เอกสารวิชาการฉบับที่ ๖/๒๕๖๓

Technical Paper No. 6/2020

ผลของการใช้สารกันเสียต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด

Effect of Food Preservatives on Shelf-Life of Minced Rohu (*Labeo rohita*)

ศศิธร ชั้นขจรกุล Sasithorn Chankajornkul

วิศรุต ศิริพรกิตติ Wissarout Siripornkitti

กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ Fisheries Industrial Technology Research and Development Division

กรมประมง Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๖/๒๕๖๓

Technical Paper No. 6/2020

ผลของการใช้สารกันเสียต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด

Effect of Food Preservatives on Shelf-Life of Minced Rohu (*Labeo rohita*)

ศศิธร ชั้นขจรกุล Sasithorn Chankajornkul

วิศรุต ศิริพรกิตติ Wissarout Siripornkitti

กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ Fisheries Industrial Technology Research and Development Division

กรมประมง Department of Fisheries

๒๕๖๓ 2020

รหัสทะเบียนวิจัย 60 1 0501 60053

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	6
วิธีดำเนินการ	
1. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	6
2. วิธีดำเนินงาน	7
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	
1. ผลการสำรวจการใช้สารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์	9
2. ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด	12
2.1 ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่อคุณภาพทางกายภาพในระหว่างการเก็บรักษา	12
2.2 ปริมาณของกรดซอร์บิกในระหว่างการเก็บรักษา	18
2.3 ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในระหว่างการเก็บรักษา	18
2.4 ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ในระหว่างการเก็บรักษา	19
สรุปผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	25

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณกรดซอร์บิก (SOA) และกรดเบนโซอิก (BA) ของตัวอย่างเนื้อปลาบดที่สำรวจจากท้องตลาด	9
2	ปริมาณกรดซอร์บิก (SOA) และกรดเบนโซอิก (BA) ของผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดที่สำรวจจากท้องตลาด	11
3	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา	13
4	การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา	17
5	ปริมาณกรดซอร์บิก (SOA) ของเนื้อปลายี่สกเทศบดเริ่มต้นและวันสุดท้ายที่เก็บรักษา	18
6	ค่า pH ของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา	19
7	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา	20

สารบัญภาพ

ภาพที่		
1	ขั้นตอนการเตรียมเนื้อปลายี่สกเทศบด	7
2	การเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด (ก) ในตู้เย็น และ (ข) ในถังน้ำแข็ง	8
3	ลักษณะเนื้อปลายี่สกเทศบดในวันที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับของแต่ละแบบการทดลอง	15
4	สีของเนื้อปลายี่สกเทศบดที่ไม่ใส่ SOA (MR) และใส่ SOA (MRA) ระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น (10±2 °C)	15
5	สีของเนื้อปลายี่สกเทศบดที่ไม่ใส่ SOA (MI) และใส่ SOA (MIA) ระหว่างการเก็บรักษาในถังน้ำแข็ง (0±1 °C)	16

ผลของการใช้สารกันเสียต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด

ศศิธร ชั้นขจรกุล* และ วิศรุต ศิริพรกิตติ
กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการใช้สารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์ รวมทั้งศึกษาผลของการใช้กรดซอร์บิก (SOA) ต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด 4 แบบการทดลอง คือ 1. เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่กรดซอร์บิก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MR) 2. เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่กรดซอร์บิก ปริมาณ 250 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MRA) 3. เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่กรดซอร์บิก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MI) และ 4. เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่กรดซอร์บิกปริมาณ 250 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MIA) จากผลการสำรวจสารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์ จำนวน 50 ตัวอย่าง เป็นเนื้อปลาบด จำนวน 24 ตัวอย่าง พบมีการใช้สารกันเสียทั้งกรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก จำนวน 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 83.33 และผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด จำนวน 26 ตัวอย่าง พบมีการใช้สารกันเสียทั้งกรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก จำนวน 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65.38 เมื่อศึกษาผลของการใช้กรดซอร์บิกต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด พบว่า ที่อุณหภูมิ 10±2 °C MR และ MRA เก็บรักษาได้น้อยกว่า 4 วัน ผู้ทดสอบไม่ยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้าน (ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม) เนื่องจากมีกลิ่นเน่า สีคล้ำ และมีน้ำซึมออกมาจากเนื้อปลารวมกันที่ก้นถุง ความเป็นกรดด่าง (pH) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 6.4±0.0-6.6±0.0 ในวันที่ 4 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) 6.92±0.04 และ 6.74±0.17 log CFU/g ตามลำดับ สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C พบว่า MI และ MIA เก็บรักษาได้น้อยกว่า 6 และ 7 วัน ตามลำดับ ผู้ทดสอบไม่ยอมรับทางประสาทสัมผัส (ลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับรวม) เนื่องจากมีสีเขียว สีน้ำตาลคล้ำ และมีน้ำซึมออกมามาก pH มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 6.4±0.0-6.6±0.1 โดยในวันที่ 6 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) 2.95±0.02 และ 2.85±0.05 log CFU/g ตามลำดับ ดังนั้น การใส่ SOA ปริมาณ 250 ppm ในเนื้อปลายี่สกเทศบด และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C ไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าที่ไม่ใส่ SOA เพียง 1 วัน

คำสำคัญ: เนื้อปลาบด, ปลายี่สกเทศ, อายุเก็บรักษา, สารกันเสีย, กรดซอร์บิก

***ผู้รับผิดชอบ:** 50 เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร 02-940-6130-45
E-mail: sasithornc@fisheries.go.th

Effect of Food Preservatives on Shelf-Life of Minced Rohu (*Labeo rohita*)

Sasithorn Chankajornkul* and Wissarout Siripornkitti

Fisheries Industrial Technology Research and Development Division

Abstract

The purposes of this research were to survey amount of food preservatives in minced rohu (*Labeo rohita*) and its products and study the effects of sorbic acid (SOA) on the shelf-life extension of minced rohu. Four treatments had been studied as following: 1. Minced rohu stored at 10±2 °C (MR) 2. Minced rohu treated with 250 ppm sorbic acid stored at 10±2 °C (MRA) 3. Minced rohu stored at 0±1 °C (MI) and 4. Minced rohu treated with 250 ppm sorbic acid stored at 0±1 °C (MIA). Twenty four samples of minced rohu and 26 samples of its products were investigated. Both sorbic acid and benzoic acid were found in 20 samples of minced rohu (83.33%) and 17 samples of its products (65.38%). The effects of sorbic acid on the shelf-life extension of minced rohu showed that at 10±2 °C, MR and MRA treatment were accepted by panelists (5 attibutes of sensory profile: appearance, color, flavor, texture and overall-preference) for not more than 4 days because purge was found at bag bottom, and the minced rohu appeared smelly and dark color. In addition, it showed that pH were in range of 6.4±0.0-6.6±0.0 and numbers of total viable count (TVC) were at 6.92±0.04 and 6.74±0.17 log CFU/g, respectively when storage for 4 days. At 0±1 °C, MI and MIA treatment were not accepted by panelists (3 attibutes of sensory profile; appearance, color and overall-preference) for not more than 6 and 7 days, respectively because purge was found at bag bottom, and the minced rohu appeared dark green and brown color. In addition, it showed that pH were in range of 6.4±0.0-6.6±0.1 and numbers of TVC were 2.95±0.02 and 2.85±0.05 log CFU/g, respectively when storage for 6 days. This study concludes that using 250 ppm sorbic acid has no effects on shelf-life extension of minced rohu stored at 10±2 °C. Howerver at 0±1 °C, it could prolong 1 more day storage time comparing to MI.

Keywords: minced fish, rohu, stored, food preservatives, sorbic acid

***Corresponding author:** 50 Kaset-klang Chatuchak, Bangkok 10900 Tel: 0-2940-6130-45

E-mail: sasithornc@fisheries.go.th

คำนำ

ปลายี่สกเทศ มีชื่อเรียกทั่วๆ ไปว่า Rohu มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Labeo rohita* เป็นปลาน้ำจืดที่มีเกล็ด วงศ์เดียวกับปลาตะเพียน ปลาไน มีรูปร่างเพรียว ลำตัวค่อนข้างแบนข้าง สันหลังโค้งมากกว่าส่วนท้อง หัวมน จะงอยปากยื่นยาวกว่าขากรรไกรทั้งสอง ริมฝีปากย่น โดยทั่วไปมีหนวดคู่เดียวบนขากรรไกรบน ปลาชนิดนี้เพาะพันธุ์ได้ง่าย เลี้ยงโตเร็ว ทั้งในบ่อและในแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้รับความนิยมในการบริโภค เนื่องจากเป็นปลาที่มีรสชาติดี (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556) จากสถิติของกรมประมง ในปี 2560 มีผู้เลี้ยงปลายี่สกเทศจำนวน 2,554 ฟาร์ม ในเนื้อที่ 3,746 ไร่ ให้ผลผลิต 1,417.65 ตัน มูลค่า 46.98 ล้านบาท (กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, 2562)

เนื้อปลาเกิดการเน่าเสียได้ง่ายกว่าเนื้อสัตว์อื่น เนื่องจากกล้ามเนื้อปลามีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อย มีปริมาณน้ำสูง และในกล้ามเนื้อปลายังมีปริมาณกรดอะมิโนอิสระอยู่สูง จึงเป็นแหล่งอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ ประกอบกับไขมันในปลามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ง่าย ทำให้เกิดการเน่าเสีย เกิดกลิ่นหืน สีเนื้อปลาเปลี่ยนไป (สุวรรณ, 2544) การเสื่อมเสียของปลาเกิดจาก 3 กลไก คือ (1) การย่อยตัวเองโดยเอนไซม์ในตัวปลา (Enzymatic autolysis) (2) ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) และ (3) การเจริญของจุลินทรีย์ (Microbial growth) ซึ่งจุลินทรีย์อาจติดมากับปลาตามธรรมชาติ และที่มีอยู่ในลำไส้ (Ghaly *et al.*, 2010) จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุหลักทำให้ปลาเน่าเสีย คือ *Pseudomonas* spp. รองลงมา คือ *Acinetobacter* spp., *Moraxella* spp. และ *Flavobacterium* spp. ส่วนใหญ่เจริญได้ที่อุณหภูมิห้อง และอาจเจริญได้บ้างที่อุณหภูมิแช่เย็น การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์เนื้อปลาอาจมีสีเหลืองออกเขียวที่เกิดจากการเจริญของ *Pseudomonas fluorescens* หรือสีเหลืองจาก *Micrococcus* spp. (พิมพ์ชนก, 2554) ดังนั้น จึงควรเก็บรักษาปลาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นวิธีป้องกันหรือชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาจากเอนไซม์ได้

เนื้อปลาบด หมายถึง เนื้อปลาที่ผ่านกระบวนการทำให้ละเอียดโดยแยกหนังและกระดูกออก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548) สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น ทอดมัน ลูกชิ้น ปลายอ แหนมปลา ไส้กรอก ปลาเชียง และปลาแท่ง มีวางขายทั่วไปในท้องตลาด ห้างสรรพสินค้า และจำหน่ายโดยส่งตรงถึงผู้บริโภค คุณภาพของเนื้อปลาบดขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ และขั้นตอนในการแปรรูป นอกจากนี้ การบดเนื้อปลาเป็นการตัดเนื้อเยื่อทำให้พื้นที่ผิวเพิ่มมากยิ่งขึ้น เอนไซม์ และสารอาหารหลุดออกจากเนื้อเยื่อ ทำให้เนื้อปลาบดมีแนวโน้มที่จะเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี การย่อยตัวเอง (Autolysis) และเน่าเสียจากจุลินทรีย์ โดยพบว่า ในขั้นตอนการแยกกระดูกและบดเนื้อปลาให้ละเอียดเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ (Girija, 1993) อีกทั้งการบดเนื้อปลาทำให้มีอากาศแทรกอยู่เป็นจำนวนมาก อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ได้ง่าย จึงไม่สามารถรักษาคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเหมือนการเก็บรักษาปลาเป็นตัว (สุทธวัฒน์, 2549; สุวรรณ, 2544) โดยทั่วไปเนื้อปลาบดเก็บรักษาโดยบรรจุในถุงพลาสติกใส่ในถังฉนวนที่มีน้ำแข็งหรือในตู้เย็น เพราะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ชะลอการเสื่อมเสีย และสะดวกในการนำไปประกอบอาหารหรือแปรรูปได้ทันที ซึ่งมีระยะเวลาการเก็บรักษาประมาณ 6-8 วัน แต่ผู้ประกอบการต้องการยืดอายุการเก็บรักษาให้มากขึ้น ผู้ประกอบบางรายเชื่อว่าการเติมสารกันเสียสามารถ

ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และยังคงคุณภาพในระหว่างการขนส่ง เนื้อปลาบดไม่นิยมนำไปแช่เยือกแข็งเพราะทำให้คุณภาพของเนื้อปลาบดลดลง ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการแช่เยือกแข็งมีการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง อุณหภูมิที่ใช้ต่ำไม่เพียงพอ เกิดอัตราการแช่เยือกแข็งอย่างช้า ส่งผลให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่และทำลายเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เนื้อเยื่อไม่สามารถดูดซึมน้ำกลับได้ เกิดการสูญเสียน้ำ ส่งผลเสียต่อสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคุณค่าของอาหาร สุทธวัฒน์ (2549) ได้กล่าวว่า การเก็บรักษาปลาแช่เยือกแข็งที่อุณภูมิสูง และการเก็บรักษาปลาภายหลังการแช่เยือกแข็งเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน

สารกันเสีย (Preservatives) เป็นวัตถุเจือปนที่ใส่ลงไปในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโต หรือออกฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร สามารถแบ่งได้เป็น (1) กรดและเกลือของกรดบางชนิด เช่น กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก (2) พาราเบนส์ เช่น เมทิลพาราเบนส์และโพรพิลพาราเบน (3) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลไฟต์ และ (4) สารปฏิชีวนะ (พุทธรินทร์, 2556) สารกันเสียจะออกฤทธิ์ซึมผ่านและทำลายผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ หยุดหรือลดประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ และมีผลต่อสารพันธุกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์หยุดการเติบโต และตายได้ (สยามเคมี, 2563) ซึ่งปจจัยที่มีผลตอประสิทธิภาพของสารกันเสีย ได้แก่ ค่าความเปนกรดดาง (pH) สัมประสิทธิ์การละลาย ปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (Water activty, a_w) ปจจัยทางกายภาพและเคมีของอาหาร และสวนผสมอาหาร (ไพบูลย์, 2532)

กรดเบนโซอิก (Benzoic acid, BA) เป็นวัตถุเจือปนในอาหารมีเลขสารบบสากล คือ INS 210 เป็นสารที่พบได้ในพืช เช่น ลูกพรุน อบเชย แอปเปิ้ล กานพลู และมะกอกสุก BA จำหนายในทองตลาดอยู่ในรูปผงผลึกหรือเปนเกล็ด สีขาว มีน้ำหนักโมเลกุล 121.11 กรัม/โมล สำหรับในรูปของกรดนั้นละลายในน้ำไดน้อย แตละลายไดดีในแอลกอฮอล อีเทอร คลอโรฟอรม และน้ำมัน เกิดปฏิกิริยาได้ดีในสภาวะความเป็นกรด มีค่า pH ในช่วง 2.5-4.0 และจะมีประสิทธิภาพสูงในรูปของกรดที่แตกตัว จึงเหมาะกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (Acid food) สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยส่งผลตอผนังเซลลและเอนไซมของจุลินทรีย์ ทำใหการซึมผ่านของอาหารเข้าไปในเซลลของจุลินทรียผิดปกติ ในขณะเดียวกันจะยับยั้งการสรางเอนไซมบางชนิดและปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซมที่มีความสำคัญตอการดำรงชีพของจุลินทรีย์ ทำใหจุลินทรียไมสามารถเจริญเติบโต (เคมีภัณฑ์, 2563) นิยมใช้ BA ในอาหารที่มีสภาวะความเป็นกรดจำพวกเครื่องดื่ม น้ำผลไม้ อาหารหมักดอง และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น เครื่องสำอาง และยาสีฟัน (วีรยา, 2552) ทั้งนี้อาจมียีสต์และราบางชนิดที่ทน pH ต่ำ ๆ สามารถเจริญได้ (นงนุช, 2538) ศิวาพร (2535) ได้กล่าวว่า BA ทำให้สีของอาหารเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และรสชาติของอาหารเปลี่ยนแปลงจนผู้บริโภครู้สึกได้ จึงไม่ควรใช้ในปริมาณมาก

กรดซอร์บิก (Sorbic acid, SOA) เป็นวัตถุเจือปนในอาหารมีเลขสารบบสากล คือ INS 200 เป็นของแข็งไม่มีสี มีน้ำหนักโมเลกุล 112.13 กรัม/โมล ละลายในน้ำ และระเหิดได้ มีประสิทธิภาพเมื่อ pH≤6.5 สามารถป้องกันการเจริญของยีสต์และรา และจุลินทรีย์บางชนิด รวมถึงยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิดได้ เนื่องจาก SOA มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์และผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ รวมทั้งหยุดการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ (Luck, 1976) โดยปฏิกิริยาของ SOA เกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลของ SOA ในรูปที่ไม่แตกตัวจะซึมผ่านเข้าไปยังเซลล์ของจุลินทรีย์ แล้วทำปฏิกิริยาภายในเซลล์ที่ค่า pH 3.5 ประมาณร้อยละ 40 ของกรดที่มีอยู่จะผ่านทะลุเข้าไปในเซลล์ แต่หากค่า pH เป็นกลาง กรดซอร์บิกประมาณร้อยละ 97 จะยังคงอยู่ในอาหาร แสดงให้

เห็นว่า การทำปฏิกิริยาของ SOA ขึ้นอยู่กับค่า pH และส่วนที่ไม่แตกตัวของกรดเท่านั้นที่มีผลต่อจุลินทรีย์ (ไพบูลย์, 2532)

กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกใช้ได้ดีกับอาหารที่มีสภาวะเป็นกรดและอาหารที่ปรับกรด ซึ่งอาจไม่มีผลต่อการป้องกันการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์สดเนื่องจากมี pH > 6 โดยส่วนใหญ่นิยมใช้สารทั้ง 2 ตัวร่วมกันเพื่อเสริมประสิทธิภาพซึ่งกันและกัน ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้กรดซอร์บิก เนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและรส จึงไม่ทำให้กลิ่นรสและสีของอาหารเปลี่ยนแปลง โดยความเข้มข้นต่ำสุดของกรดซอร์บิกช่วยยับยั้งการเจริญของ *Pseudomonas* spp., *Micrococcus* spp. และ *Achromoacter* spp. ได้ คือ 100, 50-150 และ 10-100 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ตามลำดับ (ไพบูลย์, 2532)

กิตติมา และวันทนีย์ (2552) รายงานว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2551 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้รวบรวมข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์สารกันเสียชนิดโซเดียมเบนโซเอตในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป จำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่า มีการใช้โซเดียมเบนโซเอตเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 1,000 ppm ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ. 2547 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (กระทรวงสาธารณสุข, 2547) จำนวน 10 ตัวอย่าง และกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2555, 2556ก, 2556ข, 2558) สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประมงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร ได้แก่ แหนมปลา ปลาเชียง ปลายอ ทอดมันปลา และเนื้อปลาบด ตรวจวิเคราะห์ SOA และ BA ในระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2554-2557 จำนวน 126 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (1,000 ppm) จำนวน 24 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 19 นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2560 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้เก็บตัวอย่างในกลุ่มผลิตภัณฑ์ปลาปรุงสุก ได้แก่ ลูกชิ้นปลา เกี๊ยวปลา เต้าหู้ปลา และปลาแผ่น จำนวน 147 ตัวอย่าง พบ BA ซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 381 พ.ศ.2559 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ฉบับที่ 4 (กระทรวงสาธารณสุข, 2559) จำนวน 32 ตัวอย่าง พบ SOA น้อยกว่า 1,000 ppm จำนวน 24 ตัวอย่าง และ SOA มากกว่า 1,000 ppm จำนวน 7 ตัวอย่าง (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร, 2561) ทั้งนี้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ฉบับที่ 5 อนุญาตให้ใช้ BA ในสัตว์น้ำ และผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำชนิดอื่นที่ไม่ใช่ปลาปรุงสุก ไม่เกิน 1,000 ppm ส่วนสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่ผ่านกระบวนการกึ่งถนอมอาหาร ไม่เกิน 2,000 ppm สำหรับ SOA อนุญาตให้ใช้ในปลา และผลิตภัณฑ์ปลาปรุงสุก ไม่เกิน 2,000 ppm สัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำชนิดอื่นที่ไม่ใช่ปลาปรุงสุก ไม่เกิน 2,000 ppm สัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำรมควัน ทำแห้ง ทำเค็ม หมักเกลือ หมักดอง ไม่เกิน 1,000 ppm ส่วนสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่ผ่านกระบวนการกึ่งถนอมอาหาร ไม่เกิน 1,000 ppm (กระทรวงสาธารณสุข, 2561)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่า ในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์มีการใช้สารกันเสียทั้ง BA และ SOA ไม่เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ฉบับที่ 5 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสำรวจการใช้สารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดและศึกษาผลของการใช้สารกันเสียต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด โดยเลือกใช้กรดซอร์บิก เนื่องจากเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการทำงานในช่วง pH ที่กว้าง โดยใช้ความเข้มข้นที่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจการใช้สารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้กรดซอร์บิกต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด

วิธีดำเนินการ

1. วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1.1 วัตถุดิบ

1.1.1 เนื้อปลาบด และผลิตภัณฑ์ จากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร และตลาดสด

1.1.2 ปลายี่สกเทศขนาด 2 ตัวต่อกิโลกรัม จากตลาดปลาคลองสี่ จ.ปทุมธานี

1.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1.2.1 ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทธิลีน (ถุงเย็น) ขนาด 6 x 9 นิ้ว

1.2.2 ถังฉนวนพลาสติก ปริมาตร 200 ลิตร

1.2.3 เครื่องแยกเนื้อปลาจากกระดูกและหนัง (Deboner) ยี่ห้อ CHYAU รุ่น CF 200

1.2.4 เครื่องนวดผสม รุ่น 20QT MIXER

1.2.5 ตู้เย็น ยี่ห้อ Magic Cool Panasonic รุ่น SBC-P189K/SMR-PT189

1.2.6 เครื่องชั่งขนาด 10 กิโลกรัม ยี่ห้อ Sartorius รุ่น C01183970

1.2.7 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น CP 3202S

1.2.8 ตู้เพาะเลี้ยงเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ Memmert รุ่น BM 400

1.2.9 เครื่องตีปั่นตัวอย่าง (Stomacher) ยี่ห้อ AES Chemunex รุ่น Smasher

1.2.10 เทอร์โมมิเตอร์

1.2.11 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ยี่ห้อ Tomy Digital Biology รุ่น ES-315

1.2.12 เครื่องวัดสี (Chroma meter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-5

1.2.13 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Radiometer รุ่น PHM 210

1.2.14 เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น DCTU-144

1.3 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.3.1 สารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ กรดไตรคลอโรอะซีติก อะซีโตไนไตรล์ เมทานอล โซเดียมอะซีเตตแอนไฮดรัส กรดไฮโดรคลอริก กรดอะซิติก กรดเบนโซอิก (INS 210) กรดซอร์บิก (INS 200)

1.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ Plate Count Agar

2. วิธีดำเนินงาน

2.1 สำรวจการใช้สารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด

เก็บตัวอย่างเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแปรรูปสัตว์น้ำ และที่วางขายตามท้องตลาดทั่วไปในกรุงเทพฯ และปริมณฑล จำนวน 50 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณกรดซอร์บิก (Sorbic acid, SOA) และกรดเบนโซอิก (Benzoic acid, BA) ด้วยเครื่อง HPLC ตามวิธีของ Kiatkungwalkrai *et al.* (1998)

2.2 ศึกษาผลของการใช้ SOA ต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด

2.2.1 นำปลายี่สกเทศมาขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ล้างน้ำทำความสะอาด แล่เป็นชิ้น ล้างด้วยน้ำอีกครั้งก่อนนำไปแยกหนังด้วยเครื่องแยกกระดูกและหนัง (Deboner) แล้วจึงนำมานวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน (ภาพที่ 1)

2.2.2 ชั่ง SOA น้ำหนัก 2.5 กรัม ใส่ลงไปในเนื้อปลายี่สกเทศบดน้ำหนัก 10 กิโลกรัม (250 ppm) ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องนวดผสม

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมเนื้อปลายี่สกเทศบด

2.2.3 นำเนื้อปลาบดที่ได้บรรจุใส่ในถุงพลาสติก ถุงละ 300 กรัม แผ่เนื้อปลายี่สกเทศบดให้มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งถุง โดยมีความหนาไม่เกิน 2 เซนติเมตร นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ อุณหภูมิ 10±2 °C โดยวางเรียงไม่ซ้อนทับกันบนชั้นในตู้เย็น และอุณหภูมิ 0±1 °C โดยวางสลับชั้นกับน้ำแข็งในถังน้ำแข็ง ตามแบบการทดลอง 4 แบบ (ภาพที่ 2) ดังนี้

(1) เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MR)

(2) เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MRA)

(3) เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาในถังน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MI)

(4) เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาในถังน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MIA)

สุ่มตัวอย่างทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในวันที่ 0, 2, 3, 4, 6 และ 7 สำหรับทดสอบทางเคมี และจุลชีววิทยา สุ่มตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 6 และ 7

(ก)

(ข)

ภาพที่ 2 การเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด (ก) ในตู้เย็น และ (ข) ในถังน้ำแข็ง

2.2.4 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

(1) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้เกณฑ์ประเมินการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปลายี่สกเทศบด โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 6 คน ให้คะแนนการยอมรับแบบ Hedonic Scale (Watts *et al*., 1989) ดังแสดงในภาคผนวก โดยกำหนดคะแนนที่น้อยกว่า 5 คะแนน คือ ไม่ยอมรับ และวัดค่าสี (L*, a* และ b*) ด้วยเครื่อง Chroma meter และคำนวณ ค่า Hue angle (h*) โดย $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ (h* แสดงถึงค่ามุมของสี มีหน่วยเป็นองศา มีค่าอยู่ในช่วง 0-90 องศา แสดงสีแดงถึงสีเหลือง)

(2) การทดสอบคุณภาพทางเคมี วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter และวัดปริมาณ SOA ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ตามวิธีของ Kiatkungwalkrai *et al*. (1998)

(3) การทดสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา ตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ตามวิธีของ BAM (1995)

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan' New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับปริมาณกรดซอร์บิก (SOA) ในวันแรกและวันสุดท้ายที่เก็บรักษา ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธี T-Test

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. ผลการสำรวจการใช้สารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์

จากการเก็บตัวอย่างทั้งเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด จำนวน 50 ตัวอย่าง เป็นเนื้อปลาบด จำนวน 24 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์ จำนวน 26 ตัวอย่าง พบว่า ในเนื้อปลาบด มีการใช้สารกันเสีย จำนวน 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 83.33 ดังแสดงในตารางที่ 1 พบเฉพาะ BA จำนวน 17 ตัวอย่าง มีปริมาณอยู่ในช่วง 754.63±5.85-4,272.84±11.34 ppm คิดเป็นร้อยละ 70.83 และพบทั้ง 2 ชนิด (SOA และ BA) จำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.50 ทั้งนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ฉบับที่ 5 ไม่อนุญาตให้ใช้ SOA และ BA ในเนื้อปลาบด (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) ตัวอย่างเนื้อปลาบดที่พบสารกันเสียส่วนใหญ่มาจากโรงงานผลิตเนื้อปลาบด โดยบรรจุถุงพลาสติกขนาด 1 กิโลกรัม และส่งจำหน่ายที่ร้านค้าปลีกในตลาดสด

ตารางที่ 1 ปริมาณกรดซอร์บิก (SOA) และกรดเบนโซอิก (BA) ของตัวอย่างเนื้อปลาบดที่สำรวจจากท้องตลาด

ตัวอย่าง	SOA (ppm)	BA (ppm)
เนื้อปลาบด 1	ND	1,910.80±38.82
เนื้อปลาบด 2	ND	2,449.40±34.83
เนื้อปลาบด 3	ND	1,891.24±25.80
เนื้อปลาบด 4	ND	1,967.49±24.62
เนื้อปลาบด 5	ND	1,904.90±32.84
เนื้อปลาบด 6	ND	1.997.08±81.04
เนื้อปลาบด 7	ND	1,926.15±42.76
เนื้อปลาบด 8	ND	2,250.14±48.73
เนื้อปลาบด 9	ND	2,224.77±63.81
เนื้อปลาบด 10	ND	1,586.58±59.31
เนื้อปลาบด 11	ND	1,939.58±107.33

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่าง	SOA (ppm)	BA (ppm)
เนื้อปลาบด 12	ND	1,617.47±59.88
เนื้อปลาบด 13	2,963.86±24.52	2,963.86±25.54
เนื้อปลาบด 14	3,221.42±12.70	2,730.02±12.67
เนื้อปลาบด 15	ND	4,272.84±11.34
เนื้อปลาบด 16	ND	2,579.93±17.24
เนื้อปลาบด 17	7,306.87±34.83	6,258.22±28.86
เนื้อปลาบด 18	ND	2,538.67±185.00
เนื้อปลาบด 19	ND	1,303.95±24.91
เนื้อปลาบด 20	ND	754.63±5.85
เนื้อปลาบด 21	ND	ND
เนื้อปลาบด 22	ND	ND
เนื้อปลาบด 23	ND	ND
เนื้อปลาบด 24	ND	ND

ND: ไม่พบ

ผลการสำรวจสารกันเสียในผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดทั้งหมด 7 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แหนมปลา ปลาเชียง ลูกชิ้นปลา ไส้กรอกปลา เต้าหู้ปลา ทอดมัน และปลายอ จำนวน 26 ตัวอย่าง พบสารกันเสีย ทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65.38 พบเฉพาะ BA จำนวน 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 53.85 และพบทั้ง 2 ชนิด (SOA และ BA) จำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11.54 พบ BA เกินเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 16 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 61.54 สาเหตุการพบอาจเกิดจากการใส่สารกันเสียไปในผลิตภัณฑ์โดยตรงหรือติดมากับวัตถุดิบเนื้อปลาบด ดังแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ฉบับที่ 5 ไม่อนุญาตให้ใช้ BA ในผลิตภัณฑ์ปลาเชียง ลูกชิ้นปลา แหนมปลา เต้าหูปลา ปลายอ และไส้กรอกปลา แต่ทอดมัน (ดิบ) อนุญาตให้ใช้ BA ได้ไม่เกิน 2,000 ppm สำหรับ SOA อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ปลาเชียง แหนมปลา และทอดมัน ได้ไม่เกิน 1,000 ppm ส่วนผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา เต้าหู้ปลา ปลายอ และไส้กรอกปลา ไม่เกิน 2,000 ppm (กระทรวงสาธารณสุข, 2561)

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดซอร์บิก (SOA) และกรดเบนโซอิก (BA) ของผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดที่สำรวจจากท้องตลาด

ลำดับที่	ตัวอย่าง	SOA (ppm)	BA (ppm)
1	ปลาเชียง 1	ND	614.86±53.92
2	ปลาเชียง 2	ND	1,120.76±6.68
3	ปลาเชียง 3	ND	1,140.17±21.94
4	ปลาเชียง 4	ND	1,059.68±11.30
5	ปลาเชียง 5	ND	ND
6	ลูกชิ้นปลา 1	16.77±0.95	347.23±1.70
7	ลูกชิ้นปลา 2	ND	302.87±1.80
8	ลูกชิ้นปลา 3	ND	264.20±8.90
9	ลูกชิ้นปลา 4	1,020.78±20.36	865.07±10.22
10	ลูกชิ้นปลา 5	ND	ND
11	แหนมปลา 1	ND	4,882.07±13.61
12	แหนมปลา 2	ND	2,131.67±94.50
13	แหนมปลา 3	ND	1,776.99±61.80
14	แหนมปลา 4	ND	764.52±19.49
15	แหนมปลา 5	ND	3,025.34±30.85
16	แหนมปลา 6	ND	754.63±5.85
17	แหนมปลา 7	ND	ND
18	แหนมปลา 8	ND	ND
19	แหนมปลา 9	ND	ND
20	แหนมปลา 10	ND	ND
21	แหนมปลา 11	ND	ND
22	เต้าหู้ปลา 1	1,642.49±8.84	721.14±3.20
23	ทอดมัน 1	ND	1,255.67±12.06
24	ปลายอ 1	ND	1,886.68±8.52
25	ไส้กรอกปลา 1	ND	ND
26	ไส้กรอกปลา 2	ND	ND

ND: ไม่พบ

2. ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบด

2.1 ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่อคุณภาพทางกายภาพในระหว่างการเก็บรักษา

2.1.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

เนื้อปลายี่สกเทศบด ก่อนเริ่มการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีลักษณะปรากฏเป็นเนื้อเดียวกัน มีสีออกชมพูแดง เนื้อมีความละเอียดไม่ร่วนติดมือ ไม่มีน้ำซึมออกมา มีความชุ่มชื้นเล็กน้อย มีกลิ่นคาวธรรมชาติของปลา ไม่มีกลิ่นหืนหรือเหม็นเน่า ส่วนเนื้อปลายี่สกเทศบดผสม SOA (250 ppm) มีลักษณะทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับเนื้อปลายี่สกเทศบด แต่มีกลิ่นกรดเล็กน้อย โดยเนื้อปลายี่สกเทศบดได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม เท่ากับ 9.00±0.00, 9.00±0.00, 8.33±0.33, 8.00±0.00 และ 8.50±0.00 ตามลำดับ ส่วนเนื้อปลายี่สกเทศบดผสม SOA ได้คะแนน เท่ากับ 9.00±0.00, 9.00±0.00, 7.92±0.14, 8.00±0.00 และ 8.75±0.25 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

เมื่อเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกบดบดที่อุณหภูมิ 10±2 °C พบว่า MR และ MRA มีคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลงอย่างต่อเนื่อง จนผู้ทดสอบไม่ยอมรับในวันที่ 4 ทั้ง 2 แบบการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) โดยลักษณะปรากฏมีคะแนน 3.17±0.33 และ 3.42±0.42 ตามลำดับ ส่วนเนื้อสัมผัสมีคะแนน 3.83±0.28 และ 4.17±0.22 ตามลำดับ และพบว่าเนื้อปลายี่สกเทศบดมีน้ำซึมออกมาจากเนื้อปลาจำนวนมากและมารวมกันอยู่ที่ก้นถุงอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 3) คุณลักษณะด้านสี เปลี่ยนไปจากสีออกชมพูเป็นสีน้ำตาลซีด และมีสีแดงคล้ำแทรกอยู่อย่างไม่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 4) โดยมีคะแนนลดลงเป็น 2.67±0.44 และ 3.33±0.44 ตามลำดับ ($P\leq0.05$) คุณลักษณะด้านกลิ่น พบว่า เนื้อปลามีกลิ่นคาวและเหม็นเน่า มีคะแนนลดลงเป็น 2.67±0.44 และ 2.19±0.28 ตามลำดับ ($P\leq0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากโครงสร้างของเนื้อเยื่อถูกทำลายระหว่างการผลิต ทำให้โปรตีนเสียสภาพ ส่งผลให้คุณสมบัติในการอุ้มน้ำลดลง จึงมีน้ำและโปรตีนเม็ดสีที่ละลายได้ในน้ำไหลออกมา รวมทั้งเนื้อปลายี่สกเทศบดสัมผัสกับอากาศที่อยู่ภายในถุง เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ไมโอโกลบิน (Myoglobin) เปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบิน (Metmyoglobin) และทำให้ไขมันแตกตัว ส่งผลให้ทำให้เนื้อปลายี่สกบดมีสี และกลิ่นเปลี่ยนไป (สุวรรณ, 2544; สุทธวัฒน์, 2548; พิมพ์ชนก, 2554) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 6.00 log CFU/g (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	อายุการเก็บ (วัน)	MR	MRA	MI	MIA
ลักษณะปรากฏ	0	9.00±0.00^{aA}	9.00±0.00^{aA}	9.00±0.00^{aA}	9.00±0.00^{aA}
	2	5.50±0.50^{bB}	5.83±0.22^{bB}	7.83±0.28^{bA}	7.67±0.33^{bA}
	3	5.17±0.28^{bA}	5.33±0.44^{cA}	-	-
	4	3.17±0.33^{cC}	3.42±0.42^{dC}	6.08±0.14^{cB}	6.67±0.33^{cA}
	6	-	-	4.33±0.33^{dB}	5.42±0.42^{dA}
	7	-	-	-	4.75±0.25^{e}
สี	0	9.00±0.00^{aA}	9.00±0.00^{aA}	9.00±0.00^{aA}	9.00±0.00^{aA}
	2	5.42±0.42^{bC}	5.50±0.33^{bC}	7.92±0.28^{bB}	8.83±0.39^{aA}
	3	5.25±0.33^{bA}	5.42±0.33^{bA}	-	-
	4	2.67±0.44^{cD}	3.33±0.44^{cC}	6.42±0.42^{cB}	7.17±0.22^{bA}
	6	-	-	5.17±0.22^{dB}	6.17±0.22^{cA}
	7	-	-	-	4.75±0.25^{d}
กลิ่น	0	8.33±0.33^{aA}	7.92±0.14^{aA}	8.33±0.33^{aA}	7.92±0.14^{aA}
	2	6.17±0.22^{bC}	5.67±0.33^{bD}	8.17±0.22^{aA}	7.08±0.28^{bB}
	3	5.50±0.33^{cA}	5.33±0.33^{bA}	-	-
	4	2.67±0.44^{dB}	2.19±0.28^{cB}	7.00±0.17^{bA}	6.83±0.22^{cA}
	6	-	-	5.50±0.33^{cA}	5.67±0.44^{dA}
	7	-	-	-	5.42±0.42^{d}
เนื้อสัมผัส	0	8.00±0.00^{aA}	8.00±0.00^{aA}	8.00±0.00^{aA}	8.00±0.00^{aA}
	2	6.00±0.33^{bB}	5.50±0.50^{bB}	7.50±0.50^{bA}	7.67±0.44^{aA}
	3	5.83±0.28^{bA}	5.33±0.44^{bA}	-	-
	4	3.83±0.28^{cC}	4.17±0.22^{cB}	5.83±0.28^{cA}	5.67±0.33^{bA}
	6	-	-	5.25±0.33^{dA}	5.50±0.50^{bA}
	7	-	-	-	5.33±0.33^{b}
การยอมรับรวม	0	8.50±0.00^{aA}	8.75±0.25^{aA}	8.50±0.00^{aA}	8.75±0.25^{aA}
	2	6.17±0.22^{bB}	5.50±0.50^{bC}	7.92±0.14^{bA}	8.25±0.25^{bA}
	3	5.75±0.33^{cA}	5.42±0.42^{bA}	-	-
	4	3.75±0.33^{dB}	3.25±0.25^{cC}	5.58±0.42^{cA}	5.83±0.28^{cA}
	6	-	-	4.50±0.33^{dB}	5.25±0.33^{dA}
	7	-	-	-	4.92±0.31^{d}

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคุณลักษณะที่มีตัวอักษรยกกำลังต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

^{A,B,C} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนของแต่ละคุณลักษณะที่มีตัวอักษรยกกำลังต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

MR: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MRA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

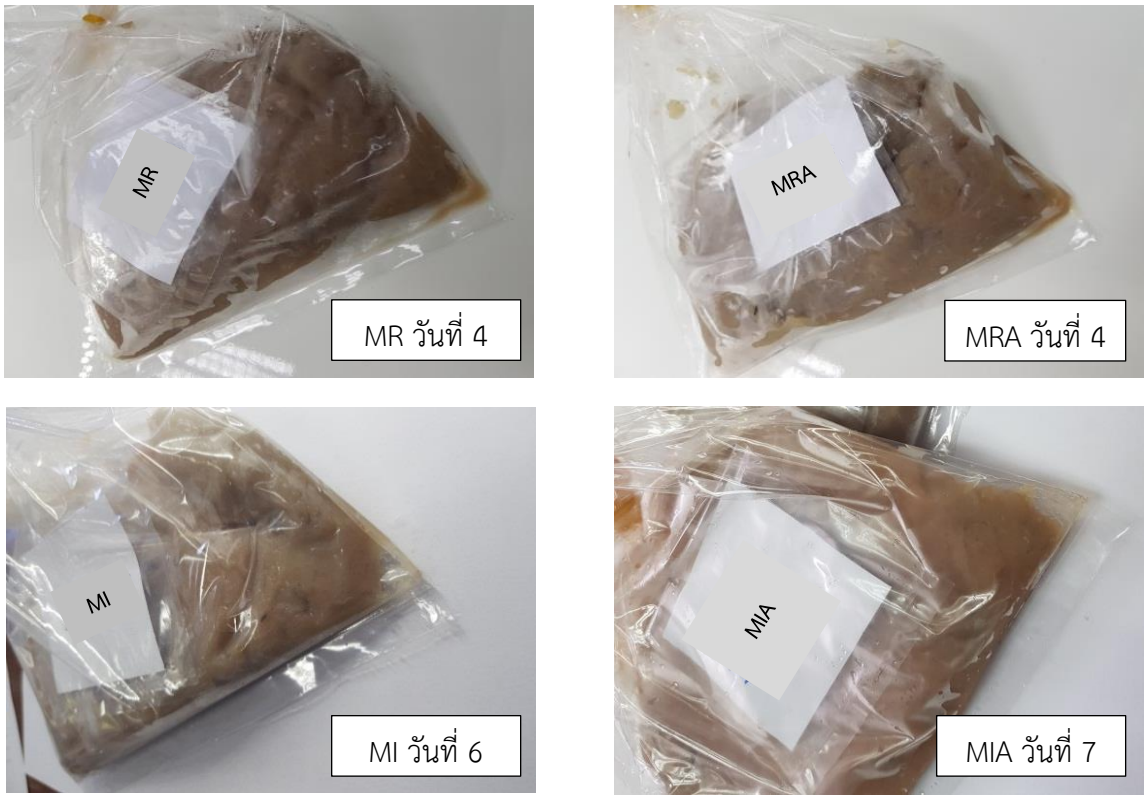
MI: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

MIA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

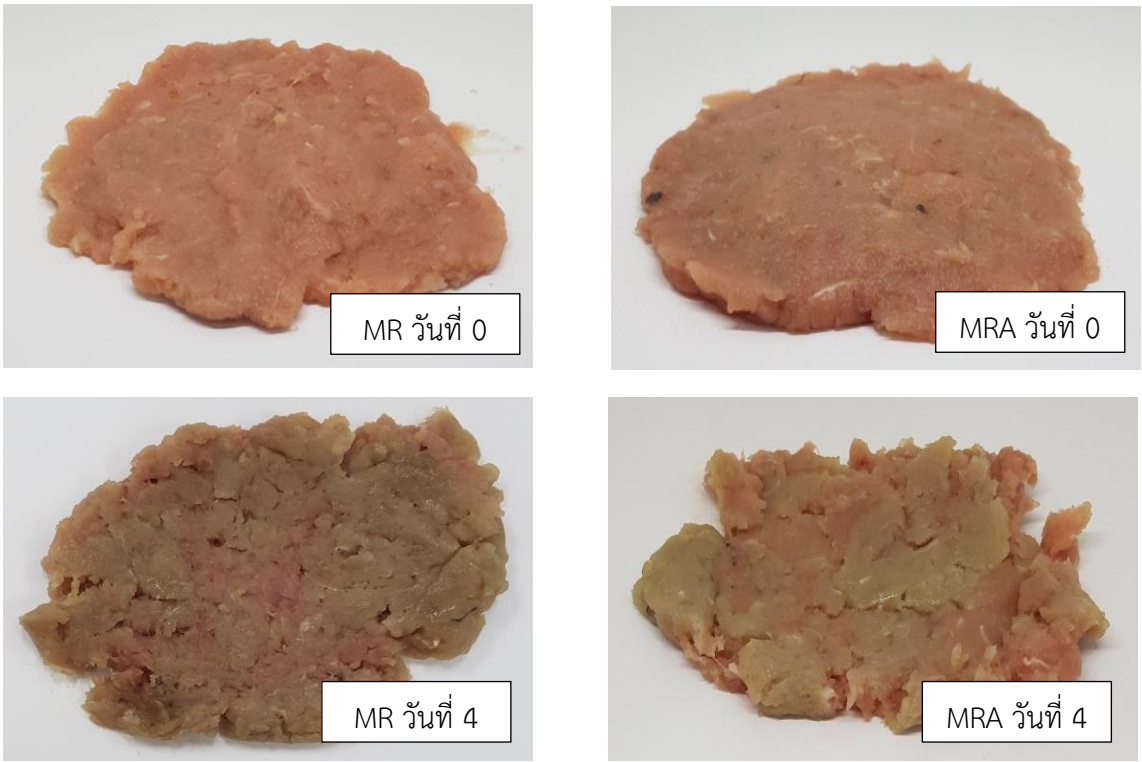
-: ไม่ได้ทดสอบ

เมื่อเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกบดที่อุณหภูมิ 0±1 °C พบว่า ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัส ของ MI และ MIA มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะปรากฏ ในวันที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 3 โดย MI มีคะแนนเท่ากับ 4.33±0.33 และ 5.25±0.33 ตามลำดับ เนื่องจากเนื้อปลายี่สกเทศบดมีน้ำซึมออกมาจากเนื้อปลาแล้วรวมกันอยู่ก้นถุงอย่างเห็นได้ชัด เนื้อสัมผัสกระด้างและร่วนติดมือเล็กน้อย (ภาพที่ 3) ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อปลายี่สกบดลดลง เนื่องจากโปรตีนเสียสภาพและเนื้อเยื่อของเนื้อปลายี่สกบดถูกทำลายระหว่างการผลิต ทำให้มีน้ำไหลออกมาจากเนื้อปลา และทำให้เนื้อเยื่อแข็ง และกระด้าง (สุวรรณ, 2544; สุทธวัฒน์, 2548) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองของสุภาพร และรัชดา (2557) ได้ทดลองเก็บปลายี่สกสดบดในน้ำแข็ง พบว่า มีอายุการเก็บรักษาไม่น้อยกว่า 6 วัน และในช่วงเวลาการเก็บรักษา 4-6 วัน มีน้ำอยู่ในถุงบรรจุเช่นกัน สำหรับคุณลักษณะด้านสี มีคะแนนลดลงเป็น 5.17±0.22 (P≤0.05) เนื้อปลามีสีซีดลง มีสีเขียวและสีน้ำตาลคล้ำแทรกตามเนื้อ (ภาพที่ 5) อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของไมโอโกลบิน และการสูญเสียโปรตีนเม็ดสีที่ละลายไปกับน้ำที่ไหลออกมาจากเนื้อปลา (สุวรรณ, 2544; สุทธวัฒน์, 2548) คุณลักษณะด้านกลิ่นมีคะแนนลดลงเป็น 5.50±0.33 (P≤0.05) เนื้อปลามีกลิ่นคาว และกลิ่นที่ไม่ใช่ธรรมชาติของปลาเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของเนื้อปลา การแตกตัวของไขมันจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่งผลให้มีกลิ่นเปลี่ยนไป (สุวรรณ, 2544; สุทธวัฒน์, 2548; พิมพ์ชนก, 2554) ส่วน MIA ผู้ทดสอบไม่ยอมรับทางประสาทสัมผัสในวันที่ 7 โดยลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) โดยมีคะแนน 4.75±0.25, 4.75±0.25, 5.42±0.42 และ 5.33±0.33 ตามลำดับ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับ MI ในวันที่ 6

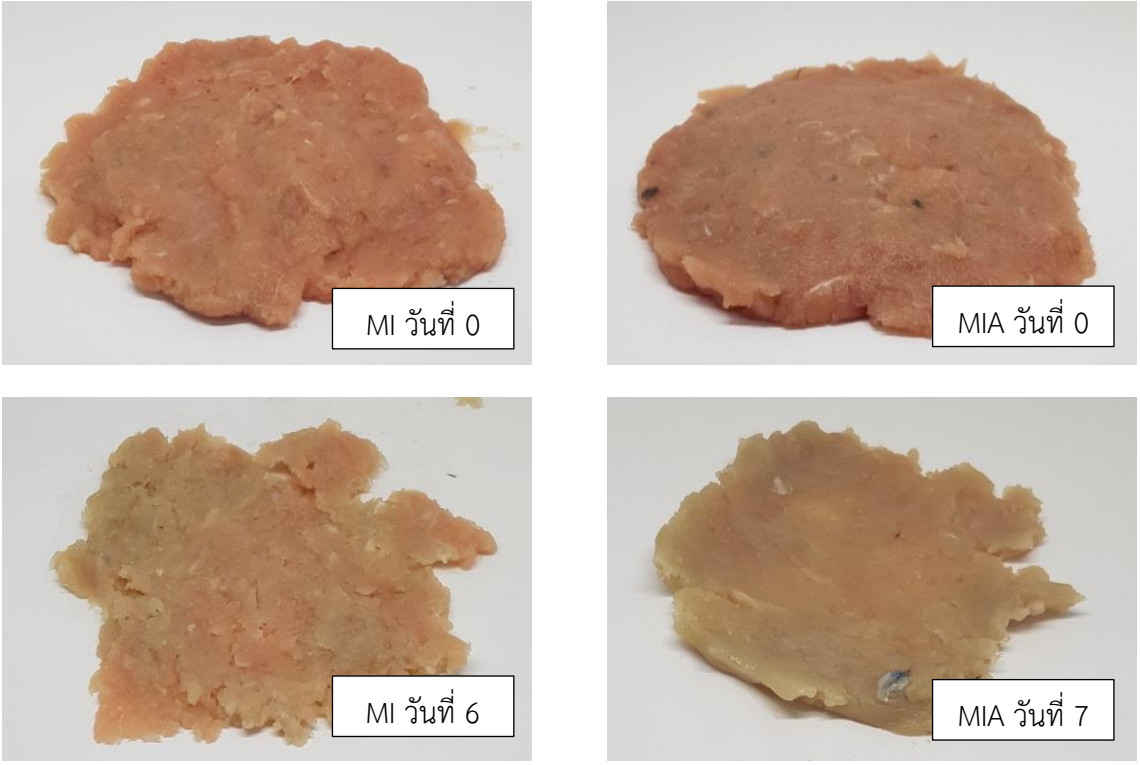
ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง MR และ MRA พบว่า ในวันที่ 4 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) ส่วนคะแนนด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) โดยผู้ทดสอบไม่ยอมรับในวันที่ 4 โดย MR และ MRA มีคะแนนการยอมรับรวม 3.75±0.33 และ 3.25±0.25 ตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง MI และ MIA พบว่า ในวันที่ 6 คะแนนด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) ส่วนคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) โดยผู้ทดสอบไม่ยอมรับ MI ในวันที่ 6 ที่คะแนน 5.58±0.42 และไม่ยอมรับ MIA ในวันที่ 7 ที่คะแนน 5.83±0.28 ดังแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะเนื้อปลายี่สกเทศบดในวันที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับของแต่ละแบบการทดลอง



ภาพที่ 4 สีของเนื้อปลายี่สกเทศบดที่ไม่ใส่ SOA (MR) และใส่ SOA (MRA) ระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น (10±2 °C)



ภาพที่ 5 สีของเนื้อปลายี่สกเทศบดที่ไม่ใส่ SOA (MI) และใส่ SOA (MIA) ระหว่างการเก็บรักษาในถังน้ำแข็ง (0±1 °C)

2.1.2 ค่าสี

เนื้อปลายี่สกเทศบด ก่อนเริ่มการเก็บรักษา (วันที่ 0) มีสีออกชมพูแดง ค่าสีที่ได้มีค่า L*, a* b* และ h* เท่ากับ 44.83±0.55, 1.71±0.12, 9.78±0.55 และ 80.07±0.42 ตามลำดับ ส่วนเนื้อปลายี่สกเทศบดที่ใส่ SOA มีค่าเท่ากับ 45.68±0.39, 2.07±0.15, 10.11±0.20 และ 78.43±0.62 ตามลำดับ การใส่ SOA ทำให้เนื้อปลายี่สกเทศบดมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มมากขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำเนื้อปลายี่สกเทศบดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C พบว่า ในวันที่ 4 MR มีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 43.10±0.33, 0.36±0.06 และ 8.19±0.13 ตามลำดับ ส่วน MRA มีค่าเท่ากับ 43.26±0.49, 0.41±0.0.2 และ 7.26±0.07 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 แบบการทดลอง มีค่าลดลง สอดคล้องกับคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ สีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซีด มีสีแดงคล้ำแทรกและสีไม่สม่ำเสมอ

เมื่อนำเนื้อปลายี่สกเทศบดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C พบว่า ในวันที่ 6 MI มีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 41.55±0.50, 0.36±0.02 และ7.10±0.25 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลง สอดคล้องกับคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบเห็นได้ชัดเจน คือ สีซีดลง มีสีเขียวและสีน้ำตาลคล้ำแทรกตามเนื้อ ส่วน MIA ในวันที่ 7 มีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 43.11±0.05, 0.24±0.01 และ 7.36±0.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) มีการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับ MI เมื่อพิจารณาค่าเฉดสี พบว่า ในวันที่ 4 MR และ MRA มีค่า 87.44±0.45 และ 86.73±0.13 ตามลำดับ ในวันที่ 6 MI มีค่า 86.99±1.63 ส่วน MIA ในวันที่ 7 มีค่า 88.11±0.06 ซึ่งเมื่อ

เก็บรักษานานขึ้น MR, MRA, MI และ MIA ค่าเฉดสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปทางเฉดสีเหลือง อาจเนื่องจากโปรตีนเม็ดสี พวกไมโอโกลบิน เปลี่ยนจากสีแดงสดเป็นสีแดงคล้ำน้ำตาล หรือสีแดงจางซีดลง (สุวรรณ, 2544; สุทธวัฒน์, 2548)

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา

ค่าสี	อายุการเก็บ (วัน)	MR	MRA	MI	MIA
	0	44.83±0.55^{aB}	45.68±0.39^{aA}	44.83±0.55^{aB}	45.68±0.39^{aA}
	2	43.71±0.60^{bA}	43.98±0.31^{bA}	43.79±0.44^{bA}	44.18±0.13^{bA}
L*	4	43.10±0.33^{bC}	43.26±0.49^{bBC}	43.59±0.19^{bB}	44.57±0.35^{bA}
	6	-	-	41.55±0.50^{cB}	43.64±0.67^{cA}
	7	-	-	-	43.11±0.05^{d}
	0	1.71±0.12^{aB}	2.07±0.15^{aA}	1.71±0.12^{aB}	2.07±0.15^{aA}
	2	0.85±0.07^{bB}	0.62±0.03^{bD}	1.27±0.01^{bA}	0.70±0.05^{bC}
a*	4	0.36±0.06^{cB}	0.41±0.02^{cAB}	0.55±0.22^{cA}	0.53±0.31^{cA}
	6	-	-	0.36±0.02^{dA}	0.49±0.03^{cA}
	7	-	-	-	0.24±0.01^{d}
	0	9.78±0.55^{aB}	10.11±0.26^{aA}	9.78±0.55^{aB}	10.11±0.26^{aA}
	2	8.54±0.32^{bA}	7.14±0.05^{bC}	7.73±0.12^{bB}	8.67±0.12^{bA}
b*	4	8.19±0.13^{cA}	7.26±0.07^{bB}	7.23±0.15^{bcB}	8.09±0.31^{bA}
	6	-	-	7.10±0.25^{cA}	7.23±0.92^{cA}
	7	-	-	-	7.36±0.30^{c}
	0	80.07±0.42^{cA}	78.43±0.62^{cB}	80.07±0.42^{bA}	78.43±0.62^{dB}
	2	84.32±0.42^{bB}	85.06±0.29^{bA}	80.70±0.26^{bC}	85.40±0.17^{cA}
h*	4	87.44±0.45^{aA}	86.73±0.13^{aAB}	85.68±1.44^{aC}	86.31±0.58^{bBC}
	6	-	-	86.99±1.63^{aA}	86.12±0.31^{bA}
	7	-	-	-	88.11±0.06^{a}

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรยกกำลังต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

^{A,B,C} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรยกกำลังต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

MR: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MRA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MI: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

MIA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

-: ไม่ได้ทดสอบ

2.2 ปริมาณของกรดซอร์บิกในระหว่างการเก็บรักษา

เนื้อปลายี่สกเทศบดที่ใส่ SOA (MRA และ MIA) พบว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MRA) มีปริมาณ SOA ลดลงจาก 217.64±4.44 ppm เป็น 198.77±3.49 ppm ในวันที่ 4 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MIA) มีปริมาณ SOA ลดลงจาก 215.42±10.08 ppm เป็น 192.28±3.36 ppm ในวันที่ 7 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับ Thomas and Delves-Broughton (2014) ที่ได้รายงานว่า ปริมาณ SOA อาจลดลงในระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของอาหาร

ตารางที่ 5 ปริมาณกรดซอร์บิก (SOA) ของเนื้อปลายี่สกเทศบดเริ่มต้นและวันสุดท้ายที่เก็บรักษา

อายุการเก็บ (วัน)	**ปริมาณกรดซอร์บิก (ppm)**	
	MRA	**MIA**
0	217.64±4.44[a]	215.42±10.08[a]
4	198.77±3.49[b]	-
7	-	192.28±3.36[b]

[a,b] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรยกกำลังต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

MRA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MIA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

-: ไม่ได้ทดสอบ

2.3 ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในระหว่างการเก็บรักษา

เนื้อปลายี่สกเทศบดที่ไม่ใส่ SOA (MR และ MI) และเนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA (MRA และ MIA) ก่อนการเก็บรักษา พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 6.5 เมื่อนำเนื้อปลายี่สกเทศบด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MR และ MRA) เป็นระยะเวลา 4 วัน พบว่า มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.4±0.0-6.6±0.0 และเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C พบว่า MI มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.4±0.0-6.6±0.1 ส่วน MIA มีค่าอยู่ในช่วง 6.4±0.0-6.6±0.0 ซึ่งพบว่า ทั้ง MR, MRA, MI และ MIA มีการเปลี่ยนแปลง pH เพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่า pH ของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา

อายุการเก็บ (วัน)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)			
	MR	MRA	MI	MIA
0	6.5±0.0	6.5±0.0	6.5±0.0	6.5±0.0
2	6.6±0.0	6.6±0.0	6.6±0.0	6.6±0.0
4	6.4±0.0	6.5±0.0	6.6±0.1	6.4±0.0
6	-	-	6.4±0.0	6.4±0.0
7	-	-	-	6.4±0.0

MR: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MRA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MI: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

MIA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

-: ไม่ได้ทดสอบ

2.4 ผลของการใช้กรดซอร์บิกต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ในระหว่างการเก็บรักษา

จากตารางที่ 7 เนื้อปลายี่สกเทศบดเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MR และ MRA) มีปริมาณ TVC เพิ่มขึ้นเมื่อการเก็บรักษานานขึ้น โดย MR มีปริมาณเพิ่มจาก 3.32±0.09 log CFU/g เป็น 6.92±0.04 log CFU/g ส่วน MRA มีปริมาณเพิ่มจาก 3.34±0.08 log CFU/g เป็น 6.74±0.17 log CFU/g ซึ่งที่อุณหภูมิ 10 °C จุลินทรีย์ยังสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้ โดยมีการแบ่งตัวทุก 3 ชั่วโมง (Pendroza and Regenstein, 1990) นอกจากนี้ ปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเน่าเสียของสัตว์น้ำหรือการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสัตว์น้ำ ทำให้สัตว์น้ำมีกลิ่นเหม็นเน่า (มัทนา, 2545) เป็นสาเหตุให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น ซึ่ง MR และ MRA ในวันที่ 4 ปริมาณ TVC มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) แสดงว่า SOA ที่เติมลงไปปริมาณ 250 ppm ไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา

เมื่อนำเนื้อปลายี่สกเทศบดไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MI และ MIA) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ในช่วงแรก เนื่องจากที่อุณหภูมิ 0±1 °C พบการเจริญของจุลินทรีย์เฉพาะกลุ่ม Psychrophiles เพียงกลุ่มเดียว ส่วนจุลินทรีย์ในกลุ่ม Mesophiles เจริญได้น้อยลงและอาจหยุดการเจริญ (สุทธวัฒน์, 2548) โดย MI มีปริมาณ TVC ลดลงจาก 3.32±0.09 log CFU/g เป็น 2.95±0.02 log CFU/g ในวันที่ 6 ส่วน MIA มีปริมาณ TVC ลดลงจาก 3.44±0.07 log CFU/g เป็น 2.93±0.02 log CFU/g ในวันที่ 7 สอดคล้องกับการทดลองของสุภาพร และรัชดา (2557) ที่เก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบดในน้ำแข็ง 6 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และมีแนวโน้มลดลง ปริมาณ TVC ในเนื้อปลายี่สกเทศบดที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MI และ MIA) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) ดังตารางที่ 7 แสดงว่า SOA ที่เติมลงไปปริมาณ 250 ppm ไม่มีผลต่อการการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดย MI และ MIA ตลอดอายุการเก็บรักษา ปริมาณ TVC ไม่เกินเกณฑ์ตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2560) เรื่อง

เกณฑ์คุณภาพจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ในเนื้อสดของสัตว์น้ำแช่เย็นหรือแช่แข็งได้ไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อกรัม (6.00 log CFU/g)

เนื้อปลายี่สกเทศบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C (MR และ MRA) พบว่า MR และ MRA ปริมาณของ TVC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องจากที่อุณหภูมิ 10±2 °C จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในปลา จำนวน 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่ม Psychrophiles ชนิด *Pseudomonas* (Tryfinopoulou *et al*., 2002) และ *Shewanella* (Jorgensen and Huss, 1989) (2) กลุ่ม Mesophiles ชนิด *Vibrio, Enterobacter* และ *Aeromonas* (Jalal *et al*., 2017) สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนเนื้อปลายี่สกเทศบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C (MI และ MIA) พบว่า MI และ MIA ปริมาณของ TVC มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรก ต่อมาเมื่อเก็บรักษาเนื้อปลายี่สกเทศบดนานขึ้น ปริมาณ TVC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ในกลุ่ม Psychrophiles เช่น *Pseudomonas* spp. ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบได้มากในปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาแช่เย็น เพราะสามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี (Shaw and Shewan, 1968) และสามารถเจริญได้ในสภาวะที่ขาดแคลนอาหาร เนื่องจากสามารถผลิตสารไซเดอร์โรฟอร์ (Siderophores) ที่มีคุณสมบัติในการจับธาตุเหล็กที่พบอยู่ในปลามาใช้เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการเมทาบอลิซึมได้ (Gram, 1993) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อปลายี่สกบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C มีปริมาณมากกว่าที่เก็บรักษที่อุณหภูมิ 0±1 °C ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ingham and Potter (1987) ที่ได้เก็บรักษาเนื้อปลาบดจาก Atlantic Pollock ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 °C พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อปลาบดจาก Atlantic Pollock ที่อุณหภูมิ 13 °C สูงกว่าที่อุณหภูมิ 5 °C โดยจุลินทรีย์ในกลุ่ม Psychrophiles สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้ง 2 อุณหภูมิ

ตารางที่ 7 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ของเนื้อปลายี่สกเทศบดในระหว่างการเก็บรักษา

อายุการเก็บ	**ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) (log CFU/g)**			
(วัน)	**MR**	**MRA**	**MI**	**MIA**
0	$3.32±0.09^{cA}$	$3.34±0.08^{cA}$	$3.32±0.09^{aA}$	$3.34±0.08^{aA}$
2	$5.55±0.12^{bA}$	$5.38±0.48^{bA}$	$3.08±0.05^{bB}$	$3.44±0.07^{aB}$
4	$6.92±0.04^{aA}$	$6.74±0.17^{aA}$	$2.80±0.03^{cB}$	$2.73±0.03^{cB}$
6	-	-	$2.95±0.02^{bA}$	$2.85±0.05^{cbA}$
7	-	-	-	$2.93±0.02^{b}$

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรยกกำลังต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P≤0.05$)

^{A,B,C} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรยกกำลังต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P≤0.05$)

MR: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MRA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C

MI: เนื้อปลายี่สกเทศบดไม่ใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

MIA: เนื้อปลายี่สกเทศบดใส่ SOA เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C

-: ไม่ได้ทดสอบ

สรุปผลการทดลอง

ผลการสำรวจสารกันเสียในเนื้อปลาบดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด จำนวน 50 ตัวอย่าง เนื้อปลาบด จำนวน 24 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด จำนวน 26 ตัวอย่าง พบว่า มีการใช้สารกันเสียในเนื้อปลาบดทั้งสิ้น 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 83.33 พบตัวอย่างเฉพาะที่ใส่สารกันเสียชนิด BA จำนวน 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 70.83 ซึ่งมีปริมาณอยู่ในช่วง 754.63±5.85-4,272.84±11.34 ppm และตัวอย่างที่ใส่สารกันเสียทั้ง SOA และ BA จำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.50 ส่วนในตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดมีการใช้สารกันเสียทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65.38 พบตัวอย่างเฉพาะที่ใส่สารกันเสียชนิด BA จำนวน 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 53.85 ซึ่งมีปริมาณอยู่ในช่วง 264.20±8.90-4,882.07±13.61 ppm และตัวอย่างที่ใส่สารกันเสียทั้ง SOA และ BA จำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11.54

เนื้อปลายี่สกเทศบดที่ไม่ใส่และใส่ SOA ปริมาณ 250 ppm สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C ได้น้อยกว่า 4 วัน มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 43.10±0.33-45.68±0.39 ค่าเฉดสี (h*) ไปทางสีเหลือง อยู่ในช่วง 78.43±0.62-87.44±0.45 ความเป็นกรดด่าง (pH) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อยู่ในช่วง 6.4±0.0-6.6±0.0 ในวันที่ 4 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) อยู่ที่ 6.92±0.04 และ 6.74±0.17 log CFU/g ตามลำดับ ส่วนเนื้อปลายี่สกเทศบดที่ไม่ใส่และใส่ SOA ที่อุณหภูมิ 0±1 °C สามารถเก็บรักษาได้น้อยกว่า 6 และ 7 วัน ตามลำดับ ค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 41.55±0.50-45.68±0.39 ค่าเฉดสี (h*) ไปทางสีเหลือง อยู่ในช่วง 78.43±0.62-88.11±0.06 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อยู่ในช่วง 6.4±0.0-6.6±0.1 โดยในวันที่ 6 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) เท่ากับ 2.95±0.02 และ 2.85±0.05 log CFU/g ตามลำดับ ดังนั้น การใส่ SOA ปริมาณ 250 ppm ในเนื้อปลายี่สกเทศบดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 °C ไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 °C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าที่ไม่ใส่ SOA เพียง 1 วัน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3. 11 มกราคม 2560.

กระทรวงสาธารณสุข. 2547. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ. 2547 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร. 18 สิงหาคม 2547.

กระทรวงสาธารณสุข. 2559. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 4). 3 พฤศจิกายน 2559.

กระทรวงสาธารณสุข. 2561. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 5). 21 มิถุนายน 2561.

กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง. 2562. สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ประจำปี 2560. เอกสารฉบับที่ 4/2562. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 63 หน้า.

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2555. กิจกรรมตรวจสอบและรับรองคุณภาพสินค้าประมง ปีงบประมาณ 2554 การพัฒนากระบวนการผลิตและการบรรจุผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 2/2555. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 93 หน้า.

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2556ก. กิจกรรมตรวจสอบและรับรองคุณภาพสินค้าประมง ปีงบประมาณ 2555 การพัฒนากระบวนการผลิตและการบรรจุผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 2/2556. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 76 หน้า.

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2556ข. กิจกรรมตรวจสอบและรับรองคุณภาพสินค้าประมง ปีงบประมาณ 2556 การพัฒนากระบวนการผลิตและการบรรจุผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 5/2556. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 80 หน้า.

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2558. กิจกรรมตรวจสอบและรับรองคุณภาพสินค้าประมง ปีงบประมาณ 2557 การพัฒนากระบวนการผลิตและการบรรจุผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1/2558. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 84 หน้า.

กิตติมา โสนะมิตร์ และ วันทนีย์ ขำเลิศ. 2552. ปริมาณโซเดียมเบนโซเอตและสีอินทรีย์สังเคราะห์ในอาหาร. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 51 (2): 170-175.

เคมีภัณฑ์. 2563. Benzoic acid (BP) (สารกันบูด เบนโซอิค แอซิด). แหล่งที่มา https://www.chemipan.com/a/th-th/244-สินค้า/328-เคมีทั่วไป/1049-benzoic-acid-bp-สารกันบูด-เบนโซอิค-แอซิค-1kg-m.html. 2 เมษายน 2563.

ไทยเกษตรศาสตร์. 2556. การเพาะเลี้ยงปลายี่สกเทศ. แหล่งที่มา https://www.thaikasetsart.com. 12 กุมภาพันธ์ 2563.

นงนุช รักสกุลไทย. 2538. กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 135 หน้า.

พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์. 2554. เอกสารประกอบระบบการเรียนการสอนออนไลน์ หลักสูตร เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง บทที่ 2 การเสื่อมเสียและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. หน้า 23 – 36.

พุทธรินทร์ วรรณิสสร. 2556. สารกันบูด. แหล่งที่มา https://guru.sanook.com/4320/. 13 กุมภาพันธ์ 2563.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 302 หน้า.

มันทนา แสงจินดา. 2545. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 323 หน้า.

วีรยา การพานิช. 2552. กรดเบนโซอิก; วัตถุกันเสียที่นิยมใชในอาหาร. แหล่งที่มา http://www.thaitox.org/knowledge/detail.php?id=8&section=8&category=7. 13 กุมภาพันธ์ 2563.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑอาหาร. พิมพครั้งที่ 1. ศูนยสงเสริมและฝกอบรมการเกษตรแหงชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร, นครปฐม. 328 หน้า.

สยามเคมี. 2563. สารกันบูดหรือวัตถุกันเสีย. แหล่งที่มา https://www.siamchemi.com/สารกันบูด/. 21 กุมภาพันธ์ 2563.

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร. 2561. รายงานสรุปผลการดำเนินงาน โครงการบูรณาการอาหารปลอดภัย (Food Safety) ประจำปีงบประมาณ 2561. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี. 212 หน้า

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. การปฏิบัติที่ดีในการผลิตสัตว์น้ำและผลิตภัณฑสัตวน้ำ เล่ม 2 การผลิตปลาสด ปลาแลเยือกแข็ง และเนื้อปลาบด การผลิตซูริมิเยือกแข็ง พ.ศ. 2548. มกอช. 7411-2548.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2548. เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 344 หน้า.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2549. ซูริมิ: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อปลาบด. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 336 หน้า.

สุภาพร สิริมานุยุตต์ และ รัชดา อิทธิพงษ์. 2557. วิธีการเก็บรักษาคุณภาพความสดของปลายี่สกเทศ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2548. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 37 หน้า.

สุวรรณ วิรัชกุล. 2544. โปรตีนปลา: ซูริมิ และอาหารทะเลจากซูริมิ. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น. 294 หน้า.

BAM. 1995. Bacteriological Analytical Manual, 8th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD 20877, USA. pp. 16.01–16.06.

Ghaly, A. E., D. Dave, S. Budge and M. S. Brooks. 2010. Fish Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: Review. *Am. J. Applied Sci.* 7 (7): 859-877.

Girija, S. 1993. Studies on Minced Fish Technology. Doctoral Dissertation, Cochin University of Science and Technology, India. 344 pp.

Gram, L. 1993. Inhibitory Effect Against Pathogenic and Spoilage Bacteria of *Pseudomonas* Strains Isolated from Spoiled and Fresh Fish. *Appl. Environ. Microbiol*. 59 (7): 2197–2203.

Ingham, S. C. and N. N., Potter. 1987. Microbial Growth in Surimi and Mince Made from Atlantic Pollock. *J. Food Protect*. 50: 312-315.

Jalal, K. C. A., J. B. Akbar, L. M. S. Nurul, H. N. Faizul, I. Y. M. Noor, J. Irwandi and B. Mahbuba. 2017. Comparative Stuy on Spoilage and Pathogenic Bacteria in Selected Commercial Marine and Freshwater Fishes. *Int. Food Res. J*. 24 (Suppl): 298-394.

Jorgensen, B. R., and H. H., Huss. 1989. Growth and Activity of Shewanella Putrefaciens Isolated from Spoiling Fish. *Int. J. Food Microbiol.* 9 (1): 51-62.

Kiatkungwalkrai, P., J. Yamprayoon, S. Saito and R. Matsudaira. 1998. In-house Method based on Determination of Benzoic Acid and Sorbic Acid in Fish Balls by HPLC. Fish Technology Research & Inspection Vol II: 1-9.

Luck, E. 1976. Sorbic Acid as Food Preservatives. *Int. Flavours Food Additives* 7 (3): 122-124, 127.

Pendroza-Menabrito A. and J. M. Regenstein. 1990. Shel-Life Extention of Fresh Fish-a Review Part II-Preservation of Fish. *J. Food Quallity* 13: 129-146.

Shaw, B. G., and J. M., Shewan. 1968. Psychrophilic Spoilage Bacteria of Fish. *J. Appl. Bacteriol.* 31 (1): 89–96.

Thomas, L. and J. Delves-Broughton. 2014. Preservatives: Permitted Preservatives - Sorbic Acid. Encyclopedia of Food Microbiology 3: 102-107.

Tryfinopoulou, P., E. Tsakalidou and G.-J. E. Nychas. 2002. Characterization of *Pseudomonas* spp. Associated with Spoilage of Gilt-Head Sea Bream Stored under Various Conditions. *Appl. Environ. Microbiol*. 68 (1): 65-72.

Watts, B. M., G. L. Ylimaki, L. E. Jeffery and L. G. Elias. 1989. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. International Development Research Centre. Ottawa, Ontario, Canada. 160 pp.

ภาคผนวก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อปลายี่สกเทศบด

(Hedonic scale)

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนตามหลักเกณฑ์การให้คะแนน

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม

หลักเกณฑ์การให้คะแนนผลิตภัณฑ์เนื้อปลายี่สกเทศบด

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์การให้คะแนน
ลักษณะปรากฏ	เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีน้ำออกบริเวณพื้นผิว	8-9 คะแนน ยอมรับมากที่สุด 6-7 คะแนน ยอมรับปานกลาง ≥5 คะแนน ยอมรับได้ <5 คะแนน ไม่ยอมรับ
สี	มีแดงหรือชมพูสด ออกสีน้ำตาล สม่ำเสมอ	
กลิ่น	กลิ่นสด ไม่มีกลิ่นคาว และกลิ่นอื่นที่ไม่ใช่กลิ่นธรรมชาติของปลา	
ลักษณะเนื้อสัมผัส	เป็นเนื้อเดียวกัน ละเอียดเมื่อหยิบขึ้นมา ไม่มีเศษก้าง หนัง และวัสดุอื่นๆ ปน	