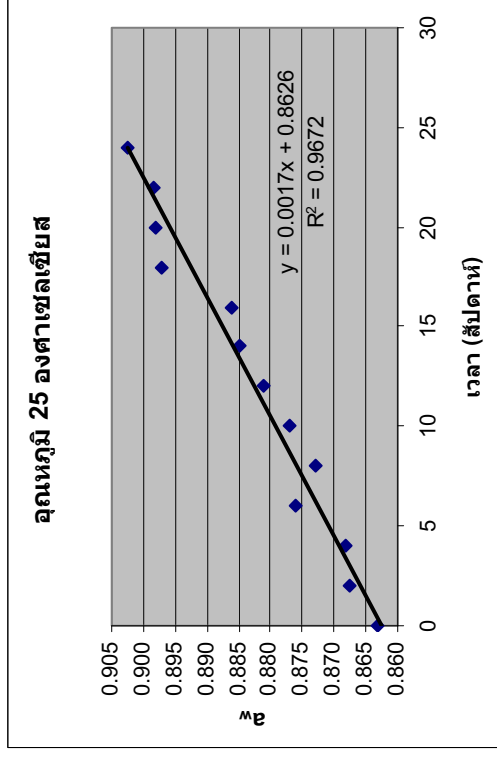
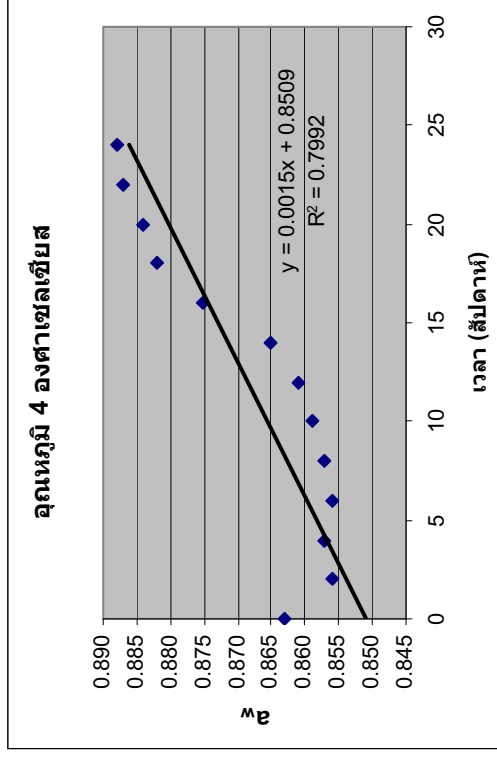
เมื่อพิจารณาปริมาณ FFA เริ่มต้นของปลาสำเร็จรูปมีค่าร้อยละ 2.82 โดยน้ำหนักของกรดโอเลอิก เมื่อเก็บปลาสำเร็จรูปนาน 24 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณ FFA ร้อยละ 5.09, 5.61, 5.87 และ 6.53 โดยน้ำหนักของกรดโอเลอิก ตามลำดับ (ตารางที่ 8.1) ปริมาณ FFA ของปลาสำเร็จรูปมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ (รูปที่ 8.7) การเพิ่มขึ้นของค่า FFA สัมพันธ์กับลดลงของค่า pH และการเพิ่มขึ้นของค่า FFA เนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์

ไลเปสในผลิตภัณฑ์อาหารระหว่างการเก็บรักษา (Modi, Sidde Gowda, Sakhare, Mahendrakar and Narasimha Rao, 2006)

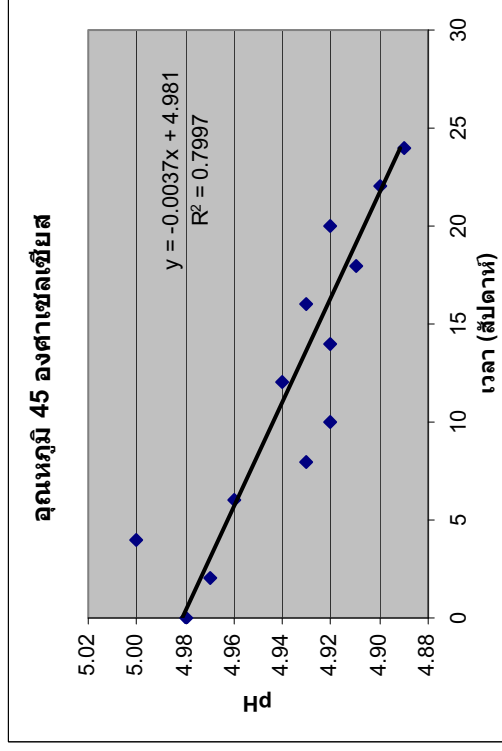
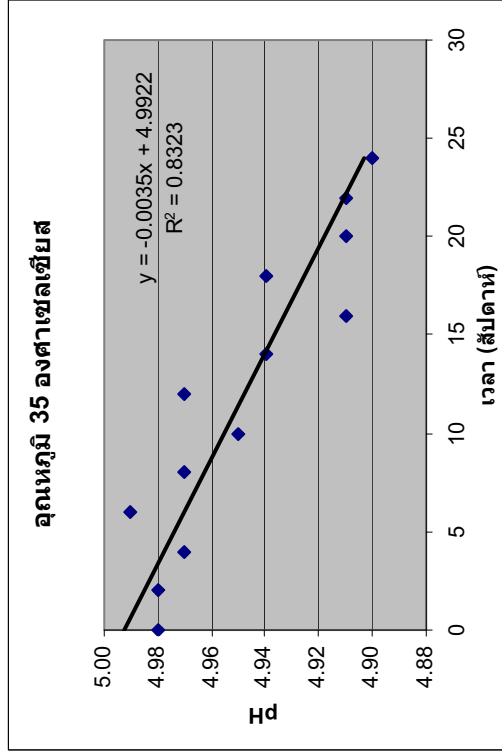
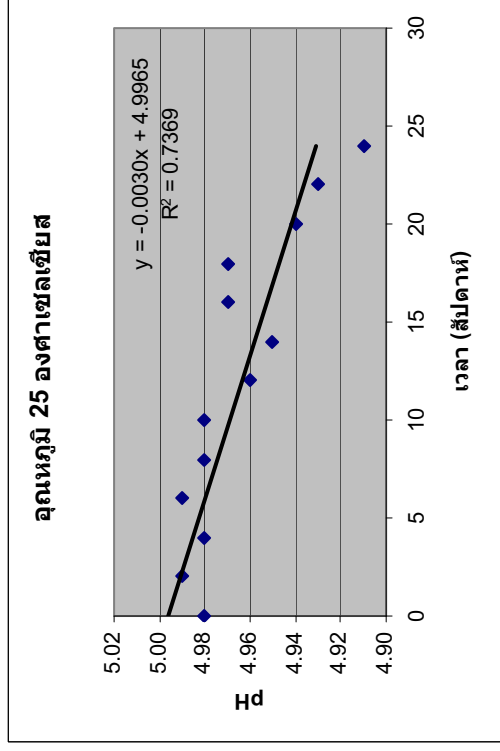
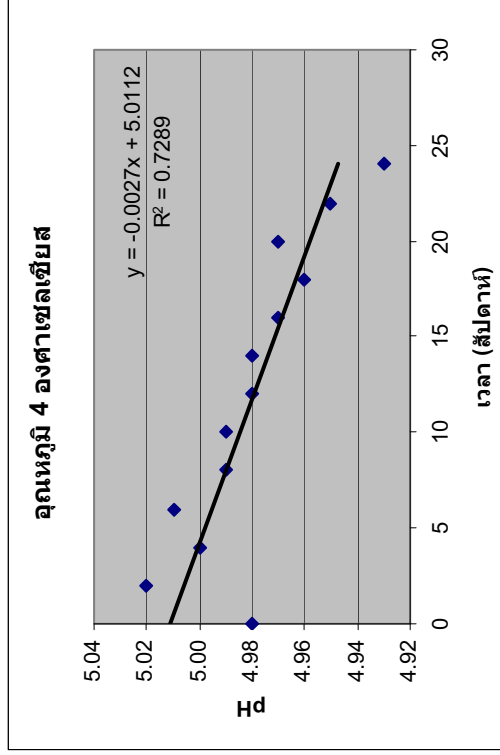
เมื่อเริ่มเก็บปลาสำเร็จรูปมีค่า TBA เท่ากับ 0.29 mg MDA/kg เมื่อเก็บนาน 24 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส มีค่า TBA เท่ากับ 0.81, 1.03, 1.63 และ 2.33 mg MDA/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 8.1) ค่า TBA ของปลาสำเร็จรูปมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บผ่านไป 24 สัปดาห์ และการเก็บที่อุณหภูมิสูงมีแนวโน้มการเพิ่มของค่า TBA มากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (รูปที่ 8.8) การเพิ่มขึ้นของค่า TBA เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของลิพิดออกซิเดชัน (lipid oxidation) และสารระเหย (volatile) ซึ่งเกิดจากออกซิเจนในอากาศที่มีระหว่างการบรรจุและการเก็บรักษา มีรายงานการเพิ่มขึ้นของค่า TBA ของผลิตภัณฑ์อาหารในระหว่างการเก็บ (Chiang, Norton, and Anderson, 1981; Reddy, Setty and Dora, 1992; Lai, Gray, Booren, Crackel and Gill, 1995; Martin, Timan, Patron, Ventanas and Antequena, 2000; Modi, Mahendrakar, Narasimha Rao and Sachindra, 2003; Modi, Mahendrakar, Sachindra and Narasimha Rao, 2004a)



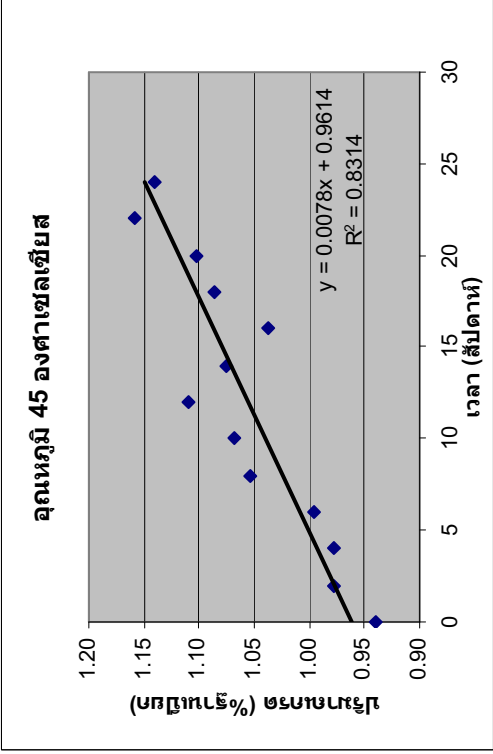
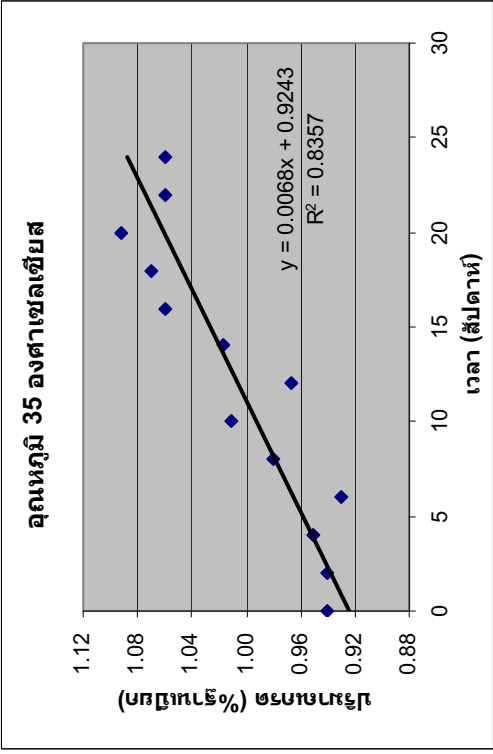
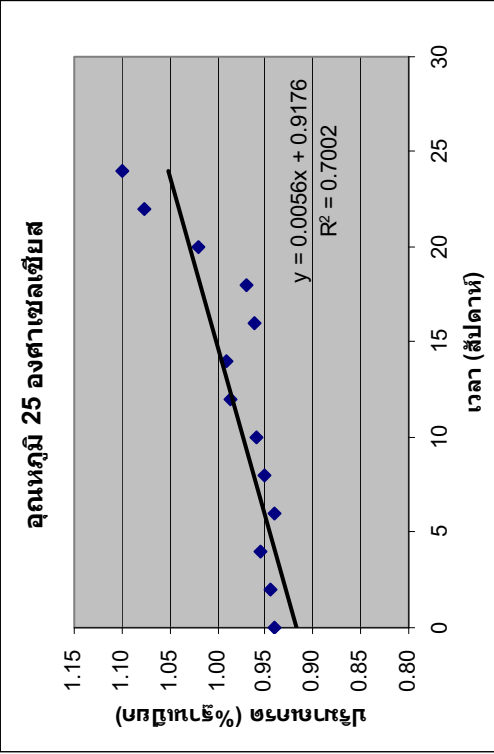
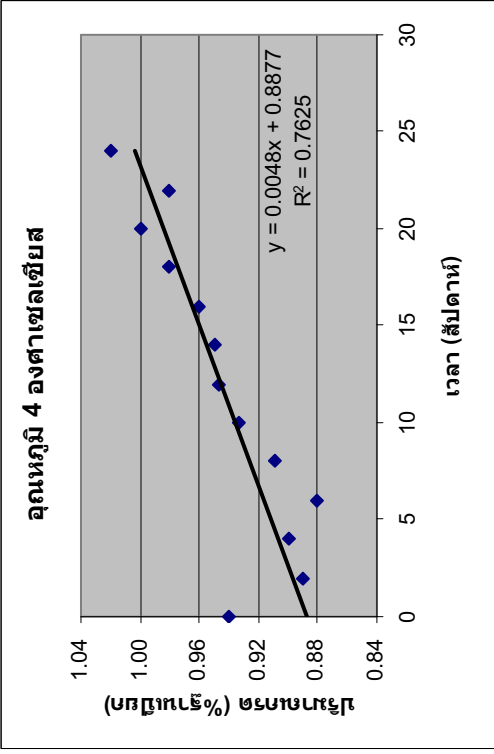
รูปที่ 8.2 ปริมาณความชื้นของปลาสามสัปดาห์แรกเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์



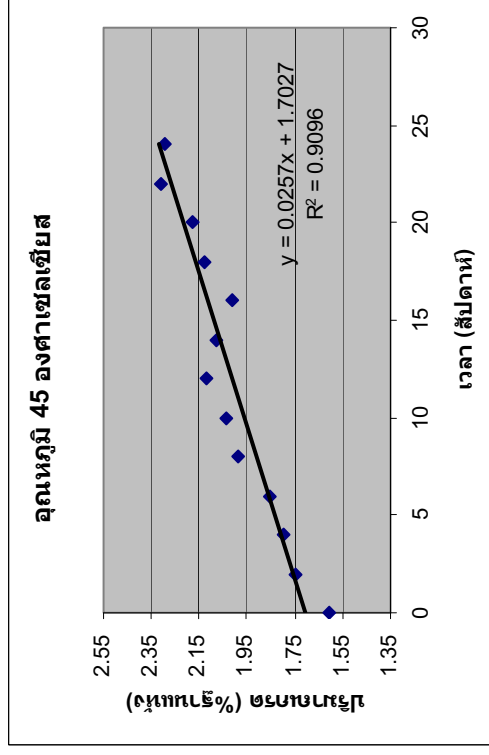
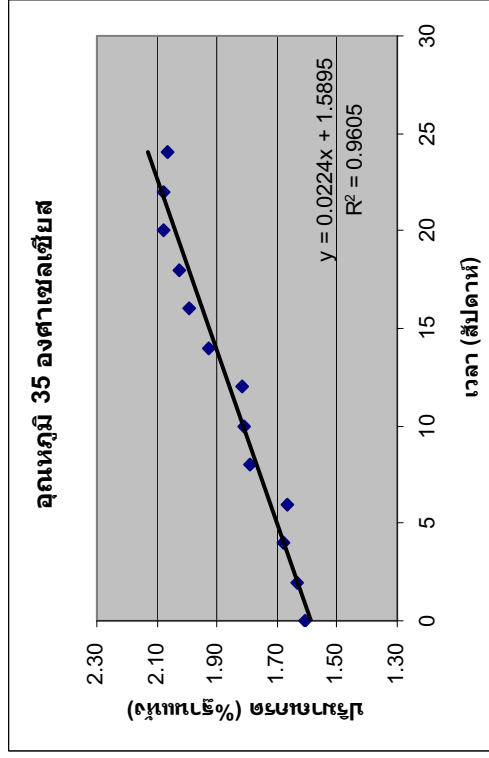
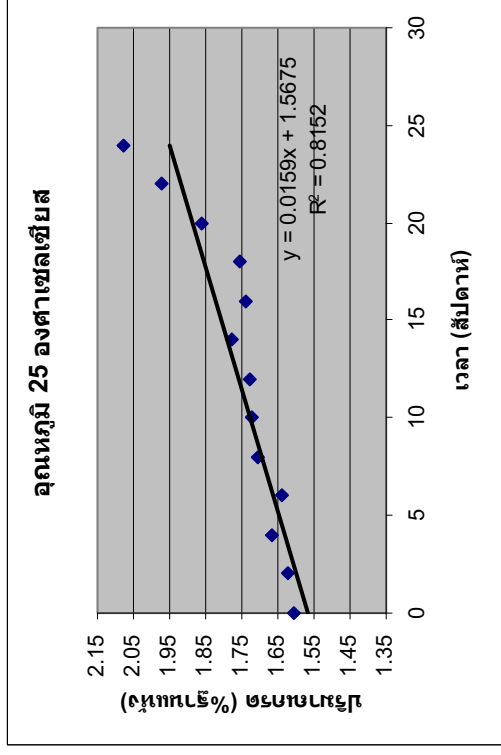
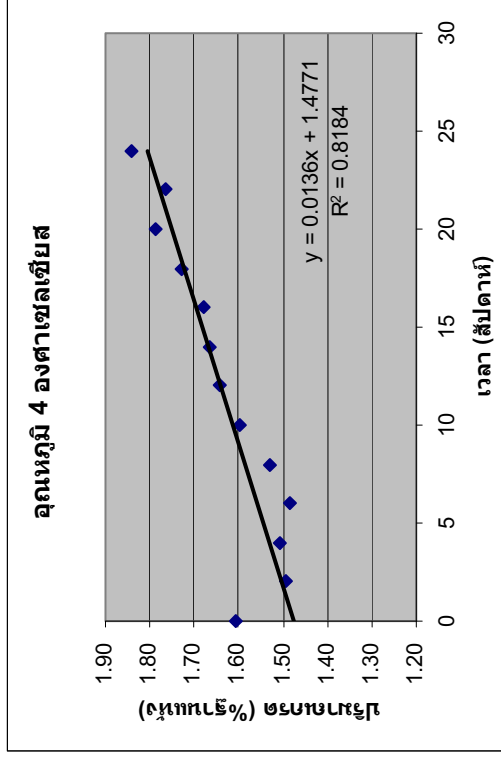
รูปที่ 8.3 ปริมาณความชื้นอิสระ (a_w) ของปลาสามลำไส้รูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์



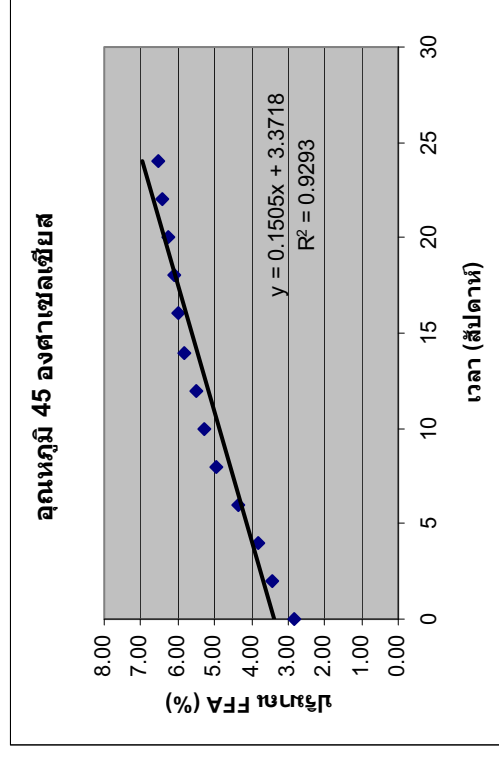
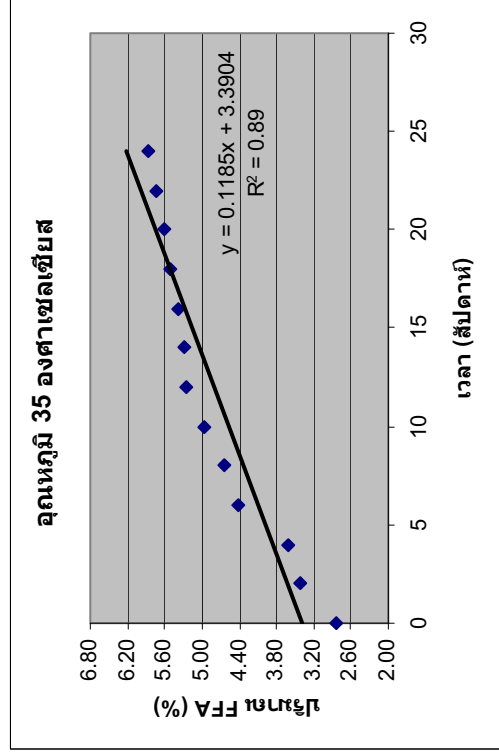
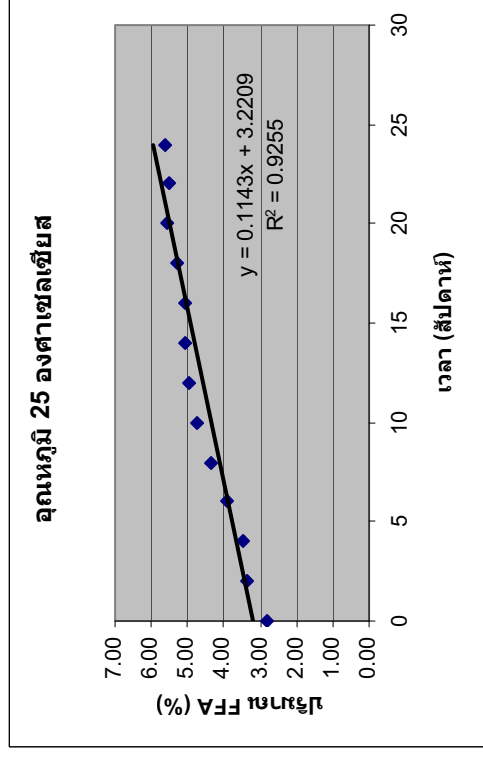
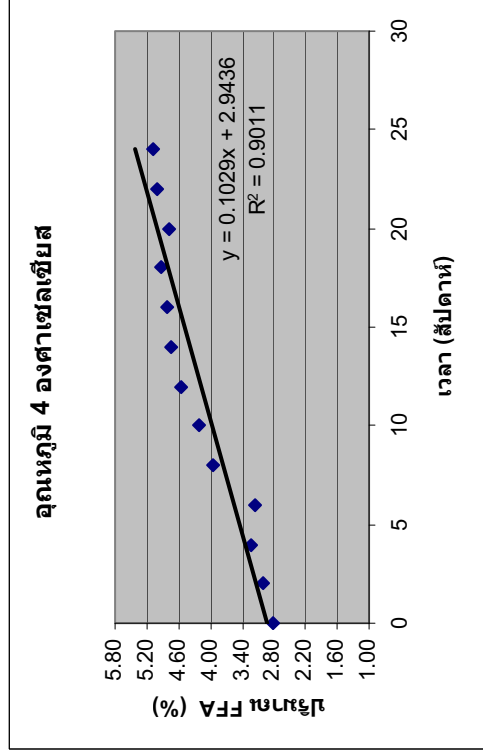
รูปที่ 8.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปลาสามลำที่จับได้ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์



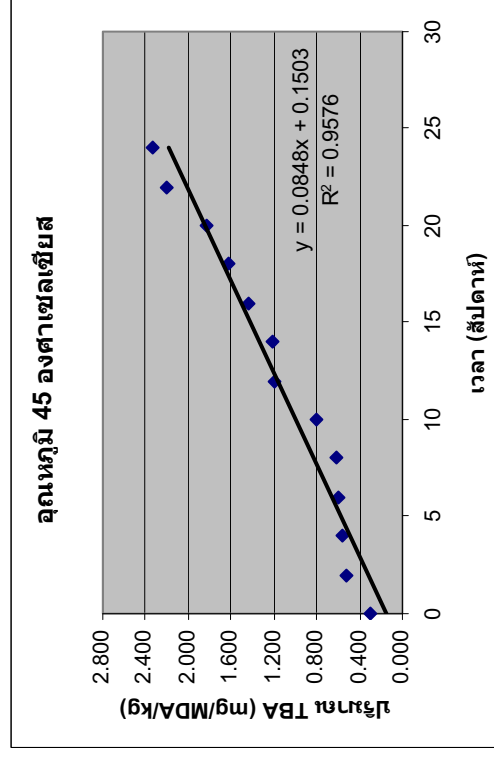
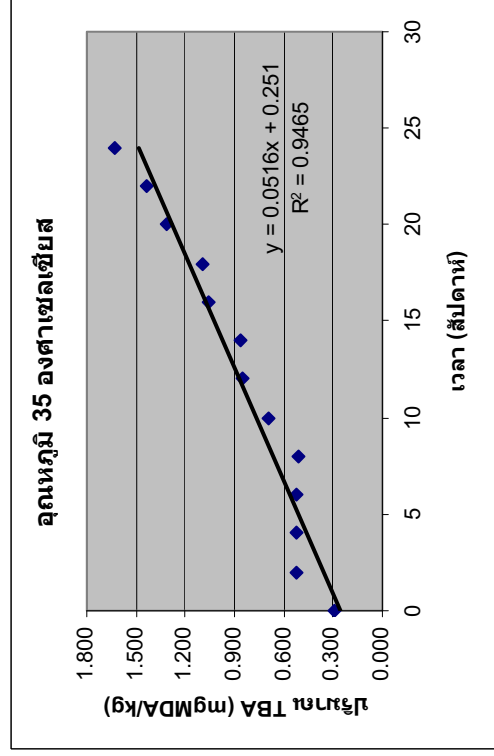
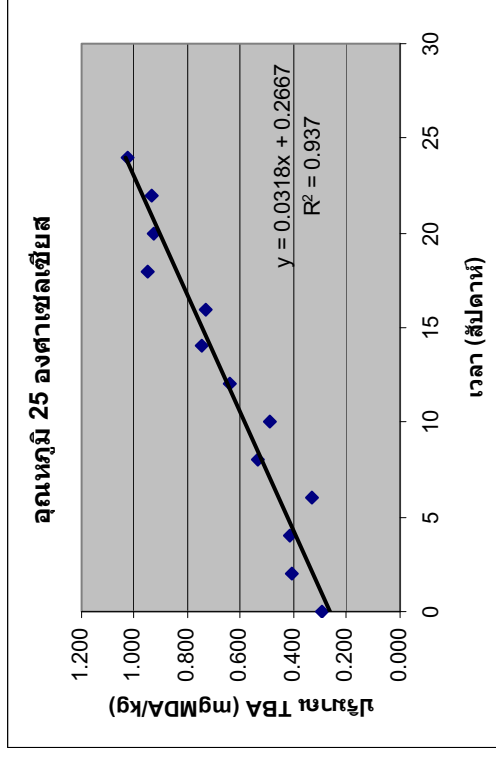
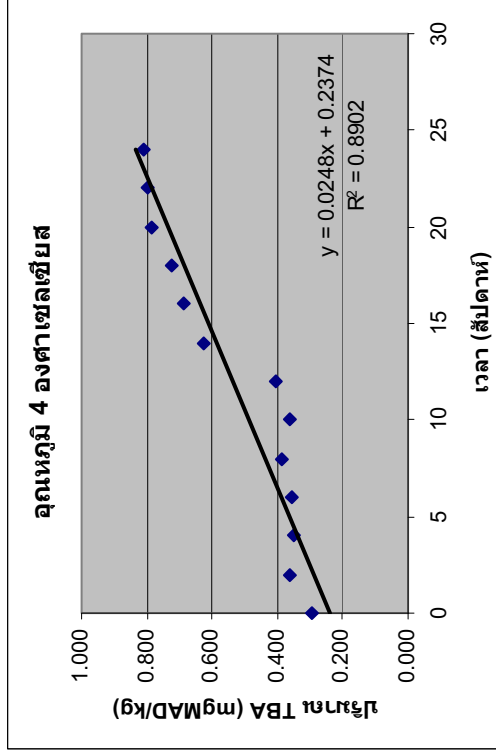
รูปที่ 8.5 ปริมาณกรดทั้งหมดรูปกรดเล็กเกิดจากปริมาณเปียกของปลาชิ้นสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์



รูปที่ 8.6 ปริมาณการดัดงอกระดูกโครงกระดูกเล็กติดกันแห่งของปลาสามตัวสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์



รูปที่ 8.7 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ของปลาสามสัปดาห์แรก เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์



รูปที่ 8.8 ค่า TBA ของปลาสามตัวสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 สัปดาห์

2) การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count) ของปลาสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำมาก ($<1.4771 \log\text{CFU/กรัม}$) (ตารางที่ 8.1) แสดงว่ากระบวนการผลิตปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่ผ่านการทอดด้วยอุณหภูมิสูงถึง 160 องศาเซลเซียส และผ่านกระบวนการให้ความร้อนและความดันสูง (ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว) ทำลายการเจริญของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทานได้

3) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูป เมื่อเก็บในอุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 0, 12 และ 24 สัปดาห์ พบว่าปลาสำเร็จรูปที่เก็บในอุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส ได้คะแนนเฉลี่ยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้านตลอดการเก็บนาน 24 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8.2, 8.3 และ 8.4) และผู้ทดสอบให้คะแนนความยอมรับโดยรวมไม่ต่ำกว่า 4 คะแนน ตลอดการเก็บนาน 24 สัปดาห์ อาจเนื่องจากปลาสำเร็จรูปมีการบรรจุด้วยกระป๋องซึ่งเป็นภาชนะปิดสนิท จึงทำให้การเก็บในอุณหภูมิ 4, 25 และ 35 เป็นเวลา 24 สัปดาห์ ยังไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความยอมรับโดยรวมที่ไม่ยอมรับต่อผู้ทดสอบ สำหรับปลาสำเร็จรูปเก็บในอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้นคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ได้แก่ สีของผิวหนังส่วนสันและสีของเนื้อปลาติดกระดูกได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 6.32-7.43 และ 4.63-6.24 ตามลำดับ ลักษณะปรากฏด้านความเรียบร้อยของเนื้อปลา ความแน่นเนื้อ และความมีเกล็ดได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 6.02-6.49, 4.70-5.77 และ 0.41-0.78 ตามลำดับ คุณลักษณะด้านกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาวปลา และกลิ่นกระเทียมได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.49-4.92, 4.03-5.37, 2.82-2.96 และ 3.59-3.72 ตามลำดับ คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อปลา ความชุ่มฉ่ำน้ำ และความเป็นก้างฝอยได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.80-4.50, 4.09-4.43 และ 0.41-0.84 ตามลำดับ คุณลักษณะกลิ่นรสด้านกลิ่นรสเปรี้ยว กลิ่นรสเค็ม กลิ่นรสขม กลิ่นรสอโรย และกลิ่นรสกระเทียมได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.59-5.52, 5.83-6.57, 0.92-1.15, 3.01-3.63 และ 2.79-3.60 ตามลำดับ ส่วนความรู้สึกละคายในหลังการกลืนด้านกลิ่นคาวปลา และรสชาติเค็มได้คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.33-3.98 และ 4.76-6.35 ตามลำดับ (ตารางที่ 8.5) คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้น ได้แก่ คุณภาพด้านสีของผิวหนังส่วนท้อง สีของเนื้อปลาที่ติดหนัง กลิ่นน้ำมันที่ได้รับ ความร้อน ความแน่นเนื้อ กลิ่นรสเลี่ยนมัน ความรู้สึกละคายหลังการกลืนของความเลี่ยนมันและความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิม เมื่อพิจารณาสีของผิวหนังส่วนท้อง พบว่าเมื่อเริ่มต้นเก็บ (0 สัปดาห์)

ผู้ประเมินให้คะแนนด้านสีของผิวหนังส่วนท้องอ่อนสุด (2.66 คะแนน) และสีของผิวหนังส่วนท้องเข้มขึ้นเมื่อเก็บปลาสำเร็จรูปเป็นนาน 24 สัปดาห์ (4.84 คะแนน) สำหรับการเก็บปลาสำเร็จรูปเป็นนาน 12 สัปดาห์ มีสีของผิวหนังส่วนท้อง (3.83 คะแนน) ไม่แตกต่างกับการเริ่มต้นเก็บและเก็บเป็นนาน 24 สัปดาห์ สำหรับสีของเนื้อปลาที่ติดหนัง พบว่ามีแนวโน้มเดียวกับสีของผิวหนังส่วนท้อง โดยเมื่อเริ่มต้นเก็บ (0 สัปดาห์) มีสีของผิวหนังส่วนท้องอ่อนสุด (4.99) เมื่อเก็บเป็นนาน 24 สัปดาห์ สีของเนื้อปลาที่ติดหนังเข้มสุด (6.92 คะแนน) และที่ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ สีของเนื้อปลาที่ติดหนัง (6.02 คะแนน) ไม่แตกต่างกับเมื่อเริ่มเก็บ 0 และ 24 สัปดาห์ พิจารณากลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อน และกลิ่นรสเปลี่ยนมันพบว่าเมื่อเก็บปลาสำเร็จรูประยะเวลาเก็บ 0 สัปดาห์ ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 4.17 และ 3.32 คะแนน ตามลำดับ สำหรับการเก็บเป็นนาน 12 สัปดาห์ พบว่าได้คะแนนของกลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อน และกลิ่นรสเปลี่ยนมัน (4.72 และ 3.93 คะแนน ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการเริ่มเก็บ (0 สัปดาห์) เมื่อเก็บปลาสำเร็จรูปเป็นนาน 24 สัปดาห์ พบว่ามีกลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อนและกลิ่นรสเปลี่ยนมันสูงสุด (6.12 และ 5.69 คะแนน ตามลำดับ) และแตกต่างกับการเริ่มต้นเก็บ (0 สัปดาห์) สำหรับคุณภาพของเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ พบว่าเมื่อเก็บปลาสำเร็จรูปเป็นระยะเวลา 0 และ 12 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยของความแน่นเนื้อสูง (5.41 และ 4.75 คะแนน ตามลำดับ) และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ พบว่ามีความแน่นเนื้อต่ำสุด (3.28 คะแนน) สำหรับความรู้สึกภายหลังการกลืนด้านความเปลี่ยนมัน พบว่าเมื่อเริ่มต้นเก็บและเก็บระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (3.39 และ 3.66 คะแนน ตามลำดับ) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการเก็บที่ 24 สัปดาห์ พบว่ามีความรู้สึกภายหลังการกลืนของความเปลี่ยนมันสูงสุด (5.48 คะแนน) สุดท้ายคุณภาพด้านความยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิม พบว่าเมื่อเก็บปลาสำเร็จรูปเป็นระยะเวลา 0 และ 12 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (6.11 และ 5.05 คะแนน ตามลำดับ) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ พบว่ามีความยอมรับโดยรวมต่ำสุด (3.31 คะแนน) (ตารางที่ 8.5) ซึ่งเป็นคะแนนความยอมรับโดยรวมต่ำกว่า 4 คะแนน แสดงว่าปลาสำเร็จไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 8.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

คุณภาพ	คะแนน QDA		
	0 สัปดาห์	12 สัปดาห์	24 สัปดาห์
Color-surface สีน	6.32±0.92 ^a	6.73±1.51 ^a	6.95±1.75 ^a
Color-surface ท้อง	2.66±1.43 ^a	3.55±1.70 ^a	3.63±1.63 ^a
Color-เนื้อปลาติดหนัง	4.99±1.28 ^a	4.99±1.61 ^a	5.06±1.68 ^a
Color-เนื้อปลาติดกระดูก	4.63±1.46 ^a	4.73±1.93 ^a	4.84±2.10 ^a
Appearance-ความเรียบร้อย	6.37±2.02 ^a	6.40±1.19 ^a	6.24±1.73 ^a
Appearance-Firmness	5.77±2.10 ^a	5.73±1.87 ^a	4.98±2.15 ^a
Appearance-Flakiness	0.41±0.78 ^a	0.79±1.35 ^a	0.82±1.24 ^a
Aroma-Fried oil	4.17±1.98 ^a	4.32±1.99 ^a	4.45±1.32 ^a
Aroma-Sour	4.49±2.54 ^a	4.68±1.28 ^a	4.79±1.55 ^a
Aroma-Salty	4.03±1.64 ^a	4.53±1.03 ^a	4.72±0.92 ^a
Aroma-Fishy	2.96±1.98 ^a	2.94±2.06 ^a	2.34±1.91 ^a
Aroma-Garlic	3.72±1.12 ^a	3.34±0.75 ^a	3.57±2.21 ^a
Texture-Firmness	5.41±1.49 ^a	5.33±1.72 ^a	4.71±1.44 ^a
Texture-Cohesive	4.50±2.36 ^a	4.52±2.70 ^a	4.40±1.51 ^a
Texture-Dryness	4.43±1.63 ^a	4.27±1.76 ^a	3.94±1.46 ^a
Texture-Boniness	0.74±0.71 ^a	1.05±1.07 ^a	0.67±0.95 ^a
Flavor-Sour	4.59±1.41 ^a	4.94±1.16 ^a	5.00±2.33 ^a
Flavor-Salty	5.83±0.65 ^a	6.09±1.36 ^a	6.13±1.56 ^a
Flavor-Bitter	0.92±0.91 ^a	0.92±0.87 ^a	0.97±1.03 ^a
Flavor-Umami	3.63±2.38 ^a	3.57±1.62 ^a	3.48±2.01 ^a
Flavor-Garlic	3.51±1.62 ^a	3.43±1.93 ^a	3.42±2.36 ^a
Flavor-Oiliness	3.32±1.35 ^a	3.43±1.28 ^a	4.50±1.09 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.39±1.15 ^a	3.51±1.22 ^a	4.14±1.58 ^a
Aftertaste-Fishy	3.98±1.76 ^a	3.57±1.81 ^a	3.40±1.62 ^a
Aftertaste-Salty	4.76±1.89 ^a	5.68±1.78 ^a	5.89±1.57 ^a
Overall Acceptance	6.11±1.79 ^a	5.63±1.72 ^a	5.08±1.48 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอน แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 8.3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

คุณภาพ	คะแนน QDA		
	0 สัปดาห์	12 สัปดาห์	24 สัปดาห์
Color-surface สีน	6.32±0.92 ^a	6.57±1.64 ^a	6.47±1.70 ^a
Color-surface ท้อง	2.66±1.43 ^a	3.42±1.37 ^a	3.43±1.68 ^a
Color-เนื้อปลาติดหนัง	4.99±1.28 ^a	5.23±1.51 ^a	5.41±1.93 ^a
Color-เนื้อปลาติดกระดูก	4.63±1.46 ^a	4.56±1.49 ^a	4.62±1.96 ^a
Appearance-ความเรียบร้อย	6.37±2.02 ^a	6.15±1.68 ^a	6.28±1.95 ^a
Appearance-Firmness	5.77±2.10 ^a	5.39±1.95 ^a	5.15±1.95 ^a
Appearance-Flakiness	0.41±0.78 ^a	0.68±0.99 ^a	0.76±1.13 ^a
Aroma -Fried oil	4.17±1.98 ^a	4.41±1.45 ^a	4.73±1.31 ^a
Aroma-Sour	4.49±2.54 ^a	4.59±1.23 ^a	4.71±2.48 ^a
Aroma-Salty	4.03±1.64 ^a	4.87±0.82 ^a	5.17±1.35 ^a
Aroma-Fishy	2.96±1.98 ^a	2.89±1.98 ^a	2.78±1.71 ^a
Aroma-Garlic	3.72±1.12 ^a	3.33±1.59 ^a	3.76±2.99 ^a
Texture-Firmness	5.41±1.49 ^a	5.18±1.66 ^a	4.45±1.22 ^a
Texture-Cohesive	4.50±2.36 ^a	4.48±2.66 ^a	3.97±1.82 ^a
Texture-Dryness	4.43±1.63 ^a	3.94±1.82 ^a	3.83±1.41 ^a
Texture-Boniness	0.74±0.71 ^a	1.08±0.96 ^a	0.80±1.12 ^a
Flavor-Sour	4.59±1.41 ^a	4.83±2.00 ^a	5.96±1.57 ^a
Flavor-Salty	5.83±0.65 ^a	6.10±1.74 ^a	6.26±1.29 ^a
Flavor-Bitter	0.92±0.91 ^a	0.93±0.94 ^a	0.97±0.92 ^a
Flavor-Umami	3.63±2.38 ^a	3.50±0.97 ^a	3.55±1.74 ^a
Flavor-Garlic	3.51±1.62 ^a	3.69±2.25 ^a	3.34±2.26 ^a
Flavor-Oiliness	3.32±1.35 ^a	3.43±1.72 ^a	4.71±2.06 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.39±1.15 ^a	3.63±1.08 ^a	4.45±1.65 ^a
Aftertaste-Fishy	3.98±1.76 ^a	4.03±1.60 ^a	3.61±1.92 ^a
Aftertaste-Salty	4.76±1.89 ^a	5.78±2.30 ^a	5.92±1.63 ^a
Overall Acceptance	6.11±1.79 ^a	5.64±1.96 ^a	4.87±1.84 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอน แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 8.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

คุณภาพ	คะแนน QDA		
	0 สัปดาห์	12 สัปดาห์	24 สัปดาห์
Color-surface สีน	6.32±0.92 ^a	6.33±2.34 ^a	6.60±2.11 ^a
Color-surface ท้อง	2.66±1.43 ^a	3.87±1.38 ^a	3.91±2.13 ^a
Color-เนื้อปลาติดหนัง	4.99±1.28 ^a	5.60±1.99 ^a	6.21±2.21 ^a
Color-เนื้อปลาติดกระดูก	4.63±1.46 ^a	5.62±2.84 ^a	5.77±2.41 ^a
Appearance-ความเรียบร้อย	6.37±2.02 ^a	6.42±1.22 ^a	6.43±2.02 ^a
Appearance-Firmness	5.77±2.10 ^a	6.03±1.99 ^a	4.67±2.52 ^a
Appearance-Flakiness	0.41±0.78 ^a	0.67±0.80 ^a	0.39±0.56 ^a
Aroma -Fried oil	4.17±1.98 ^a	4.55±1.79 ^a	5.02±1.28 ^a
Aroma-Sour	4.49±2.54 ^a	4.50±1.66 ^a	4.89±1.57 ^a
Aroma-Salty	4.03±1.64 ^a	4.81±1.28 ^a	5.29±1.07 ^a
Aroma-Fishy	2.96±1.98 ^a	2.90±1.63 ^a	2.78±1.80 ^a
Aroma-Garlic	3.72±1.12 ^a	3.59±0.71 ^a	3.90±1.89 ^a
Texture-Firmness	5.41±1.49 ^a	4.87±1.42 ^a	4.26±1.83 ^a
Texture-Cohesive	4.50±2.36 ^a	4.70±1.61 ^a	3.86±1.61 ^a
Texture-Dryness	4.43±1.63 ^a	4.02±1.87 ^a	3.80±1.48 ^a
Texture-Boniness	0.74±0.71 ^a	0.71±0.72 ^a	0.64±0.89 ^a
Flavor-Sour	4.59±1.41 ^a	5.12±1.97 ^a	5.68±1.95 ^a
Flavor-Salty	5.83±0.65 ^a	6.20±1.38 ^a	6.30±0.95 ^a
Flavor-Bitter	0.92±0.91 ^a	0.97±0.80 ^a	1.04±1.08 ^a
Flavor-Umami	3.63±2.38 ^a	3.48±1.59 ^a	3.39±2.59 ^a
Flavor-Garlic	3.51±1.62 ^a	3.47±1.93 ^a	3.72±2.33 ^a
Flavor-Oiliness	3.32±1.35 ^a	3.66±1.02 ^a	4.87±2.33 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.39±1.15 ^a	3.84±1.41 ^a	4.82±1.89 ^a
Aftertaste-Fishy	3.98±1.76 ^a	3.79±2.53 ^a	3.21±2.68 ^a
Aftertaste-Salty	4.76±1.89 ^a	5.84±1.25 ^a	6.21±0.99 ^a
Overall Acceptance	6.11±1.79 ^a	5.45±2.29 ^a	4.28±1.70 ^a

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอน แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

ตารางที่ 8.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูป เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

คุณภาพ	คะแนน QDA		
	0 สัปดาห์	12 สัปดาห์	24 สัปดาห์
Color-surface สีน	6.32±0.92 ^a	6.78±2.23 ^a	7.43±1.37 ^a
Color-surface ท้อง	2.66±1.43 ^b	3.83±1.28 ^{ab}	4.84±2.56 ^a
Color-เนื้อปลาติดหนัง	4.99±1.28 ^b	6.02±1.88 ^{ab}	6.92±1.49 ^a
Color-เนื้อปลาติดกระดูก	4.63±1.46 ^a	5.96±1.89 ^a	6.24±2.16 ^a
Appearance-ความเรียบร้อย	6.37±2.02 ^a	6.49±1.99 ^a	6.02±1.60 ^a
Appearance-Firmness	5.77±2.10 ^a	5.63±1.81 ^a	4.70±1.85 ^a
Appearance-Flakiness	0.41±0.78 ^a	0.78±1.06 ^a	0.72±0.95 ^a
Aroma -Fried oil	4.17±1.98 ^c	4.72±0.72 ^{bc}	6.12±1.09 ^a
Aroma-Sour	4.49±2.54 ^a	4.82±1.72 ^a	4.92±1.14 ^a
Aroma-Salty	4.03±1.64 ^a	5.17±1.59 ^a	5.37±1.29 ^a
Aroma-Fishy	2.96±1.98 ^a	2.82±1.81 ^a	2.83±0.94 ^a
Aroma-Garlic	3.72±1.12 ^a	3.67±2.07 ^a	3.59±1.60 ^a
Texture-Firmness	5.41±1.49 ^a	4.75±0.94 ^a	3.28±0.99 ^b
Texture-Cohesive	4.50±2.36 ^a	3.85±2.69 ^a	3.80±1.38 ^a
Texture-Dryness	4.43±1.63 ^a	4.11±1.02 ^a	4.09±1.18 ^a
Texture-Boniness	0.74±0.71 ^a	0.84±0.84 ^a	0.41±0.47 ^a
Flavor-Sour	4.59±1.41 ^a	5.18±2.08 ^a	5.52±2.09 ^a
Flavor-Salty	5.83±0.65 ^a	6.29±1.08 ^a	6.57±1.34 ^a
Flavor-Bitter	0.92±0.91 ^a	1.11±0.91 ^a	1.15±0.89 ^a
Flavor-Umami	3.63±2.38 ^a	3.14±1.13 ^a	3.01±1.28 ^a
Flavor-Garlic	3.51±1.62 ^a	3.60±1.85 ^a	2.79±1.43 ^a
Flavor-Oiliness	3.32±1.35 ^b	3.93±1.19 ^b	5.69±1.77 ^a
Aftertaste-Oiliness	3.39±1.15 ^b	3.66±1.32 ^b	5.48±2.12 ^a
Aftertaste-Fishy	3.98±1.76 ^a	3.60±1.55 ^a	3.33±2.21 ^a
Aftertaste-Salty	4.76±1.89 ^a	5.89±1.66 ^a	6.35±1.25 ^a
Overall Acceptance	6.11±1.79 ^a	5.05±1.45 ^a	3.31±2.32 ^b

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันแนวนอน แสดงถึงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(p<0.05) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติ SAS

4) การคำนวณหาอายุการเก็บ

ปลาสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารทอดด้วยน้ำมัน โดยใช้อุณหภูมิสูง 160 องศาเซลเซียส ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันสูงถึงร้อยละ 17.47 โดยน้ำหนัก เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสัมนั้นคือ ความหืน (rancidity) สำหรับคุณภาพทางเคมีที่ใช้ในการวัดความหืนในผลิตภัณฑ์ปลาสัมนั้นคือ ปริมาณ FFA และค่า TBA ซึ่งปริมาณ FFA เป็นการวัดความหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Modi, Sidde Gowda, Sakhare, Mahendrakar, and Narasimha Rao, 2006) การเพิ่มขึ้นของระดับ FFA ไม่เป็นมีความพิษ (Camire, Camire and Kumbar, 1990) และ Fritsch (1981) รายงานว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของน้ำมันและไขมันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางโภชนาการในอาหาร ส่วนค่า TBA เป็นค่าที่บ่งบอกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Allen and Hamilton, 1994) จากเหตุผลดังกล่าวกับการพิจารณาค่า Regression coefficient (R^2) (ตารางที่ 8.6) ของปริมาณ FFA และค่า TBA และค่าความไม่ยอมรับด้านประสัมผัส จึงเลือกค่า TBA มาในการคำนวณอายุการเก็บ

ตารางที่ 8.6 ค่าคงที่ (k) และ ค่า Regression coefficient (R^2) ของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ของคุณภาพทางเคมีในปลาสัมนสำเร็จรูป

คุณภาพ	อุณหภูมิที่เก็บ (องศาเซลเซียส)	ค่า k	ค่า R^2
ปริมาณ FFA (%oleic acid)	4	0.1029	0.9011
	25	0.1143	0.9255
	35	0.1185	0.8900
	45	0.1538	0.9298
ค่า TBA (mg MDA/kg)	4	0.0248	0.8902
	25	0.0318	0.9370
	35	0.0516	0.9465
	45	0.0848	0.9576

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าไม่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ปลาสัมนสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับคุณภาพของปลาสัมนสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ส่วนการเก็บปลาสัมนสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ พบว่าผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับคุณภาพด้านสี (สีของผิวหนังส่วนท้องและสีของเนื้อปลาที่ติดหนัง) กลิ่นน้ำมันที่ได้รับความร้อน ความแน่นเนื้อ กลิ่นรสเลี่ยนมัน ความรู้สึกภายหลังการกลืนของความเลี่ยนมัน และความยอมรับโดยรวม อาจเนื่องจากการเก็บในอุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ ทำให้ผู้ทดสอบได้กลิ่นที่เกิดจากเปลี่ยนแปลงของไขมัน (Volatile) ของปลา

สัมฤทธิ์ในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นเมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมีร่วมกับคุณภาพทางจุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการคำนวณอายุการเก็บจึงใช้สมการปฏิกิริยาอันดับศูนย์ ($C_A - C_{A0} = -kt$, $n=0$) ของค่า TBA โดยมีค่าไม่เกิน 2.33 mg MDA/kg สำหรับการคำนวณอายุการเก็บของปลาสดสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ซึ่งพบว่าเมื่ออายุการเก็บ 82.3, 64.2, 39.5 และ 24.0 สัปดาห์ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

8.3 สรุป

จากการศึกษาภาชนะบรรจุในเบื้องต้น พบว่าการใช้กระป๋องเคลือบดินบุก ขนาดความกว้าง 8.7 เซนติเมตร และสูง 5.4 เซนติเมตร ซึ่งนับว่ามีความเหมาะสมในระดับหนึ่งและเมื่อคำนวณอายุการเก็บของปลาสดสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแบบเร่ง (Accelerated Shelf Life Testing, ASLT) โดยเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ เกณฑ์ที่ใช้วัดการอายุการเก็บ คือ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคไม่ต่ำกว่า 4 คะแนน (0-10 คะแนน) ซึ่งมีความเห็นจากค่า TBA ไม่เกิน 2.33 mg/MDA kg พบว่าการเก็บปลาสดสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บนาน 82.3, 64.2, 39.5 และ 24.0 สัปดาห์ ตามลำดับ

บทที่ 9

สรุปผลการวิจัย

จากการเข้าเยี่ยมชมแหล่งผลิตปลาสามในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 11 แห่ง พบว่าปลาที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาสาม ได้แก่ ปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ ปลาจีน และปลายี่สก ส่วนขั้นตอนการผลิตของการหมักปลาสามตัวประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการเตรียมปลา ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม ได้แก่ กระเทียมและข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวสุก ขั้นตอนการผสมปลากับส่วนผสม และขั้นตอนการบรรจุและการหมัก ซึ่งแต่ละแหล่งมีรายละเอียดปลีกย่อยและเทคนิคการผลิตที่ต่างกันเล็กน้อย ในส่วนของสูตรส่วนผสมประกอบด้วย 4 ส่วนผสมหลัก คือ ปลา กระเทียม เกลือ และข้าวสุก ซึ่งจากการเข้าเยี่ยมชมและสอบถามจากผู้ผลิตที่มีการเปิดเผยข้อมูล พบว่าในการผลิตปลาสามต้องใช้ปลา ร้อยละ 58.32-84.04 กระเทียม ร้อยละ 4.20-29.15 เกลือ ร้อยละ 0.76-6.67 และข้าวสุก ร้อยละ 6.67-15.75 พร้อมกันนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างจาก 8 แหล่งผลิตจำนวน 9 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างปลาสามที่จำหน่ายในตลาดสดจากภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 8 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างปลาสามทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง เป็นตัวแทนจาก 16 แหล่งผลิต ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพทางเคมีโดยแยกศึกษาระหว่างกลุ่มปลาสามปลาตะเพียน และกลุ่มปลาสามที่ไม่ใช่ปลาตะเพียน พบว่าคุณภาพทางเคมีของทั้งสองกลุ่มปลาสามมีปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแล็กติก ปริมาณเกลือ และปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณไขมันของกลุ่มปลาสามปลาตะเพียนมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มปลาสามที่ไม่ได้ผลิตปลาตะเพียน

จากการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสของปลาสามดิบที่ได้จากแหล่งผลิตในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 7 ตัวอย่าง โดยมีคะแนนระหว่าง 0-10 คะแนน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทุกคุณภาพที่ประเมิน (สีของผิวหนังและเนื้อส่วนของผิวหนังส่วนสัน สีของผิวหนังด้านท้อง สีของเนื้อด้านติดหนัง สีของเนื้อด้านติดก้าง สีของน้ำจากปลาสามดิบ ความชุ่มฉ่ำน้ำ ความมีกลิ่นรวม ความเป็นเมือก การมีฟองก๊าซ ความเป็นมันวาวของผิวเมล็ดข้าว กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นเค็ม กลิ่นคาว กลิ่นกระเทียม การยึดเกาะกันของกล้ามเนื้อ ความชุ่มฉ่ำน้ำ และความมีก้างฝอย) ของปลาสามปลาตะเพียนมีค่าที่อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับปลาสามที่ไม่ได้ผลิตจากปลาตะเพียน ยกเว้นคุณภาพด้านกลิ่นเปรี้ยว และความแน่นเนื้อของปลาสามปลาตะเพียนมีคะแนนอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างสูงกว่าปลาสามที่ไม่ได้ผลิตจากปลาตะเพียน การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสของปลาสามทอด พบว่าคะแนนเฉลี่ยของคุณภาพทุกด้านของปลาสามปลาตะเพียนมีค่าที่อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับปลาสามที่ไม่ได้ผลิตจากปลาตะเพียน ยกเว้นคุณภาพด้านความแน่นเนื้อของปลาสามปลาตะเพียนมีคะแนนอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างสูงกว่าปลาสามที่ไม่ได้ผลิตจากปลาตะเพียน และคุณภาพด้านความชุ่มฉ่ำเนื้อของปลาสามที่ไม่ได้ผลิตจากปลาตะเพียนมี

คะแนนอยู่ในช่วงสูงกว่าปลาส้มปลาตะเพียนเล็กน้อย อย่างไรก็ตามดัชนีบ่งชี้คุณลักษณะปลาส้มที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต้องนำคุณภาพทางจุลชีววิทยามาพิจารณาด้วย

คุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาส้มอายุหมัก 3 วันทั้งหมดจำนวน 17 ตัวอย่าง ผลได้ในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารในปลาส้ม พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาส้มจากทั้ง 17 ตัวอย่าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.8228 ถึง 8.7202 logCFU/กรัม และเป็นโคโลนีของแบคทีเรียเป็นหลัก ซึ่งพบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในปลาส้มปลาตะเพียนมีจำนวนมากกว่าที่พบในปลาส้มที่ผลิตจากปลาจีน และปลานวลจันทร์ พบยีสต์และราในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทั้ง 17 ตัวอย่างปลาส้มจากแหล่งผลิตทั้ง 3 ภาค ดังกล่าวข้างต้น คืออยู่ในช่วง 4.3010 ถึง 8.1931 logCFU/กรัม และเป็นโคโลนีของยีสต์เป็นหลัก (ร้อยละ 95-100) ยีสต์และราที่ตรวจพบในปลาส้มปลาตะเพียนโดยเฉลี่ยมีจำนวนน้อยกว่าที่พบในปลาส้มที่ผลิตจากปลาจีนและปลานวลจันทร์จากผลการศึกษานี้กล่าวโดยสรุปได้ คือ ตัวอย่างปลาส้มจากต่างแหล่งผลิตที่นำมาศึกษาทุกตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์และเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารของประเทศไทยซึ่งระบุจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบต้องไม่เกิน 1×10^5 CFU/กรัมของตัวอย่าง (5.0 logCFU/กรัม) ยีสต์และราต้องไม่เกิน 50 CFU/กรัมของตัวอย่าง (1.6990 logCFU/กรัม) (ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 34) แต่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ในกรณีปลาส้มในประกาศฉบับมาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548 ไม่มีการระบุถึงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีเพียงระบุว่าต้องไม่มีปรากฏให้เห็น ซึ่งในการศึกษานี้มีปลาส้มจำนวน 7 ตัวอย่าง ที่ตรวจไม่พบรา สำหรับจุลินทรีย์ในกลุ่ม Coliform bacteria (Coliforms), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ที่ใช้เป็นตัวชี้คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารและจุลินทรีย์ก่อโรคในปลาส้มที่ได้ตรวจวิเคราะห์นั้น พบว่าปลาส้ม 6 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและ 1 ตัวอย่างในภาคเหนือมีค่า MPN ของ Coliforms สูงที่สุด คือ >1100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งการปนเปื้อนนี้มีความเป็นไปได้ทั้งที่มาจากวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และจากการแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์โดยผู้จำหน่ายในตลาดสด มีปลาส้ม 1 ตัวอย่าง ที่มีค่า MPN ของ Coliforms เท่ากับ 240 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ที่เหลืออีก 7 ตัวอย่าง มีค่า MPN ของ Coliforms อยู่ในช่วง 9 ถึง 93 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม มีปลาส้ม 2 ตัวอย่าง มีค่า MPN ของ Coliforms ต่ำที่สุด คือ <3 และ 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (หลอดที่เกิดแก๊ส) ไป Cross-streak บนอาหาร EMB agar พบลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นหลายลักษณะ มีทั้งโคโลนี metallic sheen โคโลนีสีดำเข้ม และโคโลนีสีชมพูเป็นเมือกเยิ้ม ทั้งนี้ได้ทดสอบโคโลนีที่มีลักษณะต่างกันในขั้น Confirmed test และ Complete test ส่วนผลการตรวจหา *E. coli* ด้วยวิธี MPN พบว่าปลาส้ม 4 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง มีค่า MPN ของ *E. coli* ต่ำสุด คือ <3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตัวอย่างปลาส้มที่เหลือมีค่า MPN ของ *E. coli* อยู่ในช่วง 9 ถึง 95 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม การปนเปื้อนนี้เป็นไปได้ว่ามาจากกระบวนการผลิตและ/หรือมา

จากขณะบรรจุผลิตภัณฑ์โดยผู้ขายหรือผู้ส่งขายในตลาดสด เป็นที่น่าสังเกตว่าปลาสด FIS ที่ได้จากแหล่งผลิตในภาคกลางไม่มีห้องคลุกเคล้าวัตถุดิบและบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นสัดส่วนแต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า MPN ทั้ง Coliforms และ *E. coli* ต่ำมาก (3 และ <3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ)

จากการวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียที่เลือกเก็บโคโลนีจากตัวอย่างที่ให้ผลบวกด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมี พบความหลากหลายของชนิดของแบคทีเรียในกลุ่ม Coliforms และ *E. coli* คือพบทั้ง *E. coli*, *Enterobacter* sp. (มีความเหมือนกับ *Enterobacter aerogenes* และ *Enterobacter cloacae* เมื่อเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API, bioMérieux, Inc.), *Klebsiella pneumoniae* (เป็นชนิดเด่นที่พบและมีความเหมือนกับ *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae*), *Klebsiella* sp. (มีความใกล้เคียงกับ *Klebsiella planticola*) และ *Citrobacter* sp. (มีความเหมือนกับ *Citrobacter freundii* และ *Citrobacter koseri/farmeri*) นอกจากนี้จากผลบวกในขั้นตอนที่หาค่า MPN ยังตรวจพบแบคทีเรียแกรมลบชนิดอื่นอีกคือ *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Erwinia* sp. และ *Serratia* sp.

ผลการตรวจหา *Salmonella* spp. ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสดที่หมักได้ 3 วัน ในขั้นต้นพบว่าจากตัวอย่างปลาสดทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง มีปลาสด 4 ตัวอย่าง (จากแหล่งผลิตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือจำนวน 1, 2 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ) ให้ผลบวกทั้ง *Salmonella* spp. และ *S. aureus* และตัวอย่างปลาสด 6 ตัวอย่าง (4 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตภาคเหนือ และ 2 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตต่างแหล่งกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ให้ผลบวกเฉพาะการตรวจหา *S. aureus* และได้เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่ควรเป็น *Salmonella* ที่เจริญบน XLD agar เพื่อการศึกษาในขั้นการวิเคราะห์ชนิด ซึ่งเมื่อนำโคโลนีเหล่านี้ไปทดสอบการเจริญบนอาหาร Bismuth sulfite agar พบว่าให้ผลเป็นลักษณะ Typical *Salmonella* colonies ที่มีทั้งสีน้ำตาล เทา และดำ จากนั้นได้ศึกษาเพื่อระบุชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรีย ผลที่ได้แสดงถึงแบคทีเรียชนิดเด่นที่พบเหล่านี้ไม่ใช่แบคทีเรียในสกุล *Salmonella* แต่อยู่ในกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ 5 สกุล คือ *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pantoea* และ *Proteus* ซึ่งเมื่อเทียบความเหมือนกับชนิดที่ระบุตาม API 20E Database (bioMérieux, Inc.) แล้วมีความเหมือนกับ *Enterobacter cloacae*, *Pantoea* spp. 2, *Proteus mirabilis* และอาจเป็น *Klebsiella pneumoniae* และ *Klebsiella planticola*

ผลการตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ที่ปนเปื้อนในตัวอย่างปลาสดที่หมักได้ 3 วัน จากที่ได้เลือกเก็บโคโลนีของแบคทีเรียที่พบเจริญบนอาหาร Baird-Parker agar เพื่อศึกษาในขั้นวิเคราะห์ชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานและสมบัติทางชีวเคมี ซึ่งเมื่อนำไอโซเลตที่มีลักษณะของ *S. aureus* เมื่อเจริญบนอาหาร Baird-Parker agar ไปเลี้ยงบนอาหาร TSA เชื้อมีการเจริญที่ให้สีของโคโลนีที่แตกต่าง แต่รูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ยังคงบ่งบอกลักษณะของ *Staphylococci* และเมื่อทดสอบการสร้าง Catalase, Coagulase และสมบัติทางชีวเคมีอื่น ๆ พร้อมทั้งเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API (bioMérieux, Inc.) พบว่าแบคทีเรียเด่นที่พบนี้มีหลายชนิดนอกเหนือจาก *S.*

aureus คือพบทั้ง *S. caprae*, *S. haemolyticus*, *S. sciuri*, *S. xylosus* และไอโซเลทที่มีแนวโน้มเป็น *S. haemolyticus*, *S. sciuri* และ *S. simulans* นอกจากนี้ยังพบไอโซเลทเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาซั่มที่ผลิตจากแหล่งผลิตในภาคเหนือซึ่งจัดเป็น *Micrococcus* sp.

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจเพื่อประเมินจำนวนจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปในผลิตภัณฑ์ปลาซั่มที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกัน 17 แหล่ง กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปลาซั่มบางปัจจัย สามารถกล่าวโดยสรุปได้คือ 1) ชนิดของปลา (ปลาตะเพียนและปลาอื่นที่มีใช้ปลาตะเพียน) ให้ผลที่แตกต่างด้านจำนวนของแบคทีเรียเล็กติก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา โดยปลาซั่มปลาตะเพียนตรวจพบจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า แต่มีค่าการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนแบคทีเรียกรดเล็กติกมากกว่าที่พบในปลาซั่มที่ผลิตจากปลาจีนและปลานวลจันทร์ 2) ชนิดของข้าวที่ใช้ (ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า) ไม่ให้ผลที่แตกต่างด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา และจำนวนของแบคทีเรียเล็กติก 3) การล้างและไม่ล้างข้าวหนึ่งสัปดาห์ไม่มีผลด้านส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียเล็กติก และยีสต์และรา และ 4) การขัดท้องและไม่ขัดท้องปลาที่หมักด้วยส่วนผสมของข้าว กระเทียม และเกลือไม่มีผลต่อจำนวนของแบคทีเรียเล็กติก แต่อาจมีหรือไม่มีผลต่อชนิดเด่นของแบคทีเรียที่พบ เมื่อประเมินด้านสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าปลาซั่ม FIS จากแหล่งผลิตในภาคกลาง มีสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์สูงสุด รองลงมา คือ ปลาซั่ม FKU และ FJPb จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ตามลำดับ

การศึกษาในขั้นตอนนี้ได้ตรวจหาและวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดเล็กติก ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมักปลาซั่ม จากตัวอย่างปลาซั่มที่ได้จากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย ซึ่งพบจำนวนแบคทีเรียกรดเล็กติกใกล้เคียงกันทั้งตัวอย่างปลาซั่มจากแหล่งผลิตในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คืออยู่ในช่วง 6.5966 ถึง 8.7364 และ 6.7634 ถึง 8.3617 logCFU/กรัม เมื่อตรวจนับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar และ MRS agar (ที่เติม 0.5% CaCO₃) ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าแบคทีเรียกรดเล็กติกที่ตรวจพบในปลาซั่มปลาตะเพียนส่วนใหญ่มีจำนวนมากกว่าที่พบในปลาซั่มที่ผลิตจากปลาจีนและปลานวลจันทร์ จากนั้นได้ที่แยกเก็บไอโซเลทของแบคทีเรียกรดเล็กติกจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการและให้การยอมรับ 7 อันดับแรก ได้มาจากแหล่งผลิต 6 แหล่ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ คือ FJPb จากจังหวัดเพชรบูรณ์ JPLP จากจังหวัดลำพูน FTMP จากจังหวัดพะเยา FKU จากจังหวัดขอนแก่น MYYS และ MYGYS จากจังหวัดยโสธร และปลาซั่ม JMUb จากจังหวัดอุบลราชธานี และเมื่อวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรียโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทที่พบเด่นคือ *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus coprophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* (*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*/ *dextranicum* 2), *Pediococcus pentosaceus* และ *Pediococcus damnosus*

จากการทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาตะเพียนและอาศัยข้อมูลจากที่ได้ศึกษาตัวอย่างปลาสดจากแหล่งผลิตที่เป็นการค้า ได้พัฒนาสูตรส่วนผสมของวัตถุดิบ จากที่หมักแตกต่างกัน 4 สูตร ที่มีข้อแตกต่างหลัก คือ ส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 3 ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 1 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และข้าวเจ้าหุงสุกที่ผ่านการล้างน้ำ ส่วนผสมสูตรที่ 2 และ 4 ที่ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 2 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม โดยหมักปลากับเกลือไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างเกลือออกก่อน จากนั้นเตรียมส่วนผสมที่ใช้เกลือป่นอีก 100 กรัม และใช้ข้าวเหนียวหนึ่งสุกที่ผ่านการล้างน้ำ โดยหมักปลาทุกสูตรที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เก็บตัวอย่างปลาหมักเมื่อหมักได้ 0, 1, 2 และ 3 วัน วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด และตรวจหาจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมักในกลุ่มจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียกรดแล็กติก พร้อมทั้งได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยประมาณด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นของตัวอย่างปลาหมักอายุ 3 วัน พบว่าสูตรที่ 1, 2 และ 4 ให้ปลาสดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.79, 4.90 และ 4.98 ซึ่งต่ำกว่าสูตรที่ 3 (ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.44) และอยู่ในช่วงที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสด มาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548 และพบว่าส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้หมักปลาสดสูตรที่ 1 และ 4 ให้ปลาสดที่มีความแน่นเนื้อและมีกลิ่นเปรี้ยว สูตรที่ 2 ให้ปลาสดที่มีกลิ่นปลาเน่าเสีย สำหรับสูตรที่ 3 ให้ปลาสดที่มีความแน่นเนื้อมากกว่าสูตรที่ 1 และมีกลิ่นที่ให้ความรู้สึกเค็ม จึงเลือกสูตรของส่วนผสมสูตรที่ 1 และ 4 เพื่อทดลองหมักปลาสดจากปลาตะเพียนอีกครั้ง พร้อมทั้งลองใช้สูตรที่ 1 ที่เพิ่มปริมาณเกลือเป็น 1.5 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และปรับใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบในการหมักใหม่ให้แตกต่างกัน 3 คือ สูตรที่ 1 และ 2 ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 1 และ 1.5 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม และข้าวเจ้าหุงสุกและล้างน้ำ ส่วนผสมสูตรที่ 3 ที่ใช้เกลือป่น (จากเกลือสมุทรที่เป็นผลึก) 2 กิโลกรัม ต่อปลาสด 10 กิโลกรัม หมักปลากับเกลือไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างเกลือออก จากนั้นเตรียมส่วนผสมที่ใช้เกลือป่นอีก 100 กรัม และใช้ข้าวเหนียวหนึ่งสุกและล้างน้ำ หมักเป็นเวลา 3 และ 7 วัน พบว่าปลาสดทุกสูตรเมื่อหมัก 3 วัน ได้รับการยอมรับมากกว่าหมัก 7 วัน สูตรที่ 1 ให้ปลาสดที่มีความแน่นเนื้อและมีกลิ่นที่ให้ความรู้สึกเปรี้ยว โดยประมาณที่ดีกว่าสูตรที่ 2 และ 3 และเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการ นำปลาสดหมักเป็นเวลา 3 วัน และผ่านการทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส แล้วจึงทดสอบชิม ทำให้ได้ผลสรุป คือ ปลาสดที่หมักนั้นไม่มีรสเปรี้ยว มีรสเค็มจัด และยังไม่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นปลาสด จึงได้มีการทดลองหมักปลาสดเพื่อปรับสูตรส่วนผสมสำหรับใช้ในการหมักปลาสดโดยคำนึงถึงปริมาณเกลือเป็นหลัก จากการทดลองปรับสูตรปลาสดโดยลดปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักคงสัดส่วนของส่วนประกอบอื่น พร้อมทั้งคำนึงถึงชนิดของเกลือ ซึ่งการหมักปลาสดโดยทั่วไปใช้เกลือเม็ดซึ่งมักมีสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ เช่น กรวด หิน ดิน ทรายและฝุ่นผง ซึ่งมีผลถึงการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในส่วนผสมของการหมักที่อาจเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของปลาสดในระหว่างกระบวนการหมักได้ จึงใช้เกลืออนามัยในการหมักเพื่อเปรียบเทียบกับเกลือเม็ดที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 3

ระดับ (ร้อยละ 7.14, 10.34 และ 13.33 โดยน้ำหนัก) หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน พร้อมทั้งนำปลาสดที่ได้ไปทอดสุกและทดสอบชิม พบว่าการหมักปลาสดด้วยเกลือเม็ดต้องใช้ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 6.11 โดยน้ำหนัก จึงจะทำให้เนื้อปลามีความแน่นเนื้อดี และไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า แต่ปลาสดที่ได้มีรสเค็มจัดและไม่มีรสเปรี้ยว ส่วนการใช้เกลืออนามัยในการหมักปลา พบว่าปลาสดที่ได้มีคุณภาพดีกว่าอย่างเห็นได้ชัด โดยเกลืออนามัยที่ระดับความเข้มข้นเพียงร้อยละ 5.10 โดยน้ำหนัก ก็ทำให้ได้ปลาสดที่มีรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ดี จึงเลือกเกลือในระดับดังกล่าวในการหมักปลาสดสำหรับการทดลองผลิตปลาสดพร้อมรับประทาน

จากสูตรส่วนผสมที่ทดลองได้เมื่อทดลองใช้หมักปลาน้ำจืด 5 ชนิด คือ ปลาตะเพียน ปลาดุก ปลานวลจันทร์ ปลานิล และปลาสวาย พบว่าปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ และปลาสวายเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการหมักปลาสด เมื่อใช้สูตรส่วนผสมที่ประกอบด้วยปลาสด 2 กิโลกรัม เกลืออนามัย 0.15 กิโลกรัม กระเทียม 0.20 กิโลกรัม และข้าวเจ้าสุกที่ผ่านการล้างน้ำ 0.40 กิโลกรัม ทำให้ได้ปลาสดที่มีคุณลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการและสอดคล้องกับข้อกำหนดหลายประการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาสดมาตรฐานเลขที่ มพข. 26/2548 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้นี้มีลักษณะปลาสดโดยสมบูรณ์เมื่อหมักได้ 3 วัน นอกจากวัตถุดิบ (ปลา) แล้วทดลองหาอุณหภูมิและระยะเวลาหมักที่เหมาะสม โดยหมักปลาสดโดยใช้ปลาตะเพียนขาวในห้องปฏิบัติการด้วยสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์คุณภาพของปลาหมักที่ 0 ถึง 132 ชั่วโมง และหาระยะหมักที่เหมาะสม พบว่าทั้งอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 132 และ 96 ชั่วโมงตามลำดับ ที่จัดได้ว่าเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักปลาสดจากปลาตะเพียนในห้องปฏิบัติการ พร้อมกับการได้มีการตรวจหาแบคทีเรียกรดแล็กติก และเลือกเก็บไอโซเลทของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบเด่นที่แยกได้จากปลาสด (อายุหมัก 3 วัน) ที่ทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ เมื่อนำมาวิเคราะห์ชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี พบว่าไอโซเลทเหล่านี้ คือ *Lactobacillus brevis* หลายสายพันธุ์, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus* sp. (มีความเหมือนกับ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* เมื่อเทียบผลการทดสอบกับสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่มีในฐานข้อมูลของระบบ API, bioMérieux, Inc.) *Leuconostoc mesenteroides* (พบทั้งสายพันธุ์ที่มีความเหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 1 97.5% เหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides/dextranicum* 2 99.8, 99.0 และ 98.8% และเหมือนกับ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* 78.4%), *Pediococcus pentosaceus*, *Aerococcus* sp., และ *Lactobacillus* sp. (มีความเหมือนกับ *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* 3 61.1%)

ด้านการพัฒนาสูตรกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแล็กติกสำหรับกระบวนการหมักปลาสดได้พัฒนาสูตรกล้าเชื้อเดี่ยวใช้เชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียกรดแล็กติกชนิดเด่นที่แยกได้จากตัวอย่างปลาสดที่ผลิตเป็นการค้าที่มีชื่อเสียงจากภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 17 ตัวอย่าง ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง และไอโซเลทที่แยกได้จากการทดลองหมักปลาสดใน

ห้องปฏิบัติการจำนวนทั้งสิ้น 28 สายพันธุ์ที่ต่างกัน ทดลองหมักปลาสดจากปลาตะเพียนด้วยสูตรส่วนผสม ตามผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่ได้พบว่าไอโซเลทของแบคทีเรียชนิด *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* และ *Lactococcus lactis* ให้ผลผลิตก้างปลาสดที่มีเนื้อมีแนวโน้มในทางที่มีคุณภาพดี จึงได้พัฒนาสูตรกล้าเชื้อผสมสำหรับการหมักปลาสด โดยได้คัดเลือกและเตรียมกล้าเชื้อผสม 2 ถึง 4 สายพันธุ์ ที่แตกต่างกัน 6 สูตร พร้อมทั้งทดลองหมักปลาสดในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 5 วัน เทียบกับปลาสดหุคควบคุม (Control) ที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งเมื่อทดสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา เคมีและกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสด พบว่าปลาสดที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสม 4 สูตร ที่ประกอบด้วยสายพันธุ์เฉพาะของ (1) *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus pentosaceus*, (2) *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Leuconostoc mesenteroides*, (3) *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* และ *Lactobacillus brevis* และ (4) *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Lactococcus lactis* เป็นผลิตภัณฑ์ปลาสดที่ผู้บริโภคยอมรับตั้งแต่หมักได้ 2 วัน มีการปนเปื้อนของ Coliforms และ *E. coli* เมื่อตรวจหาด้วยวิธี MPN น้อยกว่าอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาสด Control และไม่พบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus*

การศึกษาระบวนการให้ความร้อนและความดันสูงที่มีผลต่อก้างฝอยของปลาตะเพียนในระบบจำลอง พบว่าระยะเวลาการให้ความร้อนและความดันที่เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงทำให้ให้ก้างปลาเกิดความสึกกร่อนมากขึ้น ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นของเกลือกลับช่วยลดความสึกกร่อนและเสียหายของก้างปลาได้ เมื่อนำปลาสดทอดไปบรรจุกระป๋องและผ่านกระบวนการให้ความร้อนความดันสูงที่ 121 องศาเซลเซียสและความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (กระบวนการทำให้ก้างนิ่มหรือกระบวนการสลายก้าง) แก่ปลาสดทอดนาน 45, 60 และ 75 นาที พบว่าปลา ข้าว และกระเทียมมีน้ำตาลสะสมเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ให้ความร้อนและความดันเพิ่มขึ้น คุณภาพทางเคมีของปลาสดที่ทอดหลังผ่านกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในขณะที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสดทอดที่ผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 0 และ 45 นาที ให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกัน แต่ปลาสดที่ผ่านกระบวนการสลายก้างเป็นเวลา 45 นาที ให้ค่าการทดสอบที่ดีกว่าในบางคุณลักษณะ คือ ไม่พบก้างฝอยระหว่างการเคี้ยวและกลืนและกลิ่นคาวปลาลดลง ส่วนปลาสดทอดที่ผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 60 และ 75 นาที มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่าที่ 45 นาทีเป็นอย่างมาก คือ มีสีน้ำตาลเข้ม เกิดรสขม ความแน่นเนื้อลดลง และเนื้อปลาร่วนไม่เกาะกันแน่น ซึ่งที่ผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 45 นาที ได้คะแนนความยอมรับโดยรวมสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาสดทอดที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการสลายก้างนาน 60 และ 75 นาที จากการทดสอบความยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ปลาสดก้างนิ่มพร้อมรับประทานจำนวน 3 ตัวอย่าง คือ ปลาสดปลาตะเพียนที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกจำนวน 2 สูตร (SUT1 และ SUT2) และหมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ (Control) เป็นเวลา 2 วัน โดยผู้ทดสอบ

ชิมเป็นผู้ที่บริโภคทั่วไปที่รับประทานปลาสด จำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับปลาสด กุ้งนึ่งพร้อมรับประทานที่ผลิตจากการหมักปลาตะเพียนด้วยกล้ำเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้ง SUT1 และ SUT2 ในการศึกษาภาชนะบรรจุในเบื้องต้นโดยใช้กระป๋องเคลือบดินเผาขนาดกว้าง 8.7 เซนติเมตร และสูง 5.4 เซนติเมตร ซึ่งนับว่ามีความเหมาะสมในระดับหนึ่ง และเมื่อคำนวณอายุการเก็บ ของปลาสดสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแบบเร่ง (Accelerated Shelf Life Testing, ASLT) โดยเก็บที่ อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ ในระดับความชื้น ของค่า TBA ไม่เกิน 2.33 mg/MDA kg ร่วมกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความยอมรับโดยรวม ของไม่ต่ำกว่า 4 คะแนน (0-10 คะแนน) และคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าการเก็บปลาสดสำเร็จรูป พร้อมรับประทานที่อุณหภูมิ 4, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บนาน 82.3, 64.2, 39.5 และ 24.0 สัปดาห์ ตามลำดับ

บทที่ 10

บรรณานุกรม

- กรมประมง กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 2548. ปลาที่เพาะเลี้ยงง่าย. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, กรุงเทพฯ. 10-13.
- ไทยตำบล ดอล คอท. 2550. สินค้ากลุ่มปลาสาม [On-line]. Available: <http://thaitambon.com/tambon/totoprods.asp?>.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2545. *เคมีอาหาร*. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพศาล วุฒิจำนงค์. 2545. *Water Activity* กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. [On-line]. Available: <http://www.phtnet.org/content.asp?mod=article&action=view&id=12>.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2548. คณะอุตสาหกรรมเกษตร ม.เกษตรศาสตร์ [On-line]. Available: http://www.clinictech.most.go.th/Nuke/html/Upload/FoodSafety/L2_SL-ASLT.pdf.
- วิไล รังสาทอง. 2543. *เทคโนโลยีแปรรูปอาหาร. น้ำในอาหาร*. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัลพับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาสาม มาตรฐานเลขที่ มผช. 26/2548*. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- Andersen, R. and Sørensen, A. 1999. An enzymatic method for the determination of fructans in foods and food products. *Euro. Food Res. Tech.* 210: 148-152.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA, U.S.A.
- AOAC International. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th Edition. AOAC International, Arlington, VA, U.S.A.
- AOAC International. 1997. Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC International, Gaithersburg. MD, U.S.A.
- AOAC International. 1998. Food and Drug Administration: Bacteriological Analysis Manual, 8th Edition, Revision A. AOAC International, Gaithersburg, MD, U.S.A.
- AOAC International. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition. AOAC International, Gaithersburg. MD, U.S.A.
- Allen J.C. and R.J. Hamilton. 1994. Rancidity in Foods. Blackie Academic, London.
- Atlas, R.M. 2000. *Handbook of Microbiological Media*. 3rd Edition. CRC press, Boca Raton, U.S.A.

- Australian Food Safety Centre of Excellence. 2005. *Shelf life of foods* [On-line]. Available: <http://www.foodsafetycentre.com.au/factsheets/shelf-life.htm>.
- Axelsson, L. 1998. Lactic acid bacteria: Classification and physiology. In Salminen, S. and von Wright, A. (eds.).1998. *Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects*. 2nd Edition (pp. 1-72). Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A.
- Bindu, J., Ravishankar, C.N., and Srinivasa Gopal, T.K. (2007). Shelf life evaluation of a ready-to-eat black clam (*Villorita cyprinoides*) product in indigenous retort pouches. *Journal of Food Engineering*, 78, 995-1000.
- Bjorkroth, K. J., Schillinger, U., Geisen, R., Weiss, N., Hoste, B., Holzapfel, W. H., Korkeala, H. J., and Vandamme, P. 2002. Taxonomic study of *Weissella confusa* and description of *Weissella cibaria* sp. nov., detected in food and clinical samples. *International Journal of Systematic Evolution Microbiology*. 52: 141-148.
- Camire, M.E., Camire, A., and Kumbar, K. 1990. Chemical and nutritional changes in food during extraction. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 29: 35-57.
- Chaing, B.H., Norton, W.H., and Anderson, D.B. 1981. The effect of hot-processing, seasoning and vacuum packaging on the storage stability of frozen pork patties. *Journal of Food Processing and Preservation*. 5(3): 161-168.
- Coles, R., McDowell, D., and Kirwan, M. J. 2003. *Food Packaging Technology*. Blackwell Publishing. 8-11.
- Coppola, S., Mauriello, G., Apote, M., Moschetti, G., Villami, F. 2000. Microbial succession during ripening of Naples-type salami, a southern Italian fermented sausage. *Meat Sci*. 56: 321-329.
- Di Maria, S., Basso, A.L., Santoro, E., and Grazia, L. 2002. Monitoring of *Staphylococcus xylosus* DSM 20266 added as starter during fermentation and ripening of soppressata molisana, a typical Italian sausage. *J. Appl. Microbiol*. 92:158-164.
- Doßmann, M.U., Hammes, W.P., Klostermaier, P., Vogel, R.F. 1998. Influence of ecological parameters on the competitiveness of *L. pentosus* and *L. sakei*. *Fleischwirtschaft*. 78: 905-908.
- Food Development Centre. 2006. *Shelf Life Studies* [On-line]. Available: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/fdc/services/fdc04s05.html>.
- Fritsch, C.M. 1981. Measurement of frying fat deterioration. A brief review. *Journal of American Oil Chemists Society*. 58: 272-274.
- Gelman, A., Drabkin, V., and Glatman, L. 2001. Evaluation of lactic acid bacteria, isolated from lightly preserved fish products, as starter cultures for new fish-based food products. *Innovative Food Sci. & Emerging Technol*. 1: 219-226.

- Gold, R.S., Meagher, M.M., Tong, S., and Hutkins, R.W. 1996. Cloning and expression of the *Zymomonas mobilis* 'production of ethanol' genes in *Lactobacillus casei*. *Curr. Microbiol.* 33: 256-260.
- Hammes, W.P. and Knauf, H.J. 1994. Starters in the processing of meat products. *Meat Sci.* 36: 155-168.
- Hofvendahl, K. and Hahn-Hagerdal, B. 2000. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. *Enzyme Microbiol. Technol.* 26: 87-107.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., and Williams, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9th Edition. Williams & Wilkins, Baltimore, U.S.A.
- Hugas, M. and Monfort, J.M. 1997. Bacterial starter cultures for meat fermentation. *Food Chem.* 59: 547-554.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 1986. Microorganisms in Food, 2. Sampling for Microbiological Analysis. Principles and Specific Applications, 2nd Edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.S.A. ISBN-0632-015-675.
- Kaban, G. and Kaya, M. 2006. Effect of starter culture on growth of *Staphylococcus aureus* in sucuk.. *Food Control.* 17:797-801.
- Kandler, O. and Weiss, N. 1986. Regular, nonsporing Gram-positive rods. In Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E., and Holt, J.G. (eds.). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Volume 2 (pp. 1208-1234). Williams & Wilkins, Baltimore, U.S.A.
- Klaenhammer, T., Altermann, E., Arigoni, F., Bolotin, A., and Siezen, R. 2002. Discovering lactic acid bacteria by genomics. *Antonie van Leeuwenhoek.* 82: 29-58.
- Kongkiattikajorn, J., Limsuwan, S., and Visessanguan, W. 2006. Study of free amino acid and amine contents of Thai fermented sausages during fermentation. *Thai J. Biotechnol.* 7: 40-44.
- Kopermsub, P., Vichitphan, S., and Yunchalard, S. 2006. Lactic acid bacteria isolated from Plaa-som, a Thai fermented fish product. *Thai J. Biotechnol.* 7: 32-39.
- Labuza, T. 1982. *Determination of the Shelf Life of Foods* [On-line]. Available: http://faculty.che.umn.edu/fscn/ted_labuza/PDF_files/papers/General%20Shelf%20Life%20Review.pdf.
- Lai, S.M., Gray, J.I., Booren, A.M., Crackel, R.L., and Gill, J.L. 1995. Assessment of off-flavour development in restructured chicken nuggets using hexanal and TBARS measurements and sensory evaluation. *Journal of Food the science of food and agriculture.* 67: 447-452.

- Leroy, F., Verluyten, J., and Vuyst, L.D. 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 106: 270-285.
- Martin, L., Timan, M.L., Patron, M.J., Ventanas, J., and Antequena, T. 2000. Evolution of volatile aldehydes in Iberian ham matured under different processing conditions. *Meat Science.* 54(4): 333-337.
- Modi V.K., Mahendrakar N.S., Narasimha Rao, D., and Sachindra, N.M. 2003. Quality of buffalo meat burger containing legume flours as binders. *Meat Science.* 66: 143-149.
- Modi, V.K., Mahendrakar, N.S., Sachindra, N.M., and Narasimha Rao, D. 2004a. Quality of nuggets prepared from fresh and smoked spent layer chicken meat. *Journal of Muscle Foods.* 15: 195-204.
- Modi, V.K., Sidde Gowda, G.S., Sakhare, P.Z., Mahendrakar, N.S. and Narasimha Rao, D. 2006. Pre-processed spice mix formulation and changes in its quality during storage. *LWT.* 39: 613-620.
- Nawar, W.W. (2000). Lipids. Ch. 5. In "Food Chemistry" 3rd ed. by O.R. Fennema. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 225-319.
- Olano, A., Chua, J., Schroeder, S., Minari, A., Salvia, M.L., and Hall, G. 2001. *Weissella confusa* (basionym: *Lactobacillus confusus*) bacteremia: a case report. *Journal of Clinical Microbiology.* 39(4): 1604-1607.
- Olympia, O., Ono, H., Shinmyo, A., and Takano, M. 1992. Lactic acid bacteria in fermented fishery product, 'Burong bangus'. *J. Ferment. Bioeng.* 73: 193-197.
- Orillo, C.A. and Pedersson, C.S. 1968. Lactic acid bacteria fermentation of Burong Dalag. *Appl. Microbiol.* 16: 1669-1671.
- Østergaard, A., Embarek, P.K.B., Yamprayoon, J., Wedell-Neergaard, C., Huss, H., and Gram, L. 1998. Fermentation and spoilage of Som-Fak, a Thai low-salt fish product. *Trop. Sci.* 38: 105-112.
- Owens, J.D. and Mendoza, L.S. 1985. Enzymatically hydrolysed and bacterially fermented fish products. *J. Food Technol.* 20: 273-293.
- Paludan-Müller, C., Huss, H.H., and Gram, L. 1999. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Thai low-salt fermented fish product and role of garlic as substrate for fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 46: 219-229.
- Phithakpol, B., Varayanond, W., Reungmanee-paitoon, S., and Wood, H. 1995. *The Traditional Fermented Foods of Thailand.* Bangkok, Thailand: Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Thailand.

- Phromraksa, P., Wiriacharee, P., Rujanakraikarn, L., and Pathomrungrungsiyungkul, P. 2003. Identification of main factors affecting quality of Thai fermented pork sausage (Sai Krok Prew). *J. CMU*. 2(2): 89-96.
- Phromraksa, P., Wiriacharee, P., Rujanakraikarn, L., and Pathomrungrungsiyungkul, P. 2004. Optimizing formulation and fermentation time of Thai fermented pork sausage (Sai Krok Prew) using starter cultures. *J. CMU*. 3(2): 133-146.
- Reddy, L., Setty, T.M. R., and Dora, K.C. 1992. Studies on storage behavior of frozen fish fingers from croacker and perched. *Fishery Technology*. 29(1): 35-39.
- Saisithi, P., Wongkhalaung, C., Boonyaratanakornkit, M., Yongmanitchai, P., Chimanage, P., and Maleehuan, S. 1986. *Improvement of Thai traditional fermented fish product: Som-fak*. Bangkok, Thailand: Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Thailand.
- Saisithi, P. 1987. Traditional fermented fish products with special reference to Thai products. *J. Asean Food*. 3: 3-10.
- Saisithi, P., Yongmanitchai, P., Chimanage, P., Wongkhalaung, C., Boonyaratanakornkit, M., and Maleehuan, S. 1996. *Improvement of a Thai traditional fermented fish products: Somfak*. Report to the Food and Agricultural Organisation of the United Nations, November 1996.
- Samelis, J., Metaxopoulos, J., Vlassi, M., Pappa, A., 1998. Stability and safety of traditional Greek salami-a microbiological ecology study. *Int. J. Food Microbiol.* 44: 69-82.
- Satomi, M., Kimura, B., Mizoi, M., and Sato, T. 1997. *Tetragenococcus muriaticus* sp. nov., a new moderately halophilic lactic acid bacterium isolated from fermented squid liver sauce. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 47: 832-836.
- Schleifer, K.H. and Fischer, U. 1982. Description of a new species of the genus *Staphylococcus*: *Staphylococcus carnosus*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 32: 153-156.
- Simpson, W.J. and Taguchi, H. 1995. The genus *Pediococcus*, with notes on the genera *Tetragenococcus* and *Areococcus*. In: Wood B.J.B. and Holzapfel W.H. (eds.). *The Genera of Lactic Acid Bacteria* (pp. 125-172). Chapman and Hall, London.
- Steele, R. (ed.) 2004. *Understanding and Measuring the Shelf- life of Food*. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge. U.K.
- Steinkraus, K.H. 1996. *Handbook of Indigenous Fermented Foods*. Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A.
- Tanasupawat, S., Hashimoto, Y., Ezaki, T., and Kozaki, M. 1991. Identification of *Staphylococcus carnosus* strains from fermented fish and soy sauce mash. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 37: 479-494.

- Tanasupawat, S., Hashimoto, Y., Ezaki, T., and Kozaki, M. 1992. *Staphylococcus piscifermentans* sp. nov., from fermented fish in Thailand. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 42: 577-581.
- Tanasupawat, S. and Komagata, K. 1995. Lactic acid bacteria in fermented foods in Thailand. *World J. Microb. Biotech.* 11: 253-256.
- Tanikawa, E. 1985. Marine Product in Japan. 2nd ed. Koseisha-Koseikaku, Co., Ltd. Tokyo.
- Tjener, K., Stahnke, L.H., Andersen, L., and Martinussen, J. 2004. The pH-unrelated influence of salt, temperature and manganese on aroma formation by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* in a fermented meat model system. *Int. J. Food Microbiol.* 97: 31-42.
- Water Activity Org. 2000. About Water Activity [Online-available]:
<http://www.wateractivity.org/theory.html>.
- Wu, Y.C., Kimura, B., and Fujii, T. 2000. Comparison of three culture methods for the differentiation of *Micrococcus* and *Staphylococcus* in fermented squid shiokara. *J. Fish. Sci.* 66: 142-146.

ภาคผนวก

โครงการ ปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2547 ถึง 30 พฤศจิกายน 2549

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

ดร. มาโนชญ์ สุธีรพัฒนานนท์

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลงานจากโครงการไปใช้ประโยชน์

จากผลงานวิจัยที่ได้ก่อให้เกิดสิทธิบัตรจำนวน 2 ฉบับ คือ

- กรรมวิธีการผลิตปลาสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน
- กรรมวิธีการผลิตปลาสำเร็จรูปด้วยกลิ่นและรสชาติที่เรียกว่ารสเค็มเค็ม

เพื่อรักษาความลับของการวิจัย ด้วยเหตุนี้จึงไม่มีการตีพิมพ์บทความสำหรับการเผยแพร่

การเปรียบเทียบ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการ และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. เยี่ยมสถานที่ผลิตปลาสำเร็จรูปและเก็บตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	1. ได้ข้อมูลพื้นฐานวิธีการผลิตทั้งแบบครัวเรือนและอุตสาหกรรม	1. ได้ข้อมูลการผลิตปลาสำเร็จรูปในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งแบบครัวเรือน และอุตสาหกรรมรวม 11 แห่ง	
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของปลาสำเร็จรูปที่มาจากแหล่งต่าง ๆ	2. ได้ข้อมูลพื้นฐานคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และประสาทสัมผัสที่บอกลักษณะปลาสำเร็จรูปที่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค	2. ได้ข้อมูลพื้นฐานคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และประสาทสัมผัสที่บอกลักษณะปลาสำเร็จรูปที่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค	
3. วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างปลาสำเร็จรูปที่เก็บจากแหล่งผลิต โดยตรวจหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ 3.1 จุลินทรีย์ที่พบทั่วไป 3.2 จุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดและจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยของกระบวนการผลิตอาหาร	3. ได้ข้อมูลคุณภาพทางจุลชีววิทยา ของตัวอย่างปลาสำเร็จรูปที่เก็บจากแหล่งผลิต	3. ได้ข้อมูลคุณภาพทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างปลาสำเร็จรูปที่เก็บจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย จำนวนทั้งสิ้น 16 แห่ง (17 ตัวอย่าง) ที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา Coliforms (Total coliforms และ Fecal coliforms เน้น <i>E. coli</i>), <i>Salmonella</i> spp. และ <i>Staphylococcus aureus</i> ในตัวอย่างปลาสำเร็จรูป	

กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
4. ตรวจสอบ แยก และวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตปลาซึ่ม จากตัวอย่างปลาซึ่มที่เก็บจากแหล่งผลิต	4.1 ได้ข้อมูลจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมักปลาซึ่ม 4.2 ได้จุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรค และสามารถทดลองใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตปลาซึ่ม	4.1 ได้ข้อมูลแบคทีเรียกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมักปลาซึ่ม 4.2 ได้ไอโซเลทของแบคทีเรียกรดแล็กติกที่พบเด่นในตัวอย่างปลาซึ่มที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค และเป็นแบคทีเรียชนิดที่ไม่มีรายงานการก่อโรค และสามารถทดลองใช้เป็นต้นเชื้อในการผลิตปลาซึ่มจากปลาตะเพียน	
5. ทดลองหมักปลาซึ่มในห้องปฏิบัติการและติดตามจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก	5.1 ได้ข้อมูลจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักปลาซึ่ม 5.2 ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการใช้เป็นกล้าเชื้อ	5.1 ได้ข้อมูลจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักปลาซึ่มจากการทดลอง ดังนี้ 5.1.1 ทดลองหมักปลาซึ่มจากปลาตะเพียนในห้องปฏิบัติการด้วยสูตรส่วนผสมของวัตถุดิบที่พัฒนาขึ้น 5.1.2 ทดลองหมักปลาซึ่มในห้องปฏิบัติการโดยใช้ปลาน้ำจืด 5 ชนิด 5.1.3 ทดลองหมักปลาซึ่มโดยใช้ปลาตะเพียนและเติมกล้าเชื้อทั้งเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสม 5.2 ได้สายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการใช้เป็นกล้าเชื้อ	
6. ทดสอบหาวิธีการกำจัดก้างฝอย	6.1 ได้ข้อมูลกรรมวิธีที่เหมาะสมในการลดก้างฝอย 6.2 ได้ข้อมูลทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาซึ่มที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อลดก้างฝอย และคุณภาพทางเคมี	6.1 ได้ข้อมูลกรรมวิธีที่เหมาะสมในการลดก้างฝอย 6.2 ได้ข้อมูลทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาซึ่มที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อลดก้างฝอย และคุณภาพทางเคมี	
7. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ปลาซึ่มกึ่งนึ่งพร้อมรับประทาน	7.1 ได้ข้อมูลชนิดภาชนะบรรจุที่เหมาะสมสำหรับปลาซึ่มที่ผ่านการกำจัดก้างฝอย 7.2 ได้ข้อมูลอายุการเก็บปลาซึ่มที่ผ่านกระบวนการกำจัดก้างฝอย 7.3 ได้ข้อมูลการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของปลาซึ่มระหว่างการเก็บ	7.1 ได้ข้อมูลชนิดบรรจุภัณฑ์ในเบื้องต้น 7.2 ได้ข้อมูลอายุการเก็บปลาซึ่มที่ผ่านกระบวนการกำจัดก้างฝอย 7.3 ได้ข้อมูลการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของปลาซึ่มระหว่างการเก็บ	ไม่สามารถดำเนินการได้อย่างสมบูรณ์*

กิจกรรม (ตามแผน) (ต่อ)	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
8. จัดทำคู่มือและขั้นตอนการผลิตปลาสามที่ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย	8. ได้คู่มือและขั้นตอนการผลิตปลาสามที่ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย	8. ไม่ได้ดำเนินการ	ต้องรักษาความลับของข้อมูล**
9. เชิญประชุมกลุ่มผู้ผลิตปลาสามที่ได้รับคัดเลือกให้เป็นสินค้า OTOP และผู้ผลิตปลาสาม	9. ผู้ผลิตปลาสามที่ได้รับข้อมูลการผลิตปลาสามที่สามารถช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย	9. ไม่ได้ดำเนินการ	ต้องรักษาความลับของข้อมูล**

หมายเหตุ: *ไม่สามารถดำเนินการได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเครื่องมืออีกทั้งงบประมาณในส่วนนี้ถูกนำไปใช้เพื่อความสมบูรณ์ของงานทดลองหมักปลาสามในห้องปฏิบัติการให้ได้มาซึ่งกล้าเชื้อที่เหมาะสมในการหมักปลาสาม

**ต้องรักษาความลับของข้อมูล เนื่องจากการจดสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ ต่อ สกว.

1. ควรมีการพัฒนาการผลิตกล้าเชื้อสำหรับปลาสามในรูปผงแห้งเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม
2. ควรมีการศึกษาและพัฒนากระบวนการแปรรูปและการจัดการผลิตปลาสามเพื่อให้ปลอดภัยสารไบโอจีนิกเอมีน

สารละลายและอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์

1. สารละลายและสีย้อม

1.1 Acetone alcohol

Alcohol (95%)	700.0 มิลลิลิตร
Acetone	300.0 มิลลิลิตร
ผสมให้เข้ากัน	

1.2 Bufferfield's buffered phosphate diluent (Phosphate-buffered solution)

Stock solution:

Potassium di-hydrogen phosphate	34.0 กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	500.0 มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.2 ด้วย 175 มิลลิลิตร ของ 1N NaOH จากนั้นปรับปริมาตรให้เท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร เก็บ Stock solution ในตู้เย็น

ใช้ Stock solution 1.25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร นิ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

1.3 Crystal violet (Gram stain)

Crystal violet	2.0 กรัม
Ethanol (95%)	20.0 กรัม
ละลายให้เข้ากัน แล้วจึงเติม	
Ammonium oxalate (1% Aqueous solution)	80.0 มิลลิลิตร

1.4 Hydrogen peroxide (3% solution)

Hydrogen peroxide (30% Solution)	10.0 มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	90.0 มิลลิลิตร

1.5 Iodine solution (Gram's iodine)

Iodine	1.0 กรัม
Potassium iodide	2.0 กรัม
ละลายสารทั้งสองชนิดในน้ำ โดยค่อยๆ	
เติมน้ำที่ละน้อยจนกระทั่ง Iodine ละลายหมด	
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	300.0 มิลลิลิตร
เก็บไว้ในขวดสีชา	

1.7 Peptone water (Diluent, 0.1 %)

Peptone	1.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000	มิลลิลิตร

ละลาย Peptone ในน้ำกลั่น ปรับ pH เป็น 7.0 ± 0.1 นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (121°C) เป็นเวลา 15 นาที

1.8 Safranin (Gram stain)

Safranin O (2.5% solution ใน 95% Ethanol)	10.0	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	90.0	มิลลิลิตร

ถ้ามีตะกอนให้กรองก่อนใช้ทุกครั้ง

1.9 Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride (1%)

Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride	1.0	กรัม
น้ำกลั่น	100.0	มิลลิลิตร

ละลาย Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride ในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร
ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตรใน Volumetric flask เก็บไว้ในขวดสีชา

1.10 Turbidity standard (Buller, 2004)

1% Barium chloride

1% Sulfuric acid

เตรียม McFarland nephelometer scale ดังนี้

McFarland tube no.	Sulfuric acid 1% aqueous solution (มิลลิลิตร)	Barium chloride 1% aqueous solution (มิลลิลิตร)	Corresponding density of bacteria (10^6)
1	9.9	0.1	300
5	9.5	0.5	1500

2. อาหารเลี้ยงจุลินทรีย์

ตาม Atlas (2000), AOAC International (2000) และบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายอาหารเลี้ยง
จุลินทรีย์สำเร็จ

2.1 Baird-Parker agar (Egg tellurite glycine pyruvate agar)

อาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India)

2.2 Bismuth sulfite agar

Beef extract	5.0 กรัม
Peptone	10.0 กรัม
Dextrose	5.0 กรัม
Disodium phosphate	4.0 กรัม
Ferrous sulfate	0.3 กรัม
Bismuth sulfite (Indicator)	8.0 กรัม
Agar	20.0 กรัม
Brilliant green	25.0 มิลลิกรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000.0 มิลลิลิตร

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดให้ละลายเข้ากัน โดยใช้ความร้อนช่วย ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 7.6 ± 0.2 ไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นเทอาหารลงในจานเพาะเชื้อปลอดเชื้อ ควรเตรียมจานเพาะเชื้อก่อนและเก็บในที่มืด สมบัติของสารในการคัดเลือกเชื้อจะลดลงภายในเวลา 48 ชั่วโมง

2.3 Brain-heart infusion (BHI) broth

Calf brain infusion	200.0 กรัม
Beef heart infusion	250.0 กรัม
Proteose peptone (Difco) หรือ Gelysate (BBL)	10.0 กรัม
Sodium chloride	5.0 กรัม
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	2.5 กรัม
Dextrose	2.0 กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000.0 มิลลิลิตร

ละลายสารทั้งหมดในน้ำกลั่น ใช้ความร้อนช่วยพอให้สารละลาย ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 7.4 ± 0.2 จากนั้นแบ่งบรรจุหลอด และนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที หรืออาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India)

2.4 Brilliant green lactose bile (BGLB) broth

อาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India) แบ่งบรรจุ 10 มล.ต่อหลอด ใส่หลอดดักแก๊ส (Durham tube) นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (121°C) เป็นเวลา 15 นาที

2.5 EC broth

อาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India) แบ่งบรรจุ 10 มล.ต่อหลอด ใส่หลอดดักแก๊ส (Durham tube) นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (121°C) เป็นเวลา 15 นาที

2.6 Lauryl sulphate tryptose broth

Trypticase หรือ Tryptose (Pancrestic digest of casein)	20.00	กรัม
Sodium chloride	5.00	กรัม
Lactose	5.00	กรัม
Dipotassium phosphate	2.75	กรัม
Potassium dihydrogen phosphate	2.75	กรัม
Sodium lauryl sulphate	0.10	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000.00	มิลลิลิตร

ปรับ pH 6.8 ± 1 แล้วแบ่งบรรจุ 10 มล.ต่อหลอด ใส่หลอดดักแก๊ส (Durham tube) นึ่งฆ่าเชื้อที่ ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (121°C) เป็นเวลา 15 นาที

2.7 LEVINE Eosine methylene blue (L-EMB) agar

Peptone	10.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม
di-Potassium hydrogen phosphate	2.0	กรัม
Eosin Y	0.4	กรัม
Agar	15.0	กรัม
Methylene blue	0.065	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนประกอบในน้ำกลั่น เติม Agar และหลอมให้ละลายด้วยความร้อน ปรับ pH สุดท้าย เท่ากับ 7.4 ± 0.2 ปรับปริมาตรให้ได้ตามต้องการ แบ่งบรรจุอาหารปริมาตร 100 หรือ 200 มิลลิลิตร นึ่งฆ่า เชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

หรืออาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India) นึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

2.8 Malt yeast extract (MY) agar

Soy peptone	20.0	กรัม
Tryptone	20.0	กรัม
Sodium chloride	5.0	กรัม
D-Glucose	5.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

ละลายส่วนประกอบในน้ำกลั่น เติม Agar และหลอมให้ละลายด้วยความร้อน ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 5.5 แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที ก่อนใช้เติม Chloramphenicol 0.1 กรัมต่อลิตร

2.9 MacConkey Agar

Proteose peptone (Difco) หรือ Polypeptone (BBL)	3.0	กรัม
Peptone (Difco) หรือ Gelysate (BBL)	17.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม
Bile salts No. 3 (หรือ Bile salts mixture)	1.5	กรัม
Sodium chloride	5.0	กรัม
Neutral red	0.03	กรัม
Crystal violet	0.001	กรัม
Agar	13.5	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000.0	มิลลิลิตร

ผสมสารทั้งหมดแล้วนำไปให้ความร้อน กวนให้สารละลายเข้ากันเป็นเวลา 1-2 นาที ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 7.6 ± 0.2 และทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 118 องศาเซลเซียส (10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

2.10 Motility test medium

Pancreatic digest of gelatin	10.0	กรัม
Sodium chloride	5.0	กรัม
Agar	4.0	กรัม
2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride solution	10.0	มิลลิลิตร
Beef extract	3.0	กรัม

ผสมสารทั้งหมดยกเว้น 2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride solution ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 995 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปให้ความร้อนเพื่อให้ Agar ละลาย จากนั้นทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เติม 2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride solution ปลอดเชื้อ (เตรียมโดยเติมละลาย 2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride solution 0.1 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วกรองโดยใช้เครื่องกรองที่ปลอดเชื้อ) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วแบ่งใส่ในหลอดทดลองที่ปลอดเชื้อ

2.11 MRS broth/agar

MRS broth เป็นอาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India) ซึ่งถ้าเป็น MRS agar เตรียมได้จากการเติม Agar 15.0 กรัมต่อลิตร หลอมให้ Agar ละลายด้วยความร้อน และ

อาจเติมและไม่เติม 0.5% CaCO_3 ทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 118 องศาเซลเซียส (10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

2.12 O-F test medium

Sodium chloride	5.0	กรัม
Pancreatic digest of casein	2.0	กรัม
di-Potassium hydrogen phosphate	0.3	กรัม
Bromthymol Blue	0.03	กรัม
Agar	2.5	กรัม
Glucose solution	100.0	มิลลิลิตร

ละลายสารทั้งหมดยกเว้น Carbohydrate solution เข้าด้วยกันในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 900 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนเพื่อให้ Agar หลอมละลาย จากนั้นทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ใช้เทคนิคปลอดเชื้อเติม Sterile glucose solution ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (เตรียมโดยเติม Glucose 10 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วกรองโดยใช้เครื่องกรองที่ปลอดเชื้อ) ผสมให้เข้ากัน แล้วแบ่งบรรจุในหลอดทดลองปลอดเชื้อ

2.13 Plate count agar (PCA)

Tryptone	5.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Dextrose	1.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000	มิลลิลิตร

ละลายสารทั้งหมดเข้าด้วยกันในน้ำกลั่น นำไปให้ความร้อนเพื่อให้ Agar หลอมละลาย ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 7.0 ± 0.2 นึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

หรืออาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India)

2.14 ROGOSA Agar

อาหารสำเร็จ Merck (Merck KGaA, Germany) ฆ่าเชื้อโดยการนึ่งด้วยไอน้ำร้อน (ไม่ใช่ความดันไอน้ำ)

2.15 Selenite cystine broth

อาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India) ไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ

2.16 Trypticase (tryptic) soy broth (TSB)

Trypticase หรือ Tryptose (Pancreatic digest of casein)	17.0	กรัม
Phytone (Papaic digest of soya meal)	3.0	กรัม
Sodium chloride	5.0	กรัม
di-Potassium hydrogen phosphate	2.5	กรัม
Glucose	2.5	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000	มิลลิลิตร

ละลายสารทั้งหมดเข้าด้วยกันในน้ำกลั่น ปรับ pH เท่ากับ 7.3 ± 0.2 แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

2.17 Trypticase soy agar (TSA)

เตรียมตามส่วนประกอบ TSB และเติม Agar 15.0 กรัมต่อลิตร หลอมให้ Agar ละลายด้วยความร้อน ปรับ pH เท่ากับ 7.3 ± 0.2 แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 15 นาที

2.18 Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) Agar

Yeast extract	3.0	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.8	กรัม
L-lysine	5.0	กรัม
Sodium thiosulfate	6.8	กรัม
Xylose	3.75	กรัม
Sodium chloride	5.0	กรัม
Lactose	7.5	กรัม
Sucrose	7.5	กรัม
Phenol red	0.08	กรัม
Sodium desoxycholate	2.5	กรัม
Agar	15.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ	1,000	มิลลิลิตร

ผสมส่วนทั้งหมดให้เข้ากัน โดยใช้ความร้อนช่วย ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 7.6 ± 0.2 ไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นเทอาหารลงในจานเพาะเชื้อปลอดเชื้อ

หรืออาหารสำเร็จ Himedia (HIMEDIA LABORATORIES. PVT. LTD., India) ไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ