

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาปลาในช่องทางการเคลื่อนย้าย

สุภาพร สิริมานุยุตต์* รัชดา อธิพิงษ์ พิสิฐ วงศ์สง่าศรี และ สุมเมธ สุพิชญางกูร
กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาในน้ำแข็ง และวิเคราะห์คุณภาพความสดทางด้านเคมี จุลชีววิทยา และการทดสอบทางประสาทสัมผัส และนำมาหาความสัมพันธ์ (Correlation) กับอายุการเก็บรักษา โดยทำเป็นสมการด้วยวิธี Regression Analysis นำไปใช้ในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาปลาที่เก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นระยะเวลา 30 วัน ซึ่งพบว่า ปริมาณ K-value มีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา ตามสมการ $Y = -0.0934X^2 + 5.2486X + 10.06$ ($R^2 = 0.9956$) และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา ตามสมการ $Y = -0.2764X + 7.933$ ($R^2 = 0.9458$) ส่วนปริมาณ TVB-N ปริมาณจุลินทรีย์ Psychrophile และ Mesophile ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา และพบว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัส (การยอมรับรวม) มีความสัมพันธ์กับ K-value โดยความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นตรงตามสมการ $Y = -0.1038X + 10.118$ ($R^2 = 0.9859$) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวพบว่า ปลาที่มีคุณภาพในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับสามารถเก็บรักษาในน้ำแข็งได้นาน 14 วัน 5 ชั่วโมง และสัมพันธ์กับ K-value ที่ไม่เกินร้อยละ 60

คำสำคัญ: ปลาในน้ำแข็ง อายุการเก็บรักษา การทดสอบทางประสาทสัมผัส K-value, TVB-N

*ผู้รับผิดชอบ: ๕๐ เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ. ๑๐๙๐๐ โทร. ๐ ๒๙๔๐ ๖๑๓๐-๔๕

e-mail: supapornsir@fisheries.go.th

Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Shelf Life Prediction in Distribution Chain

Supaporn Sirimanuyutt Ratchada Iddhibongsa Pisit Wongsangasri
and Sumate Supichayangure

Fisheries Industrial Technology Research and Development Division

Abstract

The objective of this study was to detect quality change and shelf life of iced tilapia. Chemical, microbiological and organoleptic qualities were determined the correlations with shelf life by regression analysis to predict shelf life of iced tilapia for 30 days. The results showed that K-value and organoleptic quality related to shelf life, $Y=-0.0934X^2+5.2486X+10.06$ ($R^2=0.9956$) and $Y=-0.2764X+7.933$ ($R^2=0.9458$) respectively, whereas TVB-N, Psychrophile and Mesophile were not correlated to shelf life. However, organoleptic quality (overall acceptance) was linearly correlated to K-value as following: $Y=-0.1038X+10.118$ ($R^2=0.9859$). Also the result showed that at consumers' acceptable level tilapia stored with ice can be kept up to 14 days and 5 hours which corresponding to K-value not more than 60%.

Key words: Tilapia, shelf life, Organoleptic, K-value, TVB-N

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

e-mail: supapornsir@fisheries.go.th

คำนำ

ในกระบวนการเคลื่อนย้ายสัตว์น้ำตั้งแต่แหล่งเลี้ยงไปจนถึงผู้บริโภคหรือโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ ต้องผ่านการเคลื่อนย้ายหลายขั้นตอน ตั้งแต่การจับจากฟาร์มเลี้ยง การขนส่งของผู้รวบรวม ไปถึงขั้นตอนในโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำและการจำหน่าย หรือขั้นตอนที่ตลาดขายปลีกจนถึงมือผู้บริโภค โดยแต่ละขั้นตอนมีระยะเวลาของการเคลื่อนย้าย และการดูแลรักษาสัตว์น้ำที่แตกต่างกันไป ทำให้คุณภาพและอายุการเก็บของวัตถุดิบสัตว์น้ำในแต่ละขั้นตอนของการเคลื่อนย้ายมีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการยากที่จะกำหนดคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของวัตถุดิบสัตว์น้ำในแต่ละแหล่ง จึงจำเป็นต้องมีวิธีการที่สามารถบ่งชี้หรือให้ข้อมูลคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของวัตถุดิบสัตว์น้ำในแต่ละแหล่งหรือขั้นตอน เพื่อการตัดสินใจในการซื้อขายและนำวัตถุดิบสัตว์น้ำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมตามคุณภาพ อันนำมาซึ่งการเพิ่มผลผลิตหรือได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีตามต้องการได้

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง แพร่ขยายพันธุ์ง่าย และมีรสชาติดี เป็นปลาที่ชาวไทยนิยมบริโภคกันมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นปลาน้ำจืดเพื่อการส่งออกที่มีศักยภาพสูงกว่าปลาชนิดอื่น โดยทำการส่งออกหลายรูปแบบทั้งปลาสด ปลาที่ยังมีชีวิต และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ การขนส่งปลานิลไปยังแหล่งต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้น้ำแข็งในการเก็บรักษาคุณภาพความสด เนื่องจากการขนส่งแบบมีชีวิตมีข้อจำกัดทั้งในเรื่องของปริมาณปลาและการให้อากาศเพื่อให้ปลาอยู่รอด ซึ่งการใช้น้ำแข็งที่เพียงพอในการเก็บรักษาน่าจะทำให้ความสดของปลาอยู่ได้นานขึ้น อีกทั้งยังสามารถขนส่งได้ในปริมาณมาก เหมาะกับห้างสรรพสินค้าหรือซูเปอร์มาเก็ตในท้องถิ่นที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งเลี้ยง

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาดัชนีที่เหมาะสมเพื่อใช้วัดคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลานิลในการเคลื่อนย้ายได้ การบ่งชี้คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของปลานิลจำเป็นต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเป็นที่ยอมรับได้ การประเมินคุณภาพปลานิลอาจทำได้โดยการทดสอบทางเคมี เช่น การวิเคราะห์ปริมาณต่างระเหยทั้งหมด (Total volatile base, TVB-N) หรือการวิเคราะห์ปริมาณ K-value ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสดของสัตว์น้ำ การวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา เช่น ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบสัตว์น้ำ และวิธีการตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำทางประสาทสัมผัส สามารถนำมาใช้ในการคาดคะเนอายุการเก็บของวัตถุดิบสัตว์น้ำในแต่ละขั้นตอนของช่องทางการกระจายสัตว์น้ำสู่ผู้บริโภค ทำให้ผู้ประกอบการค้าสัตว์น้ำและผู้บริโภคได้รับสัตว์น้ำที่มีคุณภาพความสดตามความต้องการ อย่างไรก็ตาม หากในแต่ละขั้นตอนการดูแลรักษาไม่ดีพอคุณภาพและอายุการเก็บของสัตว์น้ำจะยิ่งลดลง แต่ถ้ามีการปรับปรุงการดูแลรักษาสัตว์น้ำให้ดีขึ้นก็จะช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพและมีอายุการเก็บของสัตว์น้ำได้ยาวนานขึ้น ทำให้ผู้บริโภคคนสุดท้ายได้บริโภคสัตว์น้ำที่สดมากขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

วิธีดำเนินการ

วัสดุอุปกรณ์

1. ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ขนาด 800-900 กรัมต่อตัว ที่จำหน่ายในตลาดไท จังหวัดปทุมธานี
2. ถังฉนวนพลาสติกขนาด 250 ลิตร จำนวน 2 ใบ
3. Data logger ยี่ห้อ Dickson รุ่น HT 120 สามารถบันทึกอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 120°C

สารเคมี

1. Boric acid ยี่ห้อ Merck
2. Potassium carbonate ยี่ห้อ Merck
3. Trichloroacetic acid ยี่ห้อ CARLO
4. Perchloric acid ยี่ห้อ CARLO
5. Hydrochloric acid ยี่ห้อ J.T. Baker
6. Ammonium hydroxide ยี่ห้อ J.T. Baker

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Standard plate count Agar ยี่ห้อ Oxoid
2. Bacteriological Peptone ยี่ห้อ Oxoid

วิธีการทดลอง

1. นำปลานิลมีชีวิตมาใส่ลงในน้ำผสมน้ำแข็งอัตราส่วน 1:3 เป็นเวลา 15 นาที ปล่อยน้ำทิ้งแล้วขนส่งกลับมายังกองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ จากนั้นนำปลามาบรรจุในถุงพลาสติก ถุงละ 6 ตัว ปิดปากถุง แล้วนำไปเก็บในน้ำแข็ง โดยวางสลับกับน้ำแข็งเป็นชั้น ๆ ใส่ในถังฉนวน เติมน้ำแข็งทุกวันในส่วนที่น้ำแข็งละลายไปเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ ตลอดการทดลองโดยใช้ data logger และสุ่มตัวอย่างที่ 0 วัน หลังจากนั้นสุ่มทุก 2 วัน เป็นเวลา 20 วัน หลังจากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างทุกวันจนครบ 30 วัน ตัวอย่างที่สุ่มนำไปวิเคราะห์คุณภาพ (ภาคผนวกที่ 1) ดังนี้

1.1 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ดังนี้

- 1.1.1 นำเฉพาะกล้ามเนื้อปลาส่วนใต้ครีบหลัง (dorsal fin) ประมาณ 2-3 กรัม สับละเอียดสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ K-value
- 1.1.2 ส่วนเนื้อบริเวณอื่น ๆ แล้วรวมกันปั่นละเอียดให้เป็นเดียวกันเพื่อวิเคราะห์ TVB-N (Total volatile base nitrogen) ตามวิธี Miwa and Low (1992)

1.2 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ดังนี้

สุ่มเก็บและเตรียมตัวอย่างด้วยวิธี Aseptic technique แล้ววิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ ดังนี้

1.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (Mesophiles) โดยวิธี Maturin and Peeler (2001)

1.2.2 ปริมาณจุลินทรีย์ที่ชอบความเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ (Psychrophiles) โดยวิธี Cousin *et al* (1992)

1.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบ โดยการให้คะแนนการทดสอบแบบ line scale ดัดแปลงจากแบบ Structured Scaling (Huss, 1995) มีช่วงคะแนน 1-10 โดย 9-10 คะแนน คุณภาพดีมาก 7-8.95 คะแนน คุณภาพดี 5-6.95 คะแนน คุณภาพปานกลาง 4-4.95 คะแนน คุณภาพเริ่มไม่ดี และ 1-3.95 คะแนน ไม่ยอมรับ ซึ่งให้คะแนนตามคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างปลาที่เก็บรักษาตามแบบประเมินทางประสาทสัมผัสของปลานิลและคำอธิบายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลานิลดังกล่าวในภาคผนวกที่ 2-5

การประเมินคุณภาพของปลานิล โดยดูจากค่าการตรวจคุณภาพความสดของปลาทางเคมีด้วยปริมาณ K-value (%K), TVB-N (Total volatile base nitrogen) และตรวจทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) โดย 1 คะแนนคือคุณภาพของปลานิลที่เน่าเสียแล้ว และ 10 คะแนน คือคุณภาพของปลาที่ดีที่สุด ซึ่งเกณฑ์การยอมรับได้แก่ปริมาณ K-value เป็นค่า Enzymatic Freshness Indicator ที่ใช้เป็นมาตรฐานวัดความสดของปลาที่บริโภคดิบ (Sashimi) ที่ต้องการคุณภาพที่มีความสดสูงไม่เกิน 21% (นงลักษณ์, 2531 อ้างตาม สุเมธ และคณะ, 2548) ส่วนสัตว์น้ำที่มี K-value มากกว่า 60% ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ (สุทธวัฒน์, 2548) ปริมาณ TVB-N เป็นค่าที่ใช้เป็นมาตรฐานวัดคุณภาพความสดของสัตว์น้ำโดยทั่ว ๆ ไปที่มีคุณภาพความสดที่ยอมรับได้ต้องไม่เกิน 30 mg/100 g (มอก. 617, 2529) และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นค่าที่ใช้วัดคุณภาพความสดที่ผู้ทดสอบทั้งหมดตกลงให้เป็นเกณฑ์ต่ำสุดที่ยอมรับได้ต้องไม่ต่ำกว่า 4 คะแนน

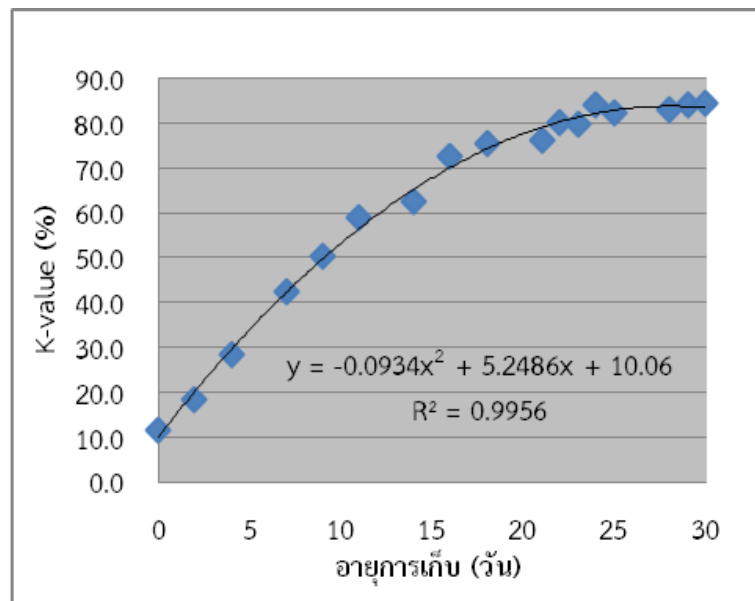
2. การหาความสัมพันธ์ (correlation)

นำผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสของปลานิลที่ทดลองเก็บรักษาในน้ำแข็ง (0°C) เป็นเวลา 30 วัน และนำมาหาความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างอายุการเก็บรักษากับคุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสที่วิเคราะห์ได้ โดยทำเป็นสมการด้วยวิธี Regression Analysis เพื่อนำไปใช้ในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาคุณภาพปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง (0°C)

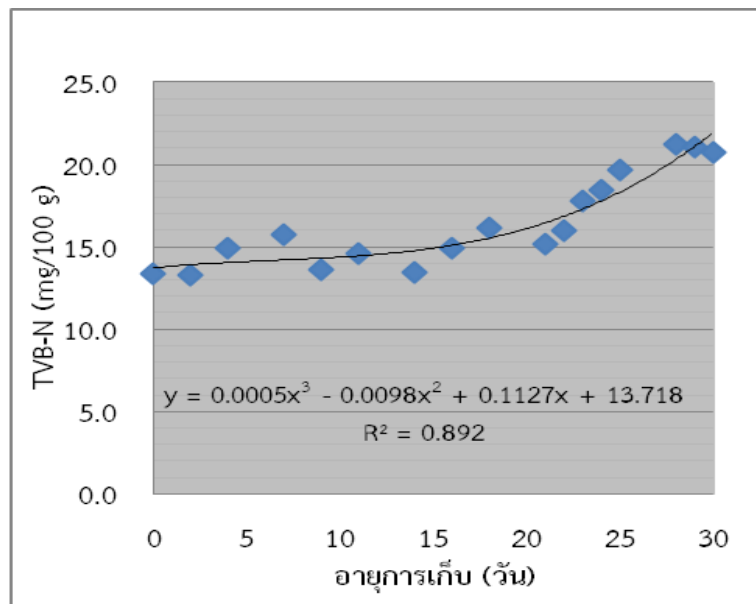
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการใช้สมการในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาคุณภาพปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง พบว่าปริมาณ K-value เริ่มต้นในการทดลองเก็บรักษามีค่า 10.06% เมื่อใช้ปริมาณ K-value ไม่เกิน 21% สำหรับเกณฑ์คุณภาพความสดของปลาที่บริโภคแบบดิบ พบว่า ปลานิลสามารถเก็บรักษาได้ถึง 2 วัน 4 ชั่วโมง หากใช้ K-value ที่มีค่าไม่เกิน 60% ในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาจะเก็บปลานิลไว้ได้นานถึง 12 วัน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้น K-value จะมีค่ามากกว่า 60% และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งถือว่าปลาเกิดการเน่าเสียจนไม่เป็นที่

ยอมรับ (ภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ ส่วนปริมาณ TVB-N ของสัตว์น้ำที่มีคุณภาพความสดที่ยอมรับในระดับดีต้องไม่เกิน 30 mg/100 g ซึ่งในการทดลองเก็บรักษาปลาในน้ำแข็งนี้ หากใช้ปริมาณ TVB-N ในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาจะสามารถเก็บปลาไว้ได้นานถึง 37 วัน 3 ชั่วโมง (ภาพที่ 2) เนื่องจากปริมาณ TVB-N ที่วัดได้ในการทดลองเก็บรักษาปลาตลอด 30 วัน ปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 13.36 เป็น 20.69 mg/100g ซึ่งไม่เหมาะสมในการนำปริมาณ TVB-N มาใช้เป็นดัชนีในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษา ($R^2=0.8920$) เนื่องจากความเย็นหรืออุณหภูมิที่ต่ำจากการใช้น้ำแข็งทำให้การทำงานของน้ำย่อยในตัวสัตว์น้ำ และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเน่าเสียนั้นทำงานได้ช้าลง ปริมาณ TVB-N จึงเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จึงไม่เหมาะสมที่จะนำค่ามาใช้ในการบ่งชี้คุณภาพความสดสำหรับปลาที่เก็บในน้ำแข็งได้ (วลัย และสุภาพร, 2551) และสอดคล้องกับการเก็บรักษาปลาสดที่ไม่สามารถใช้ TVB-N เป็นตัวชี้วัดคุณภาพได้เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน (สุเมธ และคณะ, 2551)

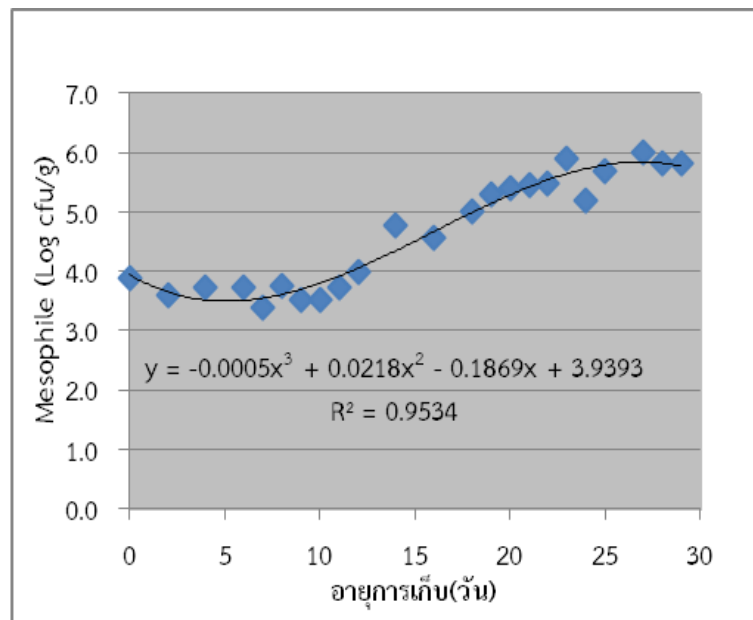


ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ปริมาณ K-value) ของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

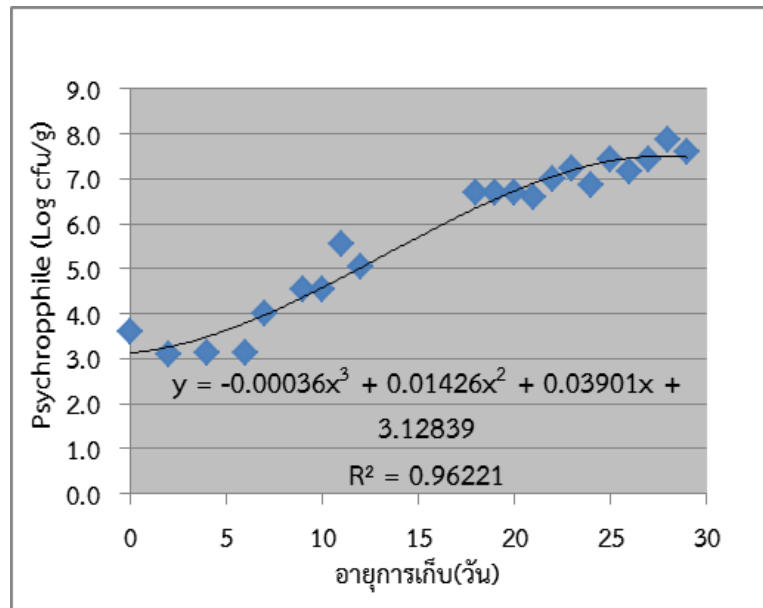


ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ปริมาณ TVB-N) ของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ Mesophile และ Psychrophile ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาปลานิล มีปริมาณ Mesophile เพิ่มขึ้นจาก 8.70×10^3 cfu/g เป็น 7.02×10^5 cfu/g และปริมาณ Psychrophile เพิ่มขึ้นจาก 5.22×10^3 cfu/g เป็น 4.47×10^7 cfu/g หากใช้เกณฑ์กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลานิลที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณไม่เกิน 10^7 cfu/g (มกอช. 7001-2547) เมื่อนำสมการของ Mesophile ที่ได้ $Y = -0.0005X^3 + 0.0218X^2 - 0.1869X + 3.9393$ ($R^2 = 0.9534$) มาคาดคะเน พบว่าเมื่อเก็บรักษาปลานิลจนครบ 30 วัน มีปริมาณ Mesophile เท่ากับ 2.83×10^4 cfu/g ส่วนสมการของ Psychrophile ที่ได้ $Y = -0.00036X^3 + 0.0143X^2 + 0.039X + 3.1284$ ($R^2 = 0.9622$) มาใช้ในการคาดคะเน พบว่า เมื่อเก็บรักษาปลานิลไว้นาน 21 วัน 5 ชั่วโมง จะมีปริมาณ Psychrophile เท่ากับ 1.0×10^7 cfu/g หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีปริมาณลดลงเรื่อยๆ หลังจากอายุการเก็บมากกว่า 27 วัน (ภาพที่ 3 และ 4) ดังนั้นทั้งปริมาณ Mesophile และ Psychrophile จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คาดคะเนอายุการเก็บรักษาปลานิลในน้ำแข็ง เนื่องจากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ให้การยอมรับปลานิลที่อายุการเก็บรักษาในน้ำแข็งสูงสุด 14 วัน 5 ชั่วโมง



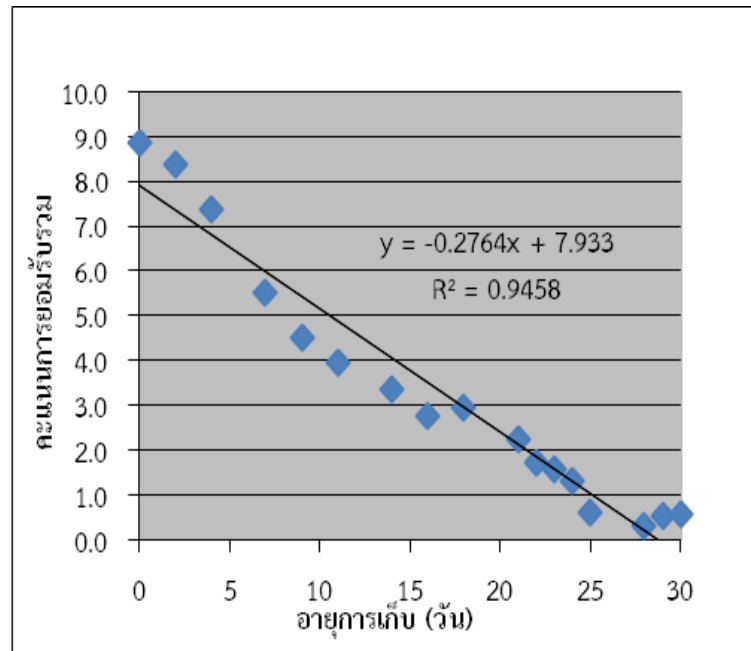
ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา (ปริมาณ Mesophile) ของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง



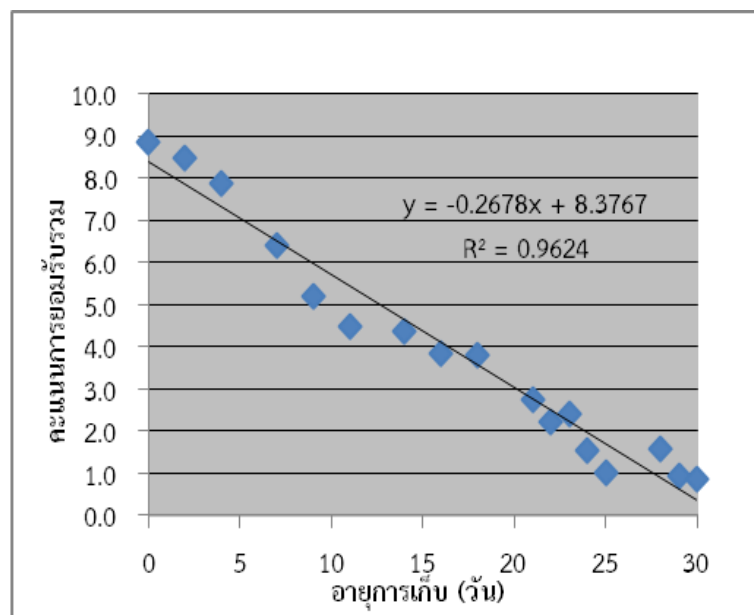
ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา (ปริมาณ Psychrophile) ของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

สำหรับการใช้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาปลานิลในน้ำแข็งตามสมการ $Y = -0.2764X + 7.933$ ($R^2 = 0.9458$) โดยใช้คะแนนการยอมรับรวมที่ไม่น้อยกว่า 4 คะแนน จะเก็บปลานิลไว้ในแบบดิบได้นาน 14 วัน 5 ชั่วโมง (ภาพที่ 5) แต่หากนำปลานิลมาปรุงสุกแล้วทดสอบการยอมรับรวม พบว่า ปลานิลที่เก็บรักษาไว้นาน 16 วัน 8 ชั่วโมง ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับรวม คะแนนไม่น้อยกว่า 4 (ภาพที่ 6) จากผลการให้คะแนนของผู้ทดสอบจะพบว่าปลานิลในวันเริ่มต้นทดลอง (0 วัน) ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับคุณภาพอยู่ในระดับดี (7-8.95 คะแนน) ไม่ถึงระดับดีมาก (9-10 คะแนน) แม้ว่าจะเลือกใช้ปลานิลที่มีชีวิตในการเริ่มต้นทำการทดลอง อาจเนื่องมาจากปลานิลมีความล้า อ่อนแอหรือเกิดความเครียดจากการขนส่งจากแหล่งเลี้ยงมายังแหล่งจำหน่ายจึงทำให้คุณภาพความสดของเนื้อปลาลดลง ซึ่งอายุการเก็บรักษาของปลานิลจากการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาอายุการเก็บปลานิลในน้ำแข็งที่พบว่าสามารถเก็บได้นาน 15 วัน โดยผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ แม้ว่าจะค่าทางเคมี เช่น TVB-N หรือปริมาณจุลินทรีย์ จะยังไม่ถึงเกณฑ์กำหนดว่าสัตว์น้ำนั้นเกิดการเน่าเสียก็ตาม (Adoga *et al.*, 2010)

วิธีการที่ดีที่สุดในการตรวจคุณภาพปลาว่ามีความสด หรือมีการเสื่อมคุณภาพ คือการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลา (มกอช. 7411-2548) ซึ่งการทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นวิธีการตรวจประเมินคุณภาพของสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์วิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพ ให้ความถูกต้องแม่นยำได้เป็นอย่างดีหากผู้ทดสอบมีความชำนาญ การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสสามารถรับรู้และเข้าใจได้ด้วยความรู้สึกของมนุษย์ เป็นวิธีที่รวดเร็ว น่าเชื่อถือ ไม่ทำลายสัตว์น้ำสด และไม่ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง โดยผู้ที่ทำการทดสอบต้องได้รับการฝึกฝน และฝึกฝนซ้ำภายใต้การดูแลของผู้ทดสอบที่มีความชำนาญในการใช้ตัวอย่างสัตว์น้ำที่ทราบระยะเวลาการเก็บรักษาและความสด (Martinsdo'ttir, 2010)



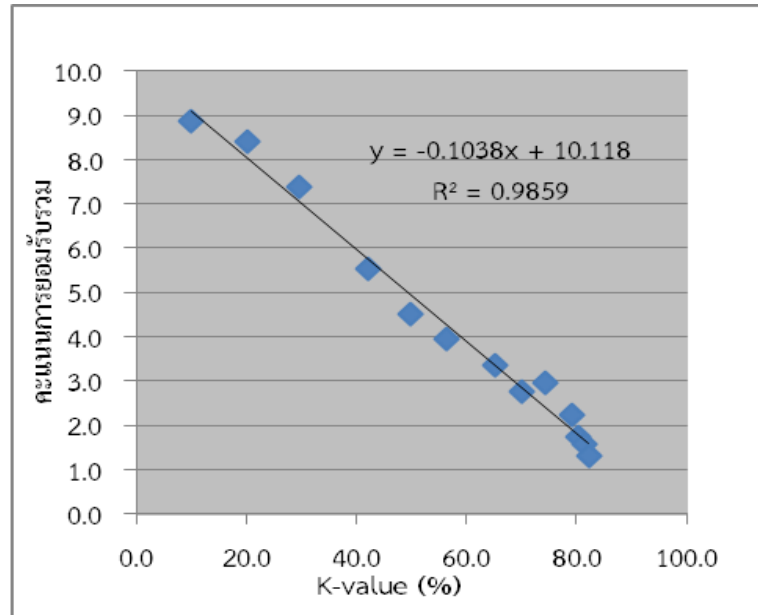
ภาพที่ 5 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง (พลาสติก)



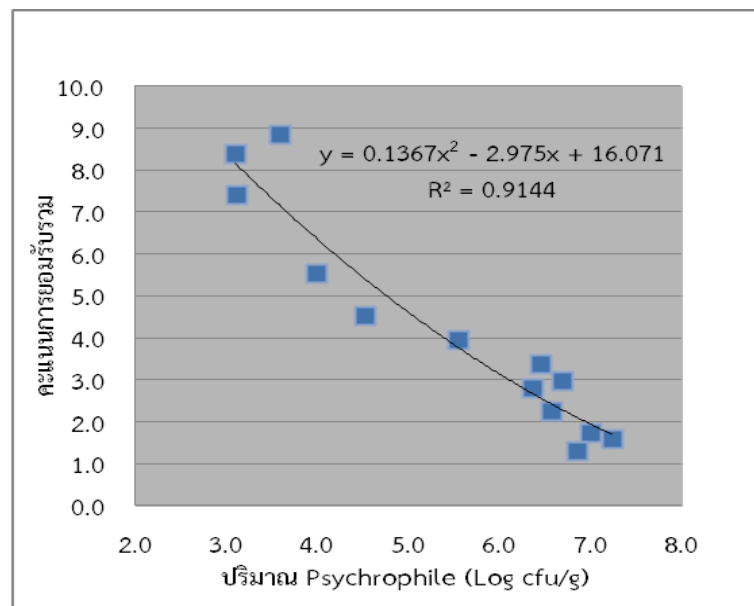
ภาพที่ 6 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง (พลาสติก)

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับรวมของปลานิล (ดิบ) และปริมาณ K-value (%) ได้สมการเส้นตรง คือ $Y = -0.1038X + 10.118$ ($R^2 = 0.9859$) ดังภาพที่ 7 จากค่า R^2 พบว่าคะแนนการยอมรับมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมากกับ K-value และพบว่าเมื่อใช้เกณฑ์การไม่ยอมรับ (คะแนนน้อยกว่า 4) สอดคล้องกับ K-value ที่ไม่ยอมรับคือ 60% (58.94%) อย่างมาก (ตารางที่ 1) ดังนั้นปริมาณ K-value จึงเหมาะสมในการนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพปลานิลได้เมื่อไม่มีผู้ทดสอบที่มีความชำนาญ

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของคะแนนการยอมรับรวมของปลานิล (ดิบ) และปริมาณ Psychrophile หากแทนค่าในสมการ (ภาพที่ 8) พบว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับตัวอย่างปลานิลที่มีปริมาณจุลินทรีย์ Psychrophile มากกว่า 2.18×10^5 cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่ยังไม่ถึงเกณฑ์กำหนดว่าปลาเกิดการเน่าเสีย



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับรวมกับ K-value



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับรวมกับปริมาณ Psychrophile

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนการยอมรับรวมทางประสาทสัมผัส และปริมาณ K-value ที่ระดับคุณภาพความสดต่าง ๆ ของปลาในระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็ง

ระดับคุณภาพปลาดิบ	คะแนนการยอมรับรวม	K-value (%)
คุณภาพความสดดีมาก	9-10	1.14-10.77
คุณภาพความสดดี	7-8.95	11.25-30.04
คุณภาพความสดปานกลาง	5-6.95	30.52-49.31
คุณภาพความสดน้อย	4-4.95	49.79-58.94
ไม่ยอมรับ	1-3.95	59.42-87.84

การวัดคุณภาพด้วยการวิเคราะห์ K-value สามารถใช้เป็นดัชนีวัดคุณภาพด้านความสดของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็งได้ สอดคล้องกับการศึกษาของสุญาณีพร และคณะ (2551) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของปลาสาวยโมงที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

การแช่เย็นปลา โดยการใช้น้ำแข็งเป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุดในการป้องกันการเจริญของแบคทีเรีย การแช่เย็นปลาควรทำให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยให้มีอุณหภูมิ 0°C หรือต่ำกว่า และรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำนี้ตลอด ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น อายุการเก็บของปลาจะสั้นลง ซึ่งการแช่เยือกแข็งปลาอย่างรวดเร็ว ก็เป็นการถนอมรักษาคุณภาพ และทำให้อายุการเก็บรักษาปลาเพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลอง

การศึกษการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง พบว่าปริมาณ K-value และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา ตามสมการ $Y = -0.0934X^2 + 5.2486X + 10.06$ ($R^2 = 0.9956$) และ $Y = -0.2764X + 7.933$ ($R^2 = 0.9458$) สามารถใช้เป็นดัชนีวัดคุณภาพด้านความสดของปลานิลที่เก็บรักษาในน้ำแข็งได้ หากต้องการปลาที่มีคุณภาพดีถึงดีมากในระดับที่คุณภาพความสดที่บริโภคแบบดิบโดยปริมาณ K-value ยังไม่เกิน 21% สามารถเก็บรักษาในน้ำแข็งได้นาน 2 วัน 4 ชั่วโมง ซึ่งมีคะแนนการยอมรับรวมอยู่ในระดับดีถึงดีมาก คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7.94 และหากใช้เกณฑ์ K-value ไม่เกิน 60 % ในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาจะเก็บปลานิลไว้ได้นาน 12 วัน 3 ชั่วโมง ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับมากกว่าหรือเท่ากับ 4 คะแนน เมื่อเก็บรักษาปลาไม่เกิน 14 วัน 5 ชั่วโมง และความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับรวมกับปริมาณ K-value จากสมการ $Y = -0.1038X + 10.118$ ($R^2 = 0.9859$) ผู้ทดสอบไม่ยอมรับตัวอย่างปลานิลที่มีปริมาณ K-value มากกว่า 58.94% สำหรับปริมาณ TVB-N และปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง Mesophile และ Psychrophile ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คาดคะเนอายุการเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

- มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. ปลานิล, มกอช. 7001-2547.
- มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. การปฏิบัติที่ดีในการผลิตสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, มกอช. 7411-2548.
- วลัย คลีฉายา และสุภาพร สิริมานุยุตต์. 2551. การพัฒนาการเก็บรักษาคุณภาพความสดของปลาโมง (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880). เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 14/2551. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 33 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ปลาสดทั้งตัวเยือกแข็ง. มอก. 617-2529.
- สุญาณีพร ตูลยพงศ์รักษ์, ปัทมา ระตะนะอาพร และจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร. 2551. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของปลาสาวยโมงที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง. การประชุมวิชาการประจำปี 2551 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 วันที่ 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2551: <http://fre.forest.ku.ac.th>. 28 กุมภาพันธ์ 2555.
- สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2548. เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ, กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์. 344 หน้า.

- สุเมธ สุพิชญางกูร, นิรชา วงษ์จินดา, สุภาพร สิริมานุยุตต์ รัชดา อธิพิงษ์ และสมยศ ราชนิยม. 2548. การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon*) ในช่องทางของการเคลื่อนย้าย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2548, กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 17 หน้า.
- Adoga, I. J., E, Joseph, and O. F. Samuel. 2010. Storage Life of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Ice and Ambient Temperature : <http://www.sciencepub.net/researcher>. 1 Feb 2015.
- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis 16th Edition; Washington D.C.
- Cousin, M. A., Jay, J. M. and Vasavada, V. C., 1992. Psychrotrophic Microorganisms. Chapter 9. In Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods. 3rd ed. Washington p 153-163.
- Huss, H. H. 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fisheries Technical paper No.348. Rome, Italy. 195 pp.
- Maturin, L. J. and Peeler, J. T. 2001. Aerobic Plate Count. Chapter 3, 8th ed. (Rev. A) Bacteriological Analytical Manual. AOAC International, USA.
- Miwa, K. and S. J. Low. 1992. Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedure for Fish and Fish products, 2nd ed. Marine Fisheries Research Development, SEAFDEC, Singapore.
- Martinsdo'ttir, E. 2010. Sensory quality management of fish. In Kilcast D. (ed.) Sensory analysis for food and Beverage quality control. CRC Press, USA. p. 293-315.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

การเตรียมตัวอย่างปลานิลเพื่อทำการทดลอง



การเตรียมตัวอย่างปลานิลเพื่อทำการทดลอง



ทดลองเก็บรักษาปลานิลที่อุณหภูมิ 0°C



ตัวอย่างปลานิลสำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส



ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวกที่ 2

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของปลานิล (ดิบ)

ชื่อผลิตภัณฑ์ ปลานิล (ดิบ) เก็บในที่เย็นอยู่ในถุงพลาสติก Seal ปิดปากถุง

รหัสตัวอย่าง _____

วันที่ : _____ ชื่อผู้ทดสอบ: _____

- ระดับคะแนน
1. ตา
- | | | | |
|-----|---|------------------|------|
| 10 | 7 | 4 (จุดไม่ยอมรับ) | 1 |
| ใส | | | ขุ่น |
| นูน | | | ยุบ |
2. ผิวหนัง (เกล็ด)
- | | | | |
|---------|--|--|-------------------|
| มันวาว | | | ด้าน, ซีด, ไม่วาว |
| ติดแน่น | | | หลุดง่าย |
3. เนื้อสัมผัส (นิวกัด เนื้อบริเวณแนวครีบบน)
- | | | | |
|---------------------------|--|--|----------------------------|
| แน่น ยืดหยุ่น/คืนตัวทันที | | | นิ่ม ไม่ยืดหยุ่น/ไม่คืนตัว |
|---------------------------|--|--|----------------------------|
4. เหนืออก
- | | | | |
|-------------------------|--|--|-----------------------------------|
| สีแดงสด | | | สีน้ำตาลคล้ำ |
| กลื่นพลาสติก/ไม่มีกลื่น | | | กลื่นเหม็นเน่ามาก, กลื่นแอมโมเนีย |
| ปราศจากเมือก | | | มีเมือกมาก |
| เมือก : ใส | | | เมือก : ขุ่น |
5. การยอมรับโดยรวม
- | | | | |
|-----------------|---|------------------|--------------------|
| 10 | 7 | 4 (จุดไม่ยอมรับ) | 1 |
| สดมากที่สุด | | | แ่่มากที่สุด |
| ยอมรับมากที่สุด | | | ไม่ยอมรับมากที่สุด |

ภาคผนวกที่ 3

แบบประเมินทางประสาทสัมผัสของปลานิล (สุก)

ชื่อผลิตภัณฑ์ ปลานิล (สุก)

รหัสตัวอย่าง _____

วันที่ : _____ ชื่อผู้ทดสอบ: _____

	ระดับคะแนน			
1. เนื้อ (เคี้ยว)	10	7	4 (จุดไม่ยอมรับ)	1
- รสชาติ	----- ----- ----- -----			
	รสหวานของ เนื้อปลานึ่งสูง	รสหวานของ เนื้อปลานึ่งปานกลาง	ไม่มีรสหวานของ เนื้อปลานึ่ง (จืด)	มีรสขม
- กลิ่นรส	----- ----- ----- -----			
	กลิ่นหอมของ เนื้อปลานึ่งสูง	กลิ่นหอมของ เนื้อปลานึ่งปานกลาง	ไม่มีกลิ่นรสของ เนื้อปลานึ่ง	มีกลิ่นเ็น่า/หืน
- เนื้อสัมผัส	----- ----- ----- -----			
	นุ่ม			แข็งกระด้าง
2. การยอมรับโดยรวม	10	7	4 (จุดไม่ยอมรับ)	1
	----- ----- ----- -----			
	สดมากที่สุด ยอมรับมากที่สุด			แย่มากที่สุด ไม่ยอมรับมากที่สุด

ภาคผนวกที่ 4

คำอธิบายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลานิล (ดิบ)

คุณลักษณะ	ระดับคะแนน			
	10	7	4 จุด (ไม่ยอมรับ)	1
ตา	ใส	ขุ่นเล็กน้อย	ขุ่นมัว	ขุ่นมัวมาก
	นูน แต่งตั้ง อยู่ในสภาพดี	ตาดู อยู่ในสภาพดีจนถึงจมบ้างเล็กน้อย	จมเล็กน้อย ขี้เลือดเล็กน้อย	จมหรือบวมน้ำมาก ขี้เลือด ยุบ โป้
ผิวหนัง (เกล็ด)	เกล็ดสีเขียวนิล เป็นมันวาว	เกล็ดสีนิล มันวาวน้อยลงจนไม่มีเงา	เกล็ดซีด ไม่เป็นเงา	เกล็ดด้าน ซีดจางมาก เกล็ดไม่เป็นเงา
	เกล็ดติดแน่น	เกล็ดไม่หลุด	เกล็ดหลุดบ้างถึงปานกลาง	เกล็ดหลุดร่วงมาก
เนื้อสัมผัส (นิ้วกด)	เนื้อสัมผัสแน่น ยืดหยุ่น ใช้นิ้วกด แล้วปล่อยรอยจะหายไปทันที	แน่นจนถึงนิ่มเล็กน้อย แต่ยังมีความ ยืดหยุ่น กดแล้วคืนตัวช้าลง	เนื้อสัมผัสนิ่ม มีความยืดหยุ่น น้อย กดแล้วคืนตัวช้ามาก	เนื้อสัมผัสนิ่มมาก ไม่ยืดหยุ่น กดแล้วเนื้อไม่คืนตัว
เหงือก	สีแดงเข้ม สดใส	สีแดงคล้ำ	สีน้ำตาล	สีน้ำตาลซีด
	มีกลิ่นปลาสด/ไม่มีกลิ่น	มีกลิ่นคาวปลามากขึ้น	มีกลิ่นคาวปลารุนแรง เริ่มมีกลิ่นเน่าจางๆ	มีกลิ่นปลาเน่าแรงจัด มีกลิ่นแอมโมเนีย
	ปราศจากเมือก	มีเมือกเล็กน้อย (เมือกใส)	เมือกมากเริ่มขุ่น	มีเมือกรอบเหงือกขุ่นเหนียว
การยอมรับรวม	ดีมาก	ปานกลาง	ไม่ค่อยดี	ไม่ยอมรับเลย

ภาคผนวกที่ 5

คำอธิบายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลานิล (สุก)

คุณลักษณะ	ระดับคะแนน			
	10	7	4 จุด (ไม่ยอมรับ)	1
รสชาติ	มีรสหวาน ไม่จืดชืด	มีรสหวานเล็กน้อย	จืดชืด	เปรี้ยว หรือขม
กลิ่นรส	กลิ่นหอมเนื้อปลา	กลิ่นหอมเล็กน้อย	กลิ่นคาว	กลิ่นคาวมาก หรือกลิ่นผิดปกติ จนถึงเหม็นเน่า
เนื้อสัมผัส	เนื้อสัมผัสนุ่มแน่น ยืดหยุ่น	เนื้อสัมผัสแน่นจนถึงนุ่มเล็กน้อย ยังมีความยืดหยุ่น	เนื้อสัมผัสนี้ม มีความยืดหยุ่นน้อย	เนื้อสัมผัสยุ่ยและ หรือแข็ง กระจายมาก
การยอมรับรวม	ดีมาก	ปานกลาง	ไม่ค่อยดี	ไม่ยอมรับเลย