รายงานการวิจัย

ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับ "โครงงานนักศึกษา" (Senior Project)

ประจำปี 2533

เรื่อง

ผลของการบรรจุแบบสุญญากาศต่ออายุการเก็บปลาแช่เยือกแข็ง

(Effects of Vacuum Packaging on Shelf-Life of Frozen Fish)

โดย

นายไพศาล วุฒิจำนงค์

นางสาวเสาวคนธ์ สุวรรณลิวงศ์

เลขหมู่ TP793.5 W05 2533

เลขทะเบียน 036061

30 เม.ย. 2533

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิทยาเขตหาดใหญ่

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการบรรจุถุงแบบสุญญากาศและแบบธรรมดา ผลของวิธีการแช่เยือกแข็งแบบกระแสลมเป่าและแบบเพลทสัมผัส ต่ออายุการเก็บของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง พบว่าวิธีการแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัสและการบรรจุถุงแบบสุญญากาศจะช่วยลดปัญหาการเกิดกลิ่นหืน และรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแล่แช่เยือกแข็งไว้ได้ ช่วยยืดอายุการเก็บได้นานขึ้น แม้ว่าการบรรจุแบบสุญญากาศมีผลให้คุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีนในปลาตาโตลดลงไปบ้างแต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับของผู้บริโภค

Abstract

The effect of vacuum packaging on storage - life of frozen Bigeye scad was studied. Rancid flavor of the frozen fish fillet was slowly developed by vacuum packaging and contact plate freezing methods resulting in increasing storage - life. Although water - holding capacity of fish protein was effect by vacuum packaging, the frozen fish fillet was considerably accepted.

Key words : Frozen fish , Bigeye scad , vacuum packaging, storage-life.

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	ก-ข
สารบาญภาพ	ค
บทนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาปลาแช่เยือกแข็ง	2
ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของปลาแช่แข็ง	3
การยืดอายุการเก็บรักษาของปลาแช่เยือกแข็ง	6
การบรรจุแบบสุญญากาศ	7
การทดลอง	19
วัตถุดิบและวิธีการทดลอง	19
ผลการทดลองและวิจารณ์	22
บทสรุป	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	
ก	37
ข	39
ค	40
ง	41
จ	42

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงลำดับคะแนนของปลาทู (mackerel) ที่บรรจุแบบต่าง ๆเก็บที่ -7 °ซ.	11
2	แสดงลำดับคะแนนของปลาเอกที่บรรจุแบบต่าง ๆ เก็บที่ -7 °ซ.	13
3	แสดงระยะเวลาเก็บจนถึงระดับการไม่ยอมรับของปลาเอกเก็บที่ -7 °ซ.	14
4	แสดงระยะเวลาเก็บจนถึงระดับการไม่ยอมรับของปลาทู (mackerel) เก็บที่ -7 °ซ.	15
5	แสดงคุณสมบัติการซึมผ่านของออกซิเจนในฟิล์มบรรจุชนิดต่างๆ	16
6	แสดงผลของฟิล์มบรรจุแบบสุญญากาศต่อค่า TBA และลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลา white fish เก็บที่ -25 °ซ.	18
7	แสดงการสูญเสียน้ำเมื่อละลายน้ำแข็ง(thaw drip)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง	24
8	แสดงการสูญเสียน้ำเมื่อทำให้สุก(cook loss)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง	26
9	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง	28
10	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่ากรด(Acid value)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง	30
11	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่ากรดไขมันอิสระ(FFA)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง	30
12	แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่เวลาต่างๆกัน	31

13	แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่เวลาต่างๆกัน	31
14	แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่เวลาต่างๆกัน	32
15	แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านคุณลักษณะรวมของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่เวลาต่างๆกัน	32

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงผลการทดสอบการยอมรับของปลาแล่ blue grenadier (Macruronus novaezelandiae)เก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ.	9
2	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ต่อระยะเก็บปลาแช่เยือกแข็งที่บรรจุต่างกันเก็บที่ -7 °ซ.	10
3	แสดงผลของฟิล์มบรรจุแบบสุญญากาศต่อค่า TBA ของปลา white fish แช่เยือกแข็งเก็บที่ -12 °ซ.	17
4	แสดงผลของการบรรจุและวิธีการแช่เยือกแข็งต่อการสูญเสียน้ำเมื่อละลายน้ำแข็ง(% thaw drip)ของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่ -20 °ซ.	25
5	แสดงผลของการบรรจุและวิธีการแช่เยือกแข็งต่อการสูญเสียน้ำเมื่อทำให้สุก(% cook loss)ของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่ -20 °	27
6	แสดงผลของการะบรรจุและวิธีการแช่เยือกแข็งต่อค่า TBA ของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่ -20 °ซ.	29

บทนำ

ปลาแช่เยือกแข็งจัดเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของไทย ซึ่งปัจจุบันมีแนวโน้มของการแข็งขันสูงในตลาดการค้าต่างประเทศ จึงต้องมีการพัฒนายกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น ซึ่งในการเก็บผลิตภัณฑ์ปลาแช่เยือกแข็งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพหลายประการคือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส การเสียคุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีน การเปลี่ยนแปลงในด้านกลิ่นรส โดยเฉพาะการเกิดกลิ่นหืน เนื่องจากองค์ประกอบของปลามีปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวสูง จึงเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันได้ง่าย กระบวนการผลิตที่ใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับการรักษาคุณภาพปลาแช่เยือกแข็งได้ และการใช้อุณหภูมิที่ต่ำมากเกินไปยังก่อให้เกิดผลเสียต่อลักษณะเนื้อสัมผัส ทำให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์แห้งและเกิดการสูญเสียน้ำ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการอื่นมาใช้ร่วมกับการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิที่ต่ำมากเกินไป เช่น การเคลือบด้วยน้ำแข็ง การใช้สารเคมี การบรรจุหีบห่อและการปรับสภาพการเก็บ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาถึงการบรรจุหีบห่อนอกจากจะทำหน้าที่ในการช่วยป้องกันผลิตภัณฑ์และยืดอายุการเก็บแล้ว ยังช่วยในการเพิ่มมูลค่ายกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น ส่วนสภาพการเก็บพบว่า ถ้าเก็บในสภาพสุญญากาศจะช่วยลดปัญหาจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนได้ เช่น ปัญหาการเกิดกลิ่นหืน การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ :

1) เพื่อศึกษาผลการบรรจุแบบสุญญากาศที่มีต่ออายุการเก็บรักษาปลาแช่เยือกแข็ง
2) เพื่อศึกษาผลของวิธีแช่เยือกแข็งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของปลาแช่เยือกแข็ง

การตรวจเอกสาร

การแช่เยือกแข็งเป็นกรรมวิธีรักษาคุณภาพของปลาให้ใกล้เคียงกับของสดมากที่สุด โดยอาศัยอุณหภูมิต่ำช่วยยับยั้งการเสื่อมเสียเนื่องจากเอนไซม์และจุลินทรีย์ แต่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในปลาแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาทำให้คุณภาพและอายุการเก็บลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บปลาแช่เยือกแข็ง มีดังนี้ (มยุรี จัยวัฒน์ ,2532)

1. การระเหยน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ สาเหตุเนื่องจากการเคลือบไม่ดี หรือบรรจุในหีบห่อไม่ดี หรือสภาพภายในห้องเย็นไม่สม่ำเสมอ การสูญเสียน้ำมากๆ นอกจากจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลง ยังทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียน้ำหนักด้วย และหากมีการสูญเสียน้ำมากเกินไปจะทำให้ผิวหนังของผลิตภัณฑ์แห้งและแข็ง เรียกว่าเกิด freezer burn

2. การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส การเก็บในสภาพแช่เยือกแข็งจะมีผลต่อโปรตีน ความเย็นจัดจะทำให้โปรตีนบางชนิดเกิดการแปลงสภาพ (denature) ซึ่งมีผลทำให้เนื้อกระด้าง(toughness) เนื้อเหมือนฟองน้ำ (sponge linke texture) และยาง (rubbery texture)

3. การเปลี่ยนแปลงกลิ่น ปลาสดควรมีกลิ่นคาวปลา (fishy) การเปลี่ยนแปลงกลิ่นปลาอาจเกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ก่อนการแช่เยือกแข็ง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

3.1 การสูญเสียกลิ่น ปลาแต่ละชนิดมีกลิ่นเฉพาะของตัวเองเกิดจากสารประกอบที่ไม่คงตัวและถูกทำลายเมื่อเก็บไว้นานขึ้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเข้าใจว่าเป็นปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน ซึ่งพิสูจน์ได้โดยเก็บปลาในภาชนะที่บรรจุปิดสนิทไม่มีอากาศ พบว่าจะรักษากลิ่นไว้ได้นานกว่าปลาที่สัมผัสกับอากาศ

3.2 การเกิดกลิ่นแปลกปลอม เกิดขึ้นหลังการสูญเสียกลิ่นตามธรรมชาติไปแล้ว ที่พบบ่อยๆ คือ กลิ่นหืน (rancid) สำหรับปลาแช่เยือกแข็งระยะแรก ผู้บริโภคมักไม่ทราบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน เกิดสารประกอบประเภท carbonylic compound ซึ่งอาจเป็นปฏิกิริยาเคมีระหว่างไขมันกับออกซิเจน

4. การเปลี่ยนแปลงสี สีของปลามีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่หลังถูกจับ ปลาที่สดจะมีสีแดงสดปรากฏตามผิวหนังปลา ถ้าเก็บปลาในน้ำแข็ง 2-3 วัน สีจะซีดลง และถ้าเก็บนานขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีคล้ำลง โดยมีสาเหตุจากการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน

(oxidation) ของเม็ดสีสีแดง (hemoglobin) ในเลือดปลาที่มีทั้งเนื้อขาว (light-meat) และเนื้อแดง(dark-meat) เนื้อแดงอยู่ตรงส่วนของเส้นกลางลำตัว(Leteral line) จะไวต่อการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน ดังนั้นเมื่อเก็บปลาไว้นานเนื้อปลาจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำ ปลาบางชนิดมีเนื้อสีชมพู เม็ดสีในกล้ามเนื้อจะได้รับออกซิเจนอย่างช้าๆขณะเก็บในห้องเย็นทำให้สีจางลงและหายไปในที่สุด ในไขมันปลาก็มีเม็ดสีละลายอยู่ซึ่งมีสีคล้ายกับสีที่ปรากฏในเนื้อปลา และการเกิดขบวนการเติมออกซิเจน พวกที่ไม่มีสีหรือมีสีเหลือง หลังจากได้รับออกซิเจนสีจะเข้มขึ้นจนบางครั้งเป็นสีน้ำตาล การเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันในปลาจะเร็วขึ้น ถ้าไขมันถูกดันออกมานอกเนื้อเยื่อ เนื่องจากการขยายตัวของน้ำขณะแช่เยือกแข็ง การเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้งมากๆ จนมีผิวสีน้ำตาลเรียกว่า Rusted ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ

ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของปลาแช่เยือกแข็ง

การยืดอายุการเก็บปลาแช่เยือกแข็งเป็นสิ่งที่ต้องการทางการค้า เพื่อจะรักษาคุณภาพของปลาให้อยู่ในสภาพดีที่สุด สิ่งสำคัญที่ควรทราบคือ ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บปลาแช่เยือกแข็ง ทั้งนี้เพื่อจะได้หาแนวทางปฏิบัติหรือใช้วิธีการที่เหมาะสมในการป้องกันการเสื่อมคุณภาพ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออายุการเก็บพอสรุปได้ดังนี้

1.ประเภทและชนิดของปลา ปลาแต่ละชนิดมีอัตราเน่าเสียต่างกันมีผลทำให้อายุการเก็บปลาแช่เยือกแข็งต่างกันไปด้วย(Lee and Toledo,1984)และในปลาต่างชนิดกันจะมีลักษณะเด่นของการเสื่อมเสียที่แตกต่างกันไปโดยจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีในตัวปลาเป็นหลัก เช่น ปลาในตระกูล Gadedae จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (Gill et al., 1979) แต่ปลาคอด(cod) จะมีเนื้อนิ่มเละได้ง่ายในระหว่างเก็บรักษา (Kramer and Peters, 1981) ปลาบางชนิดมีความแตกต่างกันในด้านองค์ประกอบเคมี แต่มีปัญหาการเสื่อมเสียที่คล้ายคลึงกันเช่นปลาทู (mackerel) เป็นปลาไขมันสูงและองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว การเสื่อมเสียส่วนใหญ่จึงเกิดจากการออกซิเดชันของไขมันก่อให้เกิดกลิ่นหืนได้ง่าย (Jhaveri et al.,1982) ส่วนปลาเอกแม้จะมีองค์ประกอบของไขมันต่ำ แต่มีลักษณะพิเศษตรงที่กล้ามเนื้อ (red muscle) ใต้ชั้นผิวหนังมีองค์ประกอบเป็นพวกกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง และมีสาร

เฮมาติน (hematin) ซึ่งเป็นสารเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันอยู่ในปริมาณสูงด้วย จึงทำให้ปลาชนิดนี้เกิดการเสื่อมเสียในด้านเกิดกลิ่นหืนได้เช่นกัน(Licciardello et al.,1980)

2.อุณหภูมิในการเก็บรักษาปลาแช่เยือกแข็ง เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออายุการเก็บ Ke และคณะ(1977) ได้ศึกษาอายุการเก็บปลาแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิการเก็บต่างๆกันพบว่าที่อุณหภูมิ -15 °ซ สามารถเก็บปลาได้เพียง 2 เดือน แต่ที่อุณหภูมิ -30 °ซและ -40 °ซ สามารถเก็บปลาได้นานถึง 12 เดือน จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเสื่อมเสียของปลาได้ แต่การใช้อุณหภูมิต่ำมากๆ ในการเก็บรักษาต้องคำนึงถึงการเสื่อมเสียเนื่องจากผลของความเย็นจัดที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของปลาด้วย

3.ลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาแช่เยือกแข็ง พบว่าปลาชนิดเดียวกันแต่เก็บในลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันก็มีอายุการเก็บที่แตกต่างกันด้วย เช่น การเก็บปลาแช่เยือกแข็งทั้งตัว กับการเก็บแบบปลาแล่(fillet) ถ้าเป็นปลาที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวใต้ผิวหนังในปริมาณสูงการเก็บแบบปลาแล่จะทำให้ชั้นของไขมันสัมผัสกับอากาศเกิดปัญหาเรื่องการหืนได้ง่าย อายุการเก็บจึงสั้นกว่าการเก็บแบบทั้งตัว(Licciardello et al.,1980) Mackie และคณะ (1986) ได้ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ปลาคอด (cod)แช่เยือกแข็ง 4 ชนิดได้แก่ bread fillets , glazed fillet , fillet fingers และ mince fingers พบว่าแต่ละชนิดมีอายุการเก็บที่แตกต่างกัน

4.สภาพการเก็บ โดยเฉพาะในเรื่ององค์ประกอบของอากาศ เนื่องจากออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นผลให้เกิดการเสื่อมเสียทั้งในเรื่องกลิ่นและลักษณะเนื้อสัมผัส ดังนั้นปลาแช่เยือกแข็งที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างกันย่อมมีอายุการเก็บที่แตกต่างกันด้วย

5.วิธีการแช่เยือกแข็ง จะเกี่ยวข้องกับอัตราการแช่แข็งของผลิตภัณฑ์ แต่ละวิธีจะมีประสิทธิภาพและมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่างกัน การพิจารณาเลือกใช้วิธีการแช่เยือกแข็งซึ่งมีแบบต่างๆหลายวิธี จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป และแต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันวิธีการแช่เยือกแข็งที่นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่เยือกแข็งมี 2 วิธีคือ

5.1 วิธีการแช่แข็งแบบกระแสลมเป่า(Air blast freezer) เป็นการแช่เยือกแข็งด้วยอากาศที่มีอุณหภูมิ -18 °ซ ถึง -40 °ซ โดยให้อากาศเย็นหมุนเวียนอย่างรวดเร็วในห้องแช่เยือกแข็ง มีความเร็วลมตั้งแต่ 100 ถึง 3,500 ฟุต/นาที วิธีนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงอย่างรวดเร็วเป็นแบบ Quick freezing สามารถใช้กับสินค้าได้หลายชนิด นำผลิตภัณฑ์เข้า - ออกได้สะดวก มีกำลังผลิตสูงและทำแบบต่อเนื่องได้ง่าย แต่วิธีนี้มีข้อเสียต่อผลิตภัณฑ์ คือ ปลาจะมีการสูญเสียความชื้นสูง เนื่องจากใช้ลมพาความร้อนทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก 1-8 % (วิบูลย์เกียรติ โมฬีรตานนท์ , 2533) จึงมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บของปลาแช่เยือกแข็ง ในการผลิตต้องป้องกันโดยใช้ปลาบรรจุถุงหรือใช้แผ่นพลาสติกคลุม

5.2 วิธีการแช่แข็งแบบเพลทสัมผัส (Contact plate freezer) วิธีนี้เป็นการให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับผิวหน้าของแผ่นโลหะที่เย็น มีลักษณะเป็นแผ่นอลูมิเนียมอัลลอยด์ประกบอยู่โดยมีน้ำยาเย็นวิ่งผ่าน ในแต่ละชั้นใช้ระบบไฮโดรลิคยกขึ้นหรือกดแนบลงเวลาเอาผลิตภัณฑ์เข้า-ออก ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนโดยการนำผ่านแผ่นที่ประกบทั้ง 2 ข้าง ระบบนี้ นิยมใช้กันมากในประเทศไทย ข้อดีคือ สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ชนิดเป็นก้อนหรือslabได้ดี ทำให้เป็นก้อนสวยงาม ทำให้เย็นและแข็งตัวรวดเร็ว มีขนาดกระทัดรัด การสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์ต่ำ ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับอากาศน้อยกว่าแบบ Air blast และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุหีบห่อแล้วไม่เกิดลักษณะโป่งหรือบวมในระหว่างการแช่แข็ง สำหรับข้อเสียของวิธีนี้คือ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จะต้องมีความหนาสม่ำเสมอ มีกำลังผลิตต่ำ

จากข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีจึงมีผลต่อคุณภาพของปลาแช่เยือกแข็งเมื่อใช้วิธีการแช่เยือกแข็งแตกต่างกัน นอกจากนี้เมื่อมีการใช้ร่วมกับปัจจัยอื่นๆก็จะมีผลที่ต่างกันออกไปเนื่องจากทุกปัจจัยจะมีผลเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน ในการใช้จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมและต้องเป็นวิธีที่ให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ดีที่สุดมีอายุการเก็บที่นานขึ้น

การยืดอายุการเก็บรักษาของปลาแช่เยือกแข็ง

การใช้อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บของปลาแช่เยือกแข็งจำเป็นจะต้องให้ความสนใจและหาสิ่งต่างๆ เข้ามาช่วยเสริมเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาความสดของปลาให้คงอยู่นานที่สุด ซึ่งทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การใช้สารเคมี เป็นการนำสารเคมีเข้ามาใช้ยับยั้งหรือป้องกันการเปลี่ยนแปลงต่างๆในทางที่จะลดลงซึ่งคุณภาพของปลาแช่เยือกแข็งในขณะเก็บ ซึ่งสารที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน อันเป็นสาเหตุใหญ่ของการเสื่อมเสียคุณภาพ เช่น การใช้กรดยับยั้งปัญหาการเกิดกลิ่นหืน Licciardello และ คณะ (1980) ได้ใช้กรดเออริทอร์บิกในรูปสารละลายโซเดียมเออริทอร์เบทเพื่อยืดอายุการเก็บปลาเฮก(hake) หรืออาจใช้สารเคมีในการรักษาคุณภาพปลาแช่เยือกแข็งในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเพื่อให้รักษาคุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีนไว้ป้องกันการสูญเสียน้ำหนักหลังการละลาย แต่การใช้สารเคมีจะมีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณและชนิดของสารโดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและการยอมรับของผู้บริโภคเป็นหลัก ปริมาณการใช้สารจะต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสมจึงจะให้ผลดี ถ้าใช้เกินปริมาณจะก่อให้เกิดผลเสียต่อโปรตีนในเนื้อปลา และเกิดลักษณะที่ไม่ยอมรับทั้งในเรื่องกลิ่น รส และเนื้อสัมผัส นอกจากนี้การใช้สารเคมีในปลายังต้องคำนึงถึงชนิดของปลาด้วยเนื่องจากจะให้ผลแตกต่างกัน เช่น การใช้กรดเออริทอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 0.5 จะให้ผลดีรักษาคุณภาพในปลาทู (mackerel)แช่เยือกแข็ง แต่การใช้ในปริมาณเท่ากันในปลาเฮก (hake) กลับให้ผลตรงกันข้ามคือจะทำให้มีปริมาณน้ำที่ละลายออกมา(thaw drip) การสูญเสียน้ำหนักเมื่อทำให้สุก (cook loss) และปริมาณความชื้นที่บีบออกมาได้(expressible moisture) สูงกว่าการไม่ใช้สาร รวมทั้งไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้วย(Santos and Regenstein, 1990)

2. การเคลือบด้วยน้ำแข็ง (Glazing) หมายถึงการห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ด้วยชั้นบางๆของน้ำแข็งเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ และยังช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสอากาศ โดยเฉพาะป้องกันส่วนประกอบไขมันในผลิตภัณฑ์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (มยุรี จัยวัฒน์, 2532) วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายที่สุดในการยืดอายุการเก็บของปลาแช่เยือกแข็ง แต่การเคลือบด้วยน้ำแข็งอาจทำให้คุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีนเสียไปได้ เนื่องจากการกดทับของน้ำแข็ง ถ้าใช้ในปลาที่มีปริมาณไขมันต่ำเนื้อเยื่อมีความยืดหยุ่นน้อย นอกจากนี้

ปัญหาการเคลือบด้วยน้ำแข็งจะอยู่ที่ความหนา น้ำหนัก และความคงทนของชั้นน้ำแข็งที่เคลือบซึ่งอาจเกิดการแตกหักได้ระหว่างการขนส่ง ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษาปลาแช่เยือกแข็งในระยะเวลาสั้น เท่านั้น (Heen and Karsti, 1985)

3. การบรรจุหีบห่อ การบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งมีความจำเป็นมาก ภาชนะบรรจุจะช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผลิตภัณฑ์และป้องกันผลิตภัณฑ์สัมผัสกับออกซิเจนผลิตภัณฑ์ที่มีการเคลือบแล้วเมื่อบรรจุหีบห่อก่อนนำไปเก็บในสภาพแช่แข็งจะช่วยให้เก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น นอกจากนี้ภาชนะบรรจุจะเป็นตัวช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันมีการแข่งขันกันใช้ภาชนะบรรจุในผลิตภัณฑ์ต่างๆมากขึ้น และเริ่มมีผู้สนใจที่จะนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ปลาแช่เยือกแข็งซึ่งภาชนะบรรจุอาหารแช่เยือกแข็งจะต้องมีคุณสมบัติที่ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำถึง -35°C และสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาวัสดุที่ใช้ควรมีการซึมผ่านของไอน้ำต่ำ มีความแข็งแรงเมื่อเปียก ไม่ติดกับผลิตภัณฑ์ ป้องกันการผ่านเข้าออกของออกซิเจนและแสง (อมรรัตน์ สวัสดิทัต, 2531) วัสดุที่สามารถนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง ได้แก่ พลาสติก เช่น โพลิเอธิลีน (polyethylene) โพลีโพรพิลีน (polypropylene) โพลีสไตรีน (polystyrone) วินิลคลอไรด์ (vinyl chloride) พลิโอฟิล์ม (Plio film) และเซลโลเฟน (cellophane) พลาสติกกลุ่มนี้มีความแข็งแรงและทนทานแม้แต่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 °ซ. แต่ละชนิดก็มีข้อดีต่างๆกันไป เช่น โพลิเอธิลีน โพลีโพรพิลีน และโพลีเอสเทอร์ ไอน้ำผ่านเข้า-ออกยาก จึงป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ได้ดี นิยมใช้ห่อผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง ส่วนพลิโอฟิล์มและโพลีเอสเทอร์สามารถกันออกซิเจนได้ดีจึงเหมาะสมที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่หืนง่าย พวกปลาแล่ (fillet) นิยมห่อหุ้มด้วยเซลโลเฟรน (cellophane) เนื่องจากสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้สนิท ป้องกันความชื้นและออกซิเจนซึมผ่าน ช่วยรักษากลิ่น ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ และสามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ (มยุรี จัยวัฒน์ , 2532)

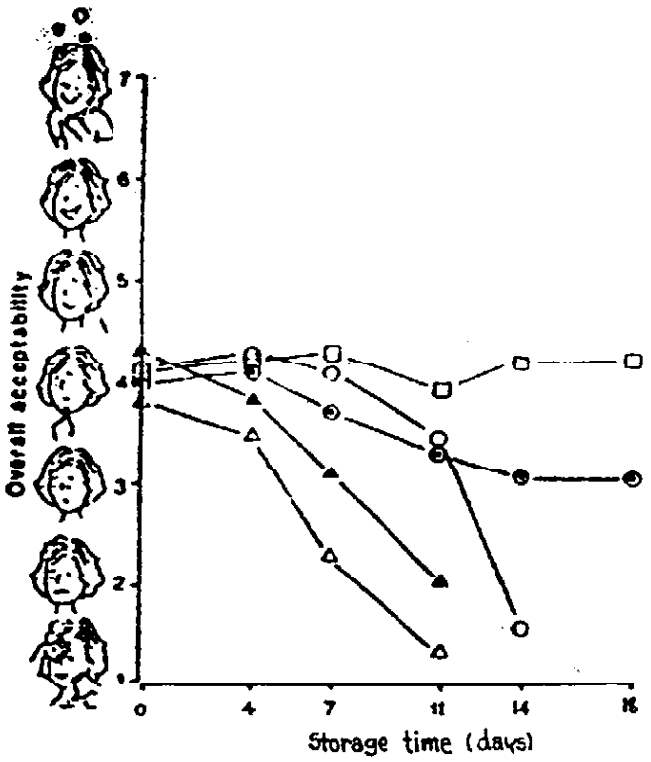
การบรรจุแบบสุญญากาศ บางครั้งการใช้ฟิล์มพลาสติกทำการบรรจุแบบธรรมดาไม่สามารถแก้ปัญหาการเสื่อมคุณภาพของปลาได้ จึงมีการนำการบรรจุแบบสุญญากาศเข้ามาใช้ช่วยลดการเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันในปลาแช่เยือกแข็งและผลิตภัณฑ์ปลา ในอดีตใช้การบรรจุแบบสุญญากาศเพื่อเก็บตัวอย่างปลาที่จะทำการทดลองป้องกันการหืน Tejada และ คณะ (1986) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บปลา

เทรา(trout)แบบต่างๆ โดยใช้ฟิล์มพลาสติกชนิด cryovac BB-1 บรรจุแบบสุญญากาศ พบว่าช่วยลดปัญหาการหืน สามารถเก็บปลาไว้ได้นานไม่ต่ำกว่า 1 ปี ต่อมาได้มีการทดลองใช้การบรรจุแบบสุญญากาศในปลาแล่ blue grenadier (Macruronus novaezelandiae) โดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ. เปรียบเทียบกับการเก็บในอากาศแบบแช่เยือกแข็ง(-18 °ซ.)พบว่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค อยู่ในระดับใกล้เคียงกันในช่วง 14 วันแรก(ภาพที่ 1)และถ้ามีการใช้การบรรจุแบบสุญญากาศร่วมกับการใช้สารซอร์เบท คะแนนการทดสอบจะอยู่ในระดับที่ยอมรับของผู้บริโภคในระยะเวลาเก็บที่นานขึ้น เนื่องจากสารซอร์เบทจะไปช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่จะก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย (Stratham and Bremmer,1989)

ปัจจุบันได้มีผู้ริเริ่มศึกษาเก็บปลาแช่เยือกแข็งโดยวิธีการบรรจุแบบสุญญากาศเพื่อผลประโยชน์แก่การนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมมากขึ้น Santos และ Regenstein (1990) ศึกษาการบรรจุแบบสุญญากาศเพื่อป้องกันปัญหาการหืนในปลาทู(mackerel) โดยทดลองเปรียบเทียบกับการเก็บแบบบรรจุถุงพลาสติกปิดผนึกแบบธรรมดาและการเคลือบด้วยน้ำแข็ง พบว่าช่วยลดการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ลงได้ และให้ผลดียิ่งขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับกรดเออริทอร์บิก (ภาพที่2) นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณสมบัติการอุ้มน้ำของปลาทู(mackerel)ไว้ได้ดีกว่าการบรรจุถุงแบบธรรมดาและการเคลือบด้วยน้ำแข็ง พิจารณาจากตารางที่ 1 ปลาที่เก็บแบบสุญญากาศจะมีลำดับคะแนน(ranking)ที่ดีกว่า

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงสำหรับการบรรจุแบบสุญญากาศเพื่อยืดอายุการเก็บปลาแช่เยือกแข็ง

1. ลักษณะองค์ประกอบของปลา แม้ว่าการบรรจุแบบสุญญากาศจะสามารถแก้ปัญหาเรื่องการหืนได้ แต่จะไม่เหมาะสมสำหรับปลาที่มีไขมันต่ำ เช่นปลาเฮก(hake) (Santos and Regenstein,1990) เนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศจะทำให้เกิดการกดรัดของฟิล์ม ปลาที่มีไขมันต่ำเนื้อเยื่อจะมีความยืดหยุ่นน้อยทำให้โปรตีนเสียคุณสมบัติการอุ้มน้ำได้ นอกจากนี้ยังไม่เหมาะสำหรับปลาที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจนสูงเพราะจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารให้กลิ่นของอะมีนต่างๆ การบรรจุแบบสุญญากาศโดยใช้ฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่าน จะทำให้สารระเหยพวกนี้ระเหยออกสู่ภายนอกไม่ได้ จึงมีผลทำให้กลิ่นรสของปลาเสียไป (ตารางที่ 2) ดังนั้นสำหรับปลาประเภทนี้การบรรจุในถุงพลาสติกแบบธรรมดา จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้



ภาพที่ 1 การทดสอบการยอมรับของปลาแล่ blue grenadier (Macruronus novaezelandiae) เก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ.

○ vacuum packaged

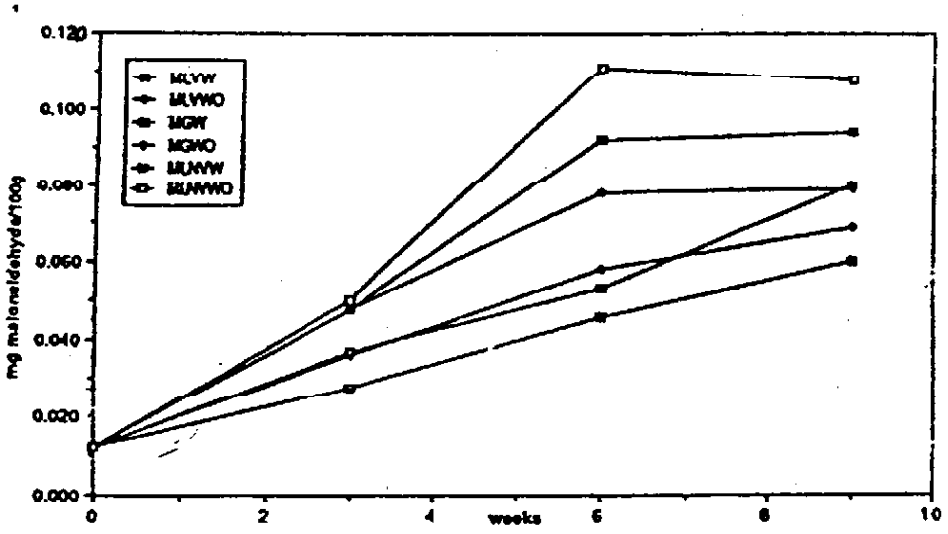
◉ vacuum packaged + sorbate

△ aerobic

▲ aerobic + sorbate

□ frozen

ที่มา : Stratham และ Bremmer (1989)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ต่อระยะเวลาการเก็บที่ -7°ซ.

M= ปลาทู(mackerel) ,L= L-bag ,V= บรรจุสุญญากาศ

NV= บรรจุธรรมดา ,W= สารกันหืน ,WO= ไม่ใช้สารกันหืน

G= การเคลือบ

ที่มา : Santos และ Regenstein (1990)

ตารางที่ 1 ลำดับคะแนน (Ranking) ของปลาทู (mackerel) ที่บรรจุแบบต่างๆ เก็บที่ -7°ซ.

	LVW	LVWO	GW	GWO	LNVW	LNVWO
TBA	1	2.5	2.5	4	5	1
Deformation	1	3.5	3.5	6	3.5	3.5
Thaw drip	1.5	1.5	4	3	5	6
Cook loss	1	2	4.5	3	4.5	6
EM	1	3	3	3	5	6
Odor score	1	2	3.5	3.5	5	6
Flavor score	1	2	3	4	6	5
Texture score	1	3.5	2	3.5	5	6
Rank sum	8.5	20	26	30	39	44.5

L= L-bag ,V= บรรจุสุญญากาศ ,NV= บรรจุธรรมดา ,W= สารกันหืน
WO= ไม่ใช้สารกันหืน ,G= การเคลือบ ,ลำดับคะแนนน้อยคุณภาพดี

ที่มา : Santos และ Regenstein (1990)

นานกว่าการใช้วิธีอื่นดังตารางที่ 3 ส่วนในปลาที่มีไขมันสูงเนื้อเยื่อมีความยืดหยุ่นไม่มีปริมาณการเปลี่ยนแปลงของสารอะมีนสูง พบว่าการเก็บโดยบรรจุแบบสุญญากาศหรืออาจใช้ร่วมกับสารกันหืนสามารถยืดอายุการเก็บไว้ได้นานที่สุด(ตารางที่ 4)

2. ชนิดของฟิล์มที่ใช้ในการบรรจุ เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงจะต้องใช้ฟิล์มบรรจุที่เหมาะสมจึงจะให้ผลดี โดยความเหมาะสมจะพิจารณาในด้านคุณภาพการป้องกันและราคาของฟิล์มบรรจุ ด้วย Josephson และ คณะ(1985) ได้ทำการศึกษาการใช้ฟิล์มพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศในปลา White fish (Coregonus clupeaformis) โดยนำฟิล์มชนิด curlam MA , Cryovac B-700 และ Freshtuff ซึ่งมีคุณสมบัติการซึมผ่านของออกซิเจนแสดงในตารางที่ 5 นำฟิล์มทั้งสามชนิดนี้มาบรรจุแบบสุญญากาศ เปรียบเทียบกับการใช้ฟิล์มโพลีเอธิลีนบรรจุแบบธรรมดา หลังจากบรรจุจะเก็บปลาแช่เยือกแข็งไว้ที่อุณหภูมิ -12°ซ.แล้ววิเคราะห์หาการหืนโดยวัดค่า TBA ตามระยะเวลาที่เก็บ พบว่าฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้มากจะช่วยป้องกันปัญหาการหืนของปลาแช่เยือกแข็งได้ ซึ่งจะมีค่า TBA ที่ต่ำกว่า (ภาพที่ 3) แต่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างในด้านคุณภาพของปลาที่เก็บในฟิล์มที่มีการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำมากๆต่างกันได้ เช่น ระหว่างCryovac B-700 ซึ่งเป็นชนิดกันการซึมผ่านของออกซิเจน(barrier) และ Curlam MA ให้ผลไม่แตกต่างกันในด้านคุณภาพ(ตารางที่ 6) Santos และ Regenstein (1990) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาปลาแช่เยือกแข็งโดยการบรรจุแบบสุญญากาศด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด L-bag ซึ่งเป็น Cryovac ชนิด non-barrier เนื่องจากมีราคาถูกกว่าชนิด barrier แต่ให้ผลไม่แตกต่างกันในด้านคุณภาพ ฟิล์มชนิด Cryovac มีส่วนประกอบเป็นพวกเอธิลีนไวนิลอะซิเตด(ethylene vinyl acetate) ประกบด้วยชั้นของโพลีไวนิดีนคลอไรด์(polyvinydine chloride) สองชั้น สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนในฟิล์มชนิดนี้จะน้อยกว่าพวกโพลีเอธิลีนมาก แม้ว่าจะเป็นชนิด non-barrier (มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตนี สวัสดิทัต ,2532) จึงนิยมใช้กันมากในการบรรจุแบบสุญญากาศ

ตารางที่ 2 ลำดับคะแนน (Ranking) ของปลาเฮกที่บรรจุแบบต่างๆ เก็บที่ -7°ซ.

	LVW	LVWO	GW	GWO	LNVW	LNVWO
DMA	5	2.5	5	5	2.5	1
Deformation	4	4	1.5	4	6	1.5
Thaw drip	5.5	4	2.5	2.5	5.5	1
Cook loss	6	4.5	2.5	2.5	4.5	1
EM	4	4	4	4	4	1
Odor score	6	3.5	5	3.5	2	1
Flavor score	4	4	6	4	2	1
texture score	4.5	4.5	6	2.5	2.5	1
Rank sum	39	31	32.5	28	29	8.5

L=L-bag ,V= การบรรจุสุญญากาศ ,NV= บรรจุธรรมดา ,W= สารกันหืน WO= ไม่ใช้สารกันหืน ,G= การเคลือบ ,ลำดับคะแนนน้อย = คุณภาพดี

ที่มา : Santos และ Regenstein (1990)

ตารางที่ 3 แสดงระยะเวลาเก็บจนถึงระดับการไม่ยอมรับของปลาเอกที่ -7 °ซ.
(ลัปดาห์)

ตัวอย่าง	ระดับคะแนน		
	กลิ่น	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส
LVW	10.1	13.8	7.5
LVWO	7.9	9.9	5.9
GW	7.2	8.9	6.9
GWO	7.2	8.7	5.9
LNVW	6.6	7.0	5.2
LNVWO	6.3	7.4	4.7

L= L-bag, V= บรรจุสุญญากาศ, NV= บรรจุธรรมดา, W= สารกันหืน
WO=ไม่ใช้สารกันหืน, G= การเคลือบ

ที่มา : Santos และ Regenstein(1990)

ตารางที่ 4 ระยะเวลาเก็บจนถึงระดับไม่ยอมรับของปลาทู(mackerel)ที่ -7°ซ. (สัปดาห์)

ตัวอย่าง	ระดับคะแนน		
	กลิ่น	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส
LVW	10.1	13.8	7.5
LVWO	7.9	9.9	5.9
GW	7.2	8.9	6.9
GWO	7.2	8.7	5.9
LNVW	6.6	7.0	5.2
LNVOW	6.3	7.4	4.7

L= L-bag ,V= การบรรจุสุญญากาศ ,NV= บรรจุธรรมดา ,W= สารกันหืน
WO= ไม่ใช้สารกันหืน ,G= การเคลือบ

ที่มา : Santos และ Regenstein(1990)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติการซึมผ่านของออกซิเจนในฟิล์มบรรจุชนิดต่างๆ

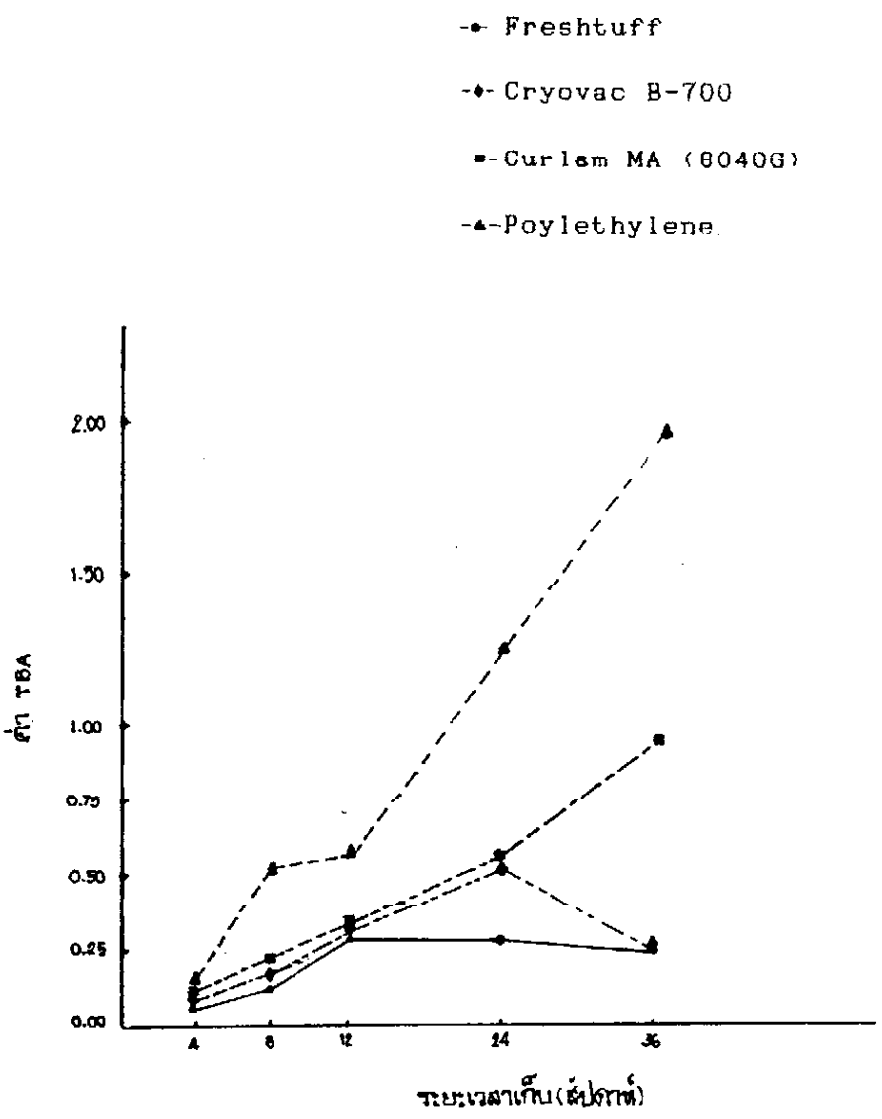
ชนิดฟิล์มบรรจุ	อัตราการซึมผ่านของออกซิเจน (ซม^3 / 254 ซม^2 / 24 ชั่วโมง ที่ 23°ซ.)
Polyethylene	> 225
Curlam MA	5-8
Cryovac B700	2
Freshtuff	< 2

*Curlam MA:0.5 mil polyester/2mil polyethylene

cryovac B-700 Barrier bag

Freshtuff : coextruded 1.2 mil type 6 Nylon/2.8 mil Surlyn 1652

ที่มา : Joshepson และ คณะ (1985)



ภาพที่ 3 ผลของฟิล์มบรรจุแบบสุญญากาศต่อค่า TBA (mg of malonaldehyde/Kg of sample) ของปลา white fish แช่เยือกแข็งเก็บที่ -12°ซ.

ที่มา : Josephson และ คณะ (1985)

ตารางที่ 6 ผลของฟิล์มบรรจุแบบสุญญากาศต่อค่า TBA และลักษณะทางประสาทสัมผัส ของปลา white fish เก็บที่ -25°ซ.

ตัวอย่าง	ค่า TBA[a]	กลิ่นหืน[b]	ความชอบรวม[c]
24 WK storage		Mean scores[d]	
Freshtuff [e]	0.48	2.93 a,b	4.30 b
Cryovac B-700	0.34	2.69 a	4.59 a,b
Curlam MA	0.62	2.70 a	4.93 b
Polyethylene	1.38	3.34 b	3.88 a
48 WK storage			
Freshtuff	0.27	3.01 a	4.36 a
Cryovac B-700	0.65	3.15 a	3.92 a
Curlam MA	0.97	3.20 a	3.99 a
Polyethylene	1.34	3.82 b	3.62 a

[a] mg malonaldehyde/Kg sample

[b] scale : (1=ไม่มีกลิ่น ถึง 7 = กลิ่นแรงมาก)

[c] scale : (1=ไม่ชอบมาก ถึง 7 = ชอบมาก)

[d] n = 27 Mean scores ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ที่มา : ดัดแปลงจาก Joshepson และ คณะ (1985)

การทดลอง

1. วัตถุดิบและวิธีการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ทดลองคือ ปลาตาโต (Bigeye scad) เป็นปลาในกลุ่มปลาทูมีปริมาณไขมันปานกลาง จากการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของวัตถุดิบมีประมาณร้อยละ 1.78 ในการทดลองจะใช้ปลาตาโตแล่แช่เยือกแข็งจากโรงงานประมงไทยพาณิชย์สัมพันธ์ ปลาจะผ่านการแช่แข็ง 2 แบบ คือ แบบกระแสลมเป่า(Air blast freezer) และแบบเพลทสัมผัส(Contact plate freezer)

ปลาที่ผ่านการแช่แข็งแต่ละแบบจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกจะนำมาบรรจุใหม่ในถุงแบบสุญญากาศ จำนวนชิ้นปลาแล่ 6 ตัวต่อถุง ถุงบรรจุสุญญากาศที่ใช้เป็นฟิล์มผสมระหว่าง PE/PP ในอัตราส่วน 60/40 การบรรจุจะใช้เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ ที่ความดันสุญญากาศ 1 bar(P = -1 bar) โดยใช้เวลาไล่อากาศ 15 วินาที และใช้เวลาปิดผนึกถุงด้วยความร้อน 2 วินาที ปลากลุ่มที่สองจะทำการบรรจุในถุงพลาสติกแบบธรรมดาไม่มีการปิดผนึกปากถุง ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม

นำตัวอย่างปลาทั้งหมดเก็บที่ห้องอุณหภูมิ -20 °ซ. แล้วสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกเดือนเป็นเวลา 4 เดือน เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี ทำการวิเคราะห์ภายใน 24 ชั่วโมง หลังสุ่มตัวอย่าง และการวิเคราะห์ทุกค่าจะทำสองซ้ำ

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

2.1 การสูญเสียน้ำหลังการละลายน้ำแข็ง(Thaw drip) วัดโดยวิธีของ Santos และ Regenstein (1990)

สุ่มตัวอย่างปลาแล่แช่เยือกแข็ง ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมมีน้ำหนักประมาณ 3 กรัม แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักแน่นอน วางชิ้นตัวอย่างบนกรวยกรองซึ่งเสียบอยู่บนฟลาสก์ บรรจุชุดทดลองทั้งหมดในถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงแน่น เก็บไว้ที่ห้องอุณหภูมิ 4 °ซ. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างชิ้นปลาที่ละลายแล้วมาชั่งหาน้ำหนักที่เหลืออยู่

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

$$\text{การคำนวณ \% thaw drip} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น - น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

2.2 การสูญเสียน้ำหลังการทำให้สุก (Cook loss) วัดโดยวิธีของ Santos และ Regenstein (1990)

สุ่มตัวอย่างปลาแล่แช่เยือกแข็ง ตัดให้เป็นชิ้นขนาดที่มีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม แล้วชั่งชิ้นปลาให้ทราบน้ำหนักแน่นอน นำชิ้นปลามานึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 10 นาที ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง

$$\text{การคำนวณ \% cook loss} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น - น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

3.การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

3.1 การวิเคราะห์ค่า TBA

โดยวิธีของ Terladgis และคณะ (1960) (ภาคผนวก ข)

3.2 การวิเคราะห์หาไขมันรวม

ใช้วิธี C-M mixture (ภาคผนวก ค)

3.3 การหาค่ากรด(Acid value)และกรดไขมันอิสระ(FFA)

สารเคมีและวิธีวิเคราะห์ (ภาคผนวก ง)

4.การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์โดยใช้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับในเรื่องกลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณลักษณะรวม การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบชิม โดยการนำตัวอย่างปลามาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดเท่ากันแล้วนึ่งด้วยไอน้ำจนสุก ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

การทดสอบชิมในแต่ละครั้งจะใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ลักษณะการให้คะแนนมีรูปแบบกึ่งวิธี Linear scales กับ Hedonic scales จะมีตัวเลขเป็นลำดับ 7 คะแนน ถ้าตัวอย่างให้ลักษณะที่ไม่ดีจะมีลำดับคะแนนต่ำ (Josephson et al., 1985)

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

แบบ CRD 2 ทาง โดย Microstat. pack. DMRT.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการบรรจุต่อคุณภาพของปลาในด้านคุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีน โดยวัดปริมาณน้ำที่ละลายออกมา(thaw drip) และการสูญเสียน้ำเมื่อทำให้สุก(cook loss) พบว่าในช่วงระยะเวลาเก็บ 3 เดือน ค่า thaw drip ไม่ให้ผลแตกต่างกันในระหว่างตัวอย่าง แต่เมื่อเก็บที่ระยะ 4 เดือน ตัวอย่างที่บรรจุแบบสุญญากาศจะมีค่า thaw drip สูงกว่าตัวอย่างที่บรรจุถุงแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 4) เมื่อพิจารณาถึงผลของวิธีการแช่เยือกแข็ง พบว่า วิธีการแช่เยือกแข็งแบบกระแสลมเป่าร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศ(AV)จะให้ค่า thaw drip สูงในช่วง 3 เดือนแรก แต่ที่ระยะเก็บ 4 เดือน การแช่แข็งแบบเพลทสัมผัสจะมีค่า thaw drip สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ผลของการสูญเสียน้ำเมื่อทำให้สุก(cookloss)แสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 5 พบว่าการบรรจุแบบสุญญากาศและการแช่แข็งแบบกระแสลมเป่าจะมีค่า cook loss สูงกว่าการบรรจุแบบธรรมดาและการแช่แข็งแบบเพลทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ0.05 โดยตัวอย่างที่แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบสุญญากาศ(AV)จะให้ค่านี้สูงที่สุด ส่วนตัวอย่างที่แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุถุงธรรมดาจะให้ค่านี้ต่ำสุด นั้นแสดงว่าการบรรจุแบบสุญญากาศและการแช่แข็งแบบกระแสลมเป่าทำให้โปรตีนเสียคุณสมบัติการอุ้มน้ำ ค่า thaw drip และ cook loss จึงสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องจากปลาตาโตเป็นปลาที่มีระดับไขมันต่ำ เนื้อเยื่อมีความยืดหยุ่นน้อย เมื่อบรรจุแบบสุญญากาศจะถูกกดรัดด้วยฟิล์มบรรจุทำให้โปรตีนเสียคุณสมบัติการอุ้มน้ำได้ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองของ Santos และ Regenstein (1990)ในปลาเฮกแช่เยือกแข็ง

สำหรับผลการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อศึกษาถึงการป้องกันปัญหาการเกิดกลิ่นหืนในปลาแช่เยือกแข็งโดยวัดค่า TBA , ค่ากรด ,และค่ากรดไขมันอิสระ ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่า TBA ของทุกตัวอย่าง พบว่า เมื่ออายุการเก็บมากขึ้นค่า TBA จะเพิ่มขึ้นตามเวลาอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 9และภาพที่ 6) เนื่องจากปลาจะมีองค์ประกอบเป็นไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง จึงมักจะมีปัญหาเรื่องการเกิดกลิ่นหืนได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับอากาศ ค่า TBA จึงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา แต่สำหรับการบรรจุแบบสุญญากาศจะช่วยลดค่า TBA ลงได้ พิจารณาจากเส้นกราฟภาพที่ 6 จะมีระดับต่ำกว่าการบรรจุแบบธรรมดา เนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศช่วยป้องกันผลิตภัณฑ์สัมผัสกับอากาศอันเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหา เมื่อพิจารณาผลของวิธีการแช่เยือกแข็ง พบว่าการแช่แข็งแบบกระแสลมเป่าจะทำให้ปลามีค่า TBA สูงกว่าการใช้วิธีเพลทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ระดับ0.05 แม้ว่าตัวอย่างบรรจุแบบสุญญากาศ(AV)ก็ยังมีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างที่แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุแบบธรรมดา(PNV) ส่วนผลการวิเคราะห์ค่ากรดและค่ากรดไขมันอิสระให้ผลค่อนข้างมีความแปรปรวนสูง(ตารางที่ 10และ11) มีค่าขึ้นลงเนื่องจากมีปัจจัยที่ต้องควบคุมหลายอย่างในการวิเคราะห์ ค่านี้จึงแสดงผลไม่ชัดเจนเท่าค่า TBA

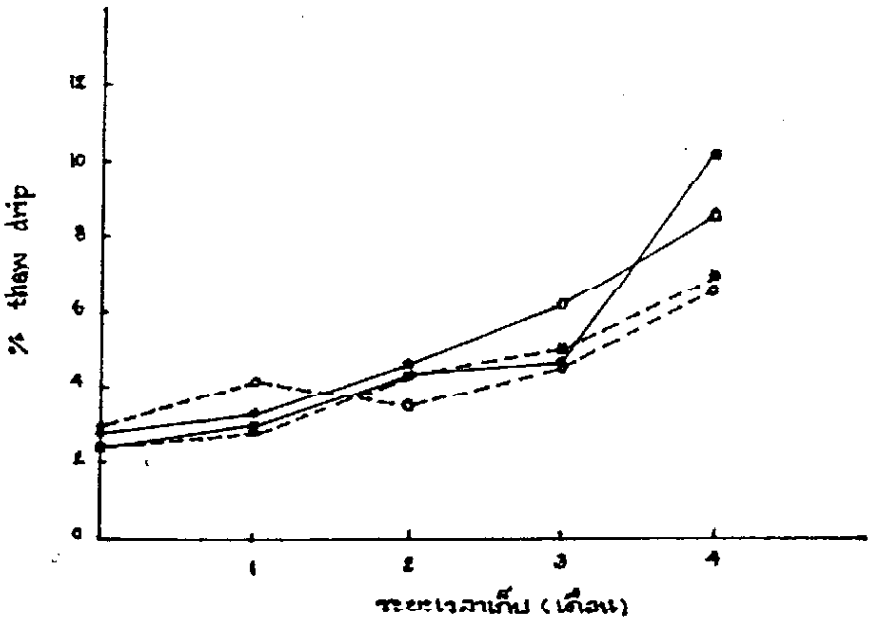
การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในด้านกลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณลักษณะรวม พบว่า คะแนนจะลดลงในทุกด้านเมื่ออายุการเก็บปลานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงผลในตารางที่ 12,13,14,และ15 แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลของการบรรจุและวิธีการแช่เยือกแข็งต่อคะแนนการยอมรับ พบว่า ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ตลอดระยะเวลาเก็บ 4 เดือน ซึ่งที่ระยะเวลาเก็บสุดท้ายของการทดลองปลาตาโตแช่เยือกแข็งทุกตัวอย่างมีระดับคะแนนอยู่ในช่วง 4-5 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับของผู้บริโภค จะเห็นได้ว่าผู้ทดลอบชิมยังไม่มีความชำนาญในการแยกกลิ่นหินในตัวอย่างได้ แม้ว่าการวิเคราะห์ทางเคมี (TBA) จะให้ค่าสูงมากในบางตัวอย่าง เช่น ในตัวอย่างที่แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบธรรมดา(ANV)และบรรจุแบบสุญญากาศ(AV) เป็นต้น

ตารางที่ 7 การสูญเสียน้ำเมื่อละลายน้ำแข็ง(%thaw drip)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโต แช่เยือกแข็ง

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a2.445^{b}	a2.986^{b}	a4.431^{b}	a4.562^{b}	a10.209^{a}
PNV	a2.420^{b}	a2.914^{b}	a4.465^{b}	a4.990^{ab}	a7.019^{a}
AV	a2.760^{c}	a3.262^{c}	a4.622^{bc}	a6.243^{b}	ab8.475^{a}
ANV	a2.984^{a}	a4.249^{a}	a3.479^{a}	a4.528^{a}	b6.571^{a}

* ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่าง ทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ในแถวเดียวกันถ้ามีอักษรยกกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 4 ผลของการบรรจุและวิธีการแช่เยือกแข็งต่อการสูญเสียน้ำเมื่อละลายน้ำแข็ง (%thaw drip) ของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่ -20 °ซ.

—●— แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุแบบสุญญากาศ

--●-- แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุแบบธรรมดา

—○— แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบสุญญากาศ

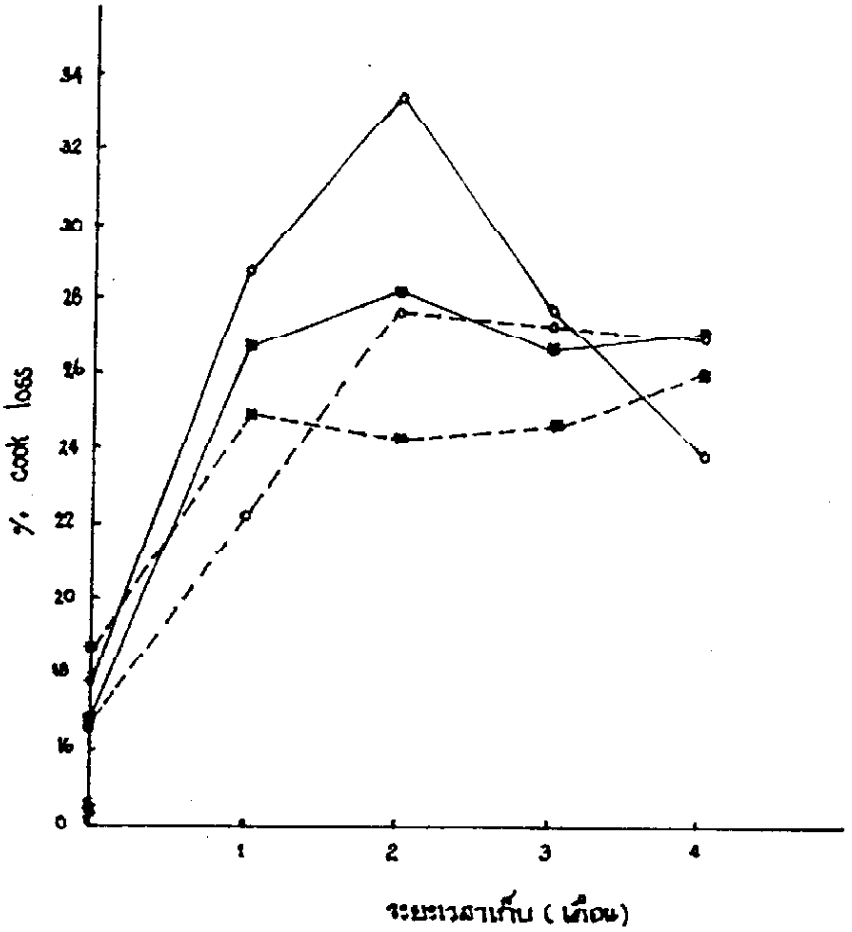
--○-- แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบธรรมดา

ตารางที่ 8 การสูญเสียน้ำเมื่อทำให้สุก(%cook loss)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a16.838^{b}	ab26.699^{a}	b28.168^{a}	a26.607^{a}	a27.024^{a}
PNV	a18.288^{b}	ab24.879^{a}	a24.197^{a}	a24.654^{a}	a26.061^{a}
AV	a17.512^{c}	a28.623^{a,b}	a33.322^{a}	a27.643^{a}	a23.665^{b}
ANV	a16.659^{c}	b22.269^{b}	b27.578^{a}	a27.233^{a,b}	a26.761^{a,b}

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ในแถวเดียวกันถ้ามีอักษรยกกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ0.05



ภาพที่ 5 ผลของการบรรจุและวิธีการแช่เยือกแข็งต่อการสูญเสียน้ำเมื่อทำให้สุก (%cook loss) ของปลาตาโตแช่เยือกแข็งเก็บที่ -20 °ซ.

—■— แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุแบบสุญญากาศ

--■-- แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุแบบธรรมดา

—○— แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบสุญญากาศ

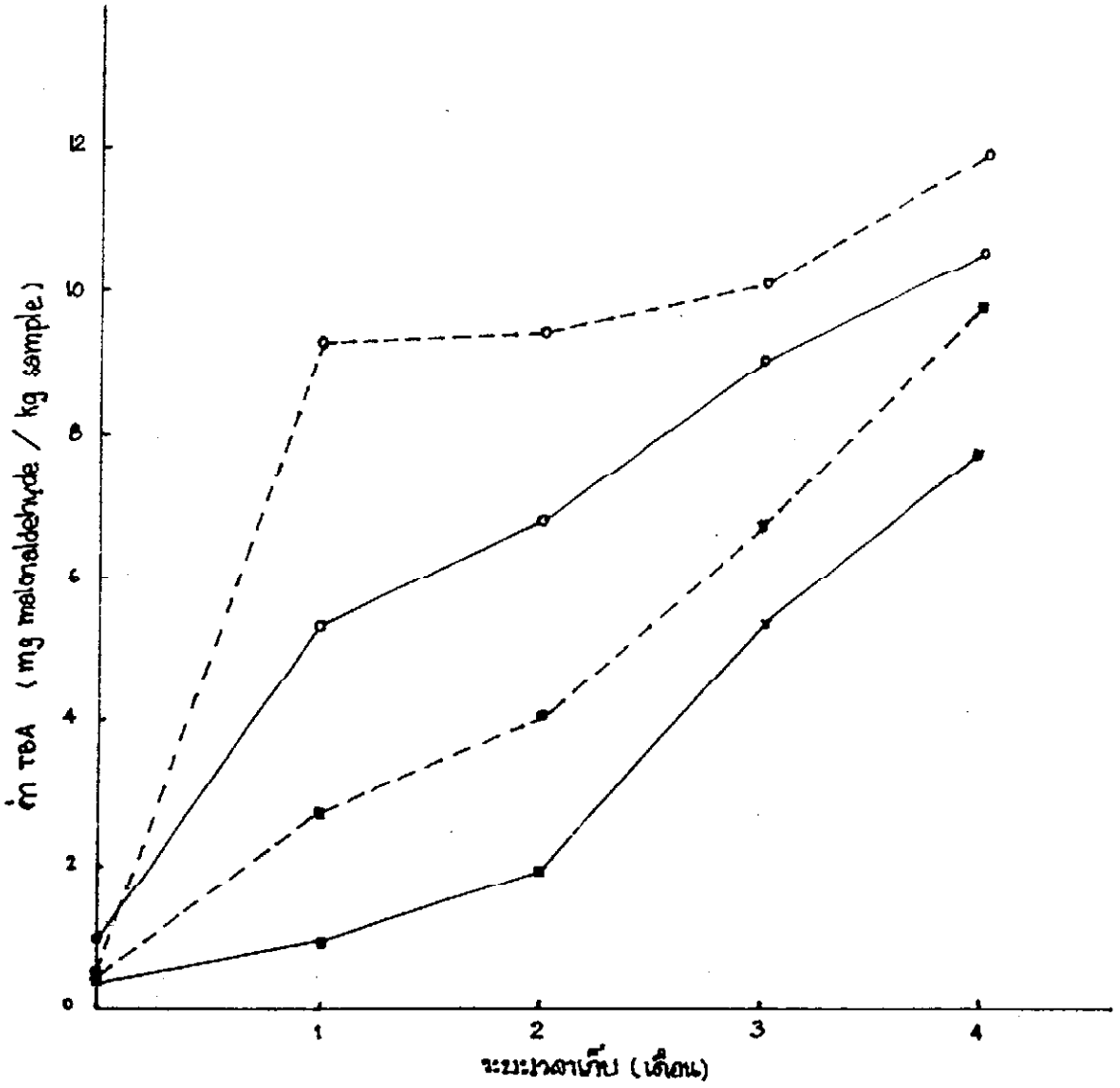
--○-- แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบธรรมดา

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a0.594^{d}	c0.890^{d}	d1.860^{c}	d5.339^{b}	d7.671^{a}
PNV	a0.670^{a}	c2.720^{d}	c4.016^{c}	c6.743^{b}	c9.754^{a}
AV	a0.947^{c}	b5.307^{b}	b6.673^{b}	b8.975^{a}	b10.358^{a}
ANV	a0.750^{d}	a9.178^{c}	a9.297^{c}	a10.004^{b}	a11.758^{a}

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ ระดับ 0.05

ในแถวเดียวกันถ้ามีอักษรยกกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ0.05



ภาพที่ 6 ผลของการบรรจุและวิธีการแช่เยือกแข็งต่อค่า TBA ของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง เก็บที่ -20 °ซ.

—■— แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุแบบสุญญากาศ

--■-- แช่แข็งแบบเพลทสัมผัสบรรจุแบบธรรมดา

—○— แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบสุญญากาศ

--○-- แช่แข็งแบบกระแสลมเป่าบรรจุแบบธรรมดา

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่ากรด(Acid value)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโต แช่เยือกแข็ง

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a25.320	a35.030	b35.685	d25.060	b29.595
PNV	b11.035	b29.950	a57.585	c27.295	a69.490
AV	b11.250	c14.640	d10.115	b29.190	d17.795
ANV	c9.700	c13.875	c18.675	a40.365	c19.695

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไขมันอิสระ(FFA)ที่เวลาเก็บต่างๆกันของปลาตาโต แช่เยือกแข็ง

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a12.740	a17.625	b17.950	d12.610	b14.890
PNV	b5.550	b15.075	a28.970	c13.753	a34.960
AV	b5.660	c7.365	d5.090	b14.680	d8.955
ANV	c4.880	c6.980	c9.395	a20.305	c9.905

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 12 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง เก็บที่เวลาต่างๆกัน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a5.667^{a}	a5.733^{a}	a5.067^{a}	a5.200^{ab}	ab4.800^{b}
PNA	a6.067^{a}	a5.600^{a}	a5.400^{a}	a5.468^{a}	b3.933^{b}
AV	a5.600^{ab}	a5.867^{a}	a5.333^{ab}	a5.133^{ab}	ab4.867^{b}
ANV	a6.067^{a}	a5.733^{ab}	a5.067^{b}	a5.533^{ab}	a5.067^{b}

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
ในแถวเดียวกันถ้ามีอักษรยกกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 13 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง เก็บที่เวลาต่างๆกัน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a5.200^{ab}	a5.533^{a}	a5.067^{ab}	a4.467^{b}	a4.667^{ab}
PNV	a5.933^{a}	a5.333^{ab}	a4.733^{bc}	a4.467^{c}	a4.333^{c}
AV	a5.200^{a}	a5.533^{ab}	a4.267^{ab}	a5.000^{ab}	a4.533^{b}
ANV	a5.733^{a}	a5.667^{a}	a4.267^{b}	a4.867^{ab}	a4.467^{b}

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
ในแถวเดียวกันถ้ามีอักษรกำกับยกเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 14 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง เก็บที่เวลาต่างๆกัน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a5.267^{ab}	ab5.667^{a}	a5.067^{ab}	a4.600^{b}	a4.533^{b}
PNV	a6.067^{a}	b5.333^{ab}	a4.667^{b}	a4.800^{b}	a4.600^{b}
AV	a5.600^{ab}	a6.133^{a}	a5.067^{b}	a5.200^{b}	a4.867^{b}
ANV	a5.733^{ab}	a6.067^{a}	a4.800^{c}	a5.133^{bc}	a5.067^{bc}

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
ในแถวเดียวกันถ้ามีอักษรยกกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 15 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านคุณลักษณะรวมของปลาตาโตแช่เยือกแข็ง เก็บที่เวลาต่างๆกัน

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)				
	0	1	2	3	4
PV	a5.400^{ab}	a5.533^{a}	a5.400^{ab}	a4.667^{bc}	a4.533^{c}
PNV	a5.867^{a}	a5.267^{ab}	a5.067^{ab}	a4.600^{bc}	a4.200^{c}
AV	a5.400^{ab}	a5.800^{a}	a4.800^{b}	a5.000^{b}	a4.667^{b}
ANV	a5.867^{a}	a5.867^{a}	a4.733^{b}	a5.000^{b}	a4.800^{b}

*ในสดมภ์เดียวกันถ้ามีอักษรกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
ในแถวเดียวกันถ้ามีอักษรยกกำกับเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

บทสรุป

การบรรจุแบบสุญญากาศสามารถลดปัญหาเรื่องการเกิดกลิ่นหืนในปลาตาโตแช่เยือกแข็งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ในลักษณะปลาแล่(fillet) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาแล่เปิดโอกาสให้ไขมันใต้ชั้นผิวหนังสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศได้ง่าย การใช้ฟิล์มบรรจุแบบสุญญากาศจะช่วยห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ไว้ป้องกันการสัมผัสกับออกซิเจนจึงลดปัญหาลงได้ แม้จะมีผลให้คุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีนเสียไปบ้างแต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับของผู้บริโภค

ส่วนวิธีการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสมสำหรับปลาแล่ ควรใช้วิธีแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัส เนื่องจากวิธีนี้ทำให้ปลาสัมผัสกับอากาศน้อยกว่าจึงลดปัญหาการเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจน ช่วยรักษาสี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสได้ดีกว่าจึงทำให้ยืดอายุการเก็บปลาแช่เยือกแข็งได้นานขึ้น ถ้าใช้วิธีแช่แข็งแบบกระแสลมเป่าจะยิ่งทำให้ปลาแล่สัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้น และวิธีนี้ยังทำให้คุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีนเสื่อมเสียได้มากกว่าการแช่แข็งแบบเพลทสัมผัส เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้ลมพาความร้อนทำให้ปลาสูญเสียความชื้นสูง ทำให้คุณภาพของปลาแช่เยือกแข็งลดลง(วีบูลย์เกียรติ โมฬีรตานนท์ ,2533)

ดังนั้นสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาแล่แช่เยือกแข็ง ควรใช้วิธีการแช่เยือกแข็งแบบเพลทสัมผัสร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศจะช่วยรักษาคุณภาพยืดอายุการเก็บปลาไว้ได้นาน

เอกสารอ้างอิง

นงค์ลักษณ์ สุทธิวนิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มยุรี จัยวัฒน์. 2532. การให้ความเย็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มยุรี ภาคลำเจียก และ อมรรัตน์ สวัสดิทัต. 2533. คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร.

วิบูลย์เกียรติ โฆฟีรตานนท์. 2533. อุตสาหกรรมอาหารแช่เยือกแข็งเพื่อการส่งออก. โครงการสัมนาทางวิชาการ. 26-27 เมษายน ห้องวินเซอร์ออลล์ โรงแรมวินเซอร์ กรุงเทพฯ.

อมรรัตน์ สวัสดิทัต. 2531. กรรมวิธีการบรรจุหีบห่อ คุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งเพื่อการส่งออก. การประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องแนวทางการพัฒนาและการลงทุนในอุตสาหกรรมอาหารแช่เยือกแข็ง. วันที่ 15-16 มกราคม 2531. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Allen,J.C. and Hamilton,R.J. 1983. Rancidity in foods. Applied science publishers London and Newyork.

Gill,T.A.,Keith,R.A., and Smith Lall,B. 1979. Textural deterioration of Red hak and Haddock muscle in frozen storage as retailed to chemical parameters and changes in the myofibrilla protein. J.of Food Sci. 44:661-665.

Gould,E. and Peters,J.A. 1971. On testing the freshness of frozen fish. A reveiw of biochemecal indices of quality in fish, with special reference to frozen products. Eyre & Spottiswoode Ltd, Grosvenor Press. London.

Heen,E. and Karsti,O. 1965. Fish and Shellfish freezing. p380-381.In:Fish as Food IV. Borgstrom,G.(ed.). New York.Academic Press,Inc.

Jhaveri, S.,Leu, S., and Constantiniles,S. 1982. Atlantic mackerel (Scombers Scombus .L.):Shelf-life in ice. J.of Food Sci.47:1808-1810.

Josephson, B.,Lindsay,C., and Stuibes,A. 1985. Effect of handling and packaging on the quality of frozen Whitefish. J. of Food Sci. 50:1-4.

Ke,P.J., Aekman,R.G., Linke,B.A., and Nash,D.M. 1977. Diffrtential lipid oxidation in various parts of frozen mackerel. J.Fd Technol.12:37-47.

Ki Soon Rhee. 1978. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thiobarbituric acid test of fish and meat. J.of Food Sci.43:1776-1778.

Kramar,D.E., and Peters,M.D. 1981. Effect of pH and prefreezing treatment on the texture of yellowtail rockfish (Sebastes flavidus) as measured by the ottawa texture measuing system. J. of Food Sci. 16:493-504.

Lee,C.M., and Toled,R.T. 1984. Comparison of shelf life and quality of mulliet stored at zero and temperature. J. of Food Sci.49:317-344.

Licciardello,J.J.,Ravesi,E.M., and Allsup, M.S. 1980. Extending the shelf-life of frozen Argentine hake. J. of Food Sci. 45:1312-1317.

Lovell,R.T. 1974. Labboratory Manual for Fish Feed Analysis and Fish Nutrition. Dept. of Fisheries and Allied Aquacultures. Alburn University 58 pp.

Mackie,I.M., Howgate,P., Craig,A., Laird,W.M.,and Ritchie. 1986. Acceptability of frozen stored consumer fish product. International Journal of Refrigeration. 9:169-173.

Santos,E.E.M., and Regenstein,J.M. 1990. Effect of vacuum packaging,glazing, and Erythorbic acid on the shelf-life of frozen white hake and mackerel. J. of Food Sci. 55:64-70.

Stratham,J.A. and Broammer,H.A. 1989. Shelf life extension of packaged seafoods - a summary of a research approach. Food Australia. February. 41:614-620.

Tarladgis,B.C. , Watts,B.M. ,and Younathan,M.T. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. J. Amer. Oil Chem. Soc. 37:44-48.

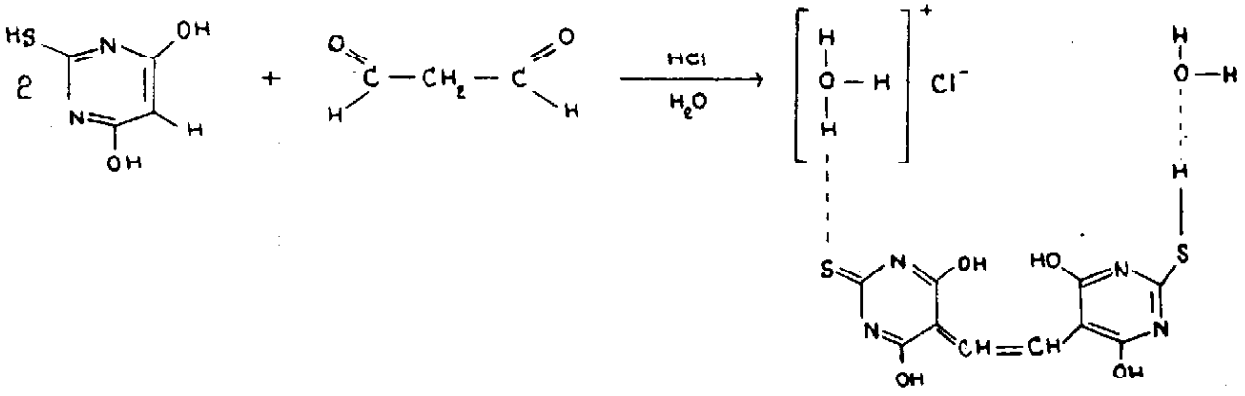
Tejada,M. , Borderias,A.J. ,and Moral,A. 1986. Stability of frozen Trout. II. Different Trout preparations stored at -18 °c. J. of Food Biochemistry. 10:47-53.

Uchiyama,H. 1978. Analytical Method for Estimating Freshness of Fish. SEAFDEC Training Dept. Text/Reference Book Southest Asian Fisheries Development Center.

ภาคผนวก ก.

การตรวจวัดคุณภาพปลาแช่เยือกแข็ง

1.การทดสอบด้วย Thiobarturic acidเป็นวิธีที่ใช้พิจารณาการหืนได้อย่างเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ดีกว่าค่า peroxide number (Gould and Peters,1971) อาศัยหลักการที่กรด Thiobarbituric จะเข้าทำปฏิกริยากับ malondialdehyde ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการออกซิเดชันของไขมัน ผลการเข้าทำปฏิกริยาจะได้เป็นสารสีแดง (red chromogen) ซึ่งสามารถวัดปริมาณโดยใช้ Spectrophotometer



TBA chromogen
(hydrogen bonded form)

แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมี aldehyde ตัวอื่นที่สามารถทำปฏิกริยากับ Thiobarbituric acid ได้เป็นสาร red chromogen และการออกซิไดซ์โปรตีนหรือสารประกอบอื่นๆ ในอาหารสามารถเกิดสารที่มีสีได้ ทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนจากค่าจริง จึงมีวิธีการป้องกันผลจากสารตัวอื่นโดยทำการสกัด pigment ในอาหารออกก่อนหรือนำตัวอย่างไปต้ม กลั่นเอาส่วน condensate มาใช้ทำปฏิกริยากับสารที่จะทดสอบ (Allen,1983)

นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ค่า TBA ในเนื้อและปลาโดยการกลั่น อาจเกิดการออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการทดสอบได้ ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้โดยการเติม propylogallate (PG) และ ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA)ในตัวอย่างในขณะทำการทดลอบ (Ki soonrhee , 1978)

2.การตรวจลอบคุณสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีน เพื่อจะวัดการเปลี่ยนโครงสร้างของโปรตีน ว่าถูกกระทบจากการทำเยือกแข็ง ซึ่งถ้าโครงสร้างของโปรตีนเสียไปจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์การที่โครงสร้างของโปรตีนเสียหรืออ่อนแอ จะทำให้น้ำที่ถูกห่อหุ้มอยู่แยกออกมาได้ง่าย การตรวจวัดจะใช้ค่าต่างๆ เช่น Thaw drip Cook loss Expressible moisture เป็นต้น

- Thaw drip เป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียออกมาเมื่อทำการละลายผลิตภัณฑ์ปลาแช่เยือกแข็ง ซึ่งเป็นผลจากการแช่เยือกแข็ง ทำลายเนื้อเยื่อโครงสร้างของโปรตีน
- Cook loss คือ ปริมาณของเหลวรวมทั้งสารอาหารต่างๆ ที่สูญเสียไประหว่างการต้ม หรือให้ความร้อนแก่อาหาร
- Expressible moisture เป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียออกมาเมื่อใช้แรงบีบคั้น

ถ้าโปรตีนสูญเสียคุณสมบัติไปมากค่าเหล่านี้จะสูง

3.การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ที่ยังคงนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป เป็นการวัดคุณภาพทางตรง(subjective measurement) เป็นการตรวจสอบคุณภาพรวมโดยใช้ระบบประสาทสัมผัสทั้งสี่ คือ การชิมรส (taste) การดมกลิ่น(smell) การสัมผัส (touch) และการมองเห็น (sight) ซึ่งในการทดลอบจะต้องใช้ผู้ทดลอบที่มีความชำนาญ มีการฝึกหัด เพื่อให้รู้ถึงลักษณะและคุณสมบัติที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์ (นงค์ลักษณ์ สุทธิวนิช,2531)

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ค่า TBA

สารเคมี
1. 4 N HCl
2. Antifoam liquid
3. Thiobarbituric acid reagent- ละลาย 0.2883 กรัมใน 100 มล.ของ 90% glacial acetic acid

เครื่องมือ
1. ชุดกลั่น (flask,condenser,receiver)
2. ลูกแก้ว
3. เตาไฟฟ้า
4. ปิเปต
5. หลอดทดสอบชนิดมีจุก
6. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วิธีการ
1. ปั่นตัวอย่าง 10 กรัม กับน้ำกลั่น 50 มล. เป็นเวลา 2 นาที แล้วถ่ายลงในขวดกลั่น ใช้น้ำ 47.5 มล. ล้างภาชนะที่ใส่ตัวอย่างแล้วเทลงขวด
2. เติม 2.5 มล. 4 N HCl (pH ควรจะเป็น 1.5) เติมลูกแก้วและ Antifoam
3. กลั่นให้ได้ของเหลว 50 มล.ภายใน 10 นาที
4. ดูดสารที่กลั่นได้ 5 มล. ลงในหลอดทดสอบที่มีจุกปิด
5. เติม 5 มล. TBA reagent เขย่าและให้ความร้อนด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที
6. ทำ Blank โดยวิธีเดียวกัน โดยใช้ 5 มล.ของน้ำให้ความร้อน 55 นาที
7. ทำตัวอย่างและ Blank ให้เย็น แล้ววัดค่า OD ที่ 532 nm.

การคำนวณ TBA value (mg malonaldehyde/kg sample) = 7.8 * A

(A = absorbance of sample ที่หักค่า Blank แล้ว)

หมายเหตุ ต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัดจึงจะใช้ค่า 7.8 เป็น Factor ได้

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันรวม

สารเคมี - Chloroform-Methanal , 2:1 (C-M mixture)

วิธีการ 1. ชั่งเนื้อปลาที่สับแล้ว 10-50 กรัม ขึ้นอยู่กับปริมาณของไขมัน(สำหรับปลาตาโตใช้ 40 กรัม)

2. เติมสารละลาย C-M ประมาณ 3.5 เท่าของน้ำหนักปลา

3. ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน 30 วินาที

4. เติมน้ำกลั่นลงไป 25 มล. ปั่นต่อไปอีก 30 วินาที

5. เทส่วนผสมลงในกรวยแยกขนาด 250-500 มล.

6. ล้าง blender ด้วยน้ำกลั่นอีก 25 มล. เทลงในกรวยแยก

7. เขย่าให้เข้ากันอย่างแรงเป็นเวลา 2-3 นาที

8. ตั้งทิ้งไว้ให้สารแยกชั้น โดยจะแยกเป็น 3 ชั้น ชั้นล่างสุดจะเป็นส่วนผสมของไขมันละลายในคลอโรฟอร์ม ชั้นกลางเป็นปลาและน้ำ และชั้นบนจะเป็นชั้นของเมทธานอล

9. ไขเอาส่วนล่างที่เป็นคลอโรฟอร์มและไขมันออกลงในบีกเกอร์ที่รู้น้ำหนัก

10. นำไประเหยเอาคลอโรฟอร์มออกในน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิเท่ากับจุดเดือดของคลอโรฟอร์มประมาณ 40 °ซ

11. นำไขมันไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 80 °ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน dessicator

12. นำไปชั่ง

13. ละลายไขมันด้วยสารละลาย C-M ปรับปริมาตรเป็น 25 มล. เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °ซ ไว้ใช้วิเคราะห์ต่อไป

ภาคผนวก ง.

การหาค่ากรด (Acid value)

สารเคมี 1.N/50 KOH ethanal (0.02N KOH ใน ethyl alcohol)

เตรียมโดยชั่ง KOH 5.6 กรัม ละลายในน้ำและทำปริมาตรให้เป็น 100 มล. ใช้สารละลายนี้ 20 มล. ทำให้ปริมาตรเป็น 1000 มล. ด้วย ethanal

2.n-Hexane

3.1% phenolphthalein ใน ethanal เป็น indicator

เตรียม phenolphthalein 1 กรัม ละลายใน ethanol 100 มล.

วิธีทำ 1.ใช้สารละลายไขมันจากวิธีการหาไขมันข้อ 13 ให้มีน้ำหนักของไขมันประมาณ 0.1-1 กรัม ใส ใน Erlenmeyer flask

2.เติม n-Hexane ปริมาณ 10 เท่าของปริมาตรที่ใช้ตามข้อ 1 และหยด phenolphthalein indicator 1-2 หยด

3.ไตเตรตสารละลายนี้ด้วย N/50 KOH ethanol จุดยุติจะเป็นสีชมพูคงที่อยู่เป็นเวลาประมาณ 30 วินาที

4.Blank ทำเช่นเดียวกัน จาก 2-3 โดยใช้สารละลาย C-M ปริมาณเท่ากับข้อ 1

การคำนวณ Acid value $= \frac{56.1 \times N \text{ of KOH } (V_a - V_b)}{W_s}$

N of KOH = normallity KOH

V_a = ปริมาตรของ KOH ที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง

V_b = ปริมาตรของ KOH ที่ใช้ไตเตรต blank

W_s = น้ำหนักของไขมัน

ภาคผนวก จ.

การหาค่ากรดไขมันอิสระ (Free fatty acid)

$$FFA = \frac{\text{Acid value} \times \text{mol. wt. oleic acid} \times 10}{\text{mol. wt. of KOH} \times 1000}$$

$$= \frac{\text{Acid value} \times 282.27 \times 1}{56.11 \times 10}$$

โดยปกติ FFA คำนวณในรูปของ Oleic acid โดย 0.1 N KOH จำนวน 1 มล. =0.0280 กรัม Oleic acid Acid value จึงมีค่า = 2FFA