877

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเก็บปลาเค็มภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

Storage of Salted Fish under Modified Atmosphere

โดย นางสาวสุธาทิพย์ เจียรพิพัฒน์พงศ์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

.... 23/เม.ย./34 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(นางระติพร หาเรือนกิจ)

.... 22/เม.ย./34 กรรมการของภาควิชา

(นางสาวเยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฎ์)

.... 23/4/43 กรรมการของภาควิชา

(นส. รุจิรา ตาปลพ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

....

(นางระติพร หาเรือนกิจ)
หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 23 เดือน เม.ย. พ.ศ. 34

ฝพ.
ส784ก
2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

14077

ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

การเก็บปลาเค็มภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

Storage of Salted Fish under Modified Atmosphere

T096855

โดย

นางสาวสุธาทิพย์ เจียรพิพัฒน์พงศ์ รหัส 30-0326

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2534

ปพ
ส784ก
2534

เลขหมู่.......

เลขทะเบียน....96855

วัน.เดือน.ปี....- 5 JUN 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การเสื่อมคุณภาพของปลาเค็มส่วนใหญ่ เนื่องมาจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทนเกลือได้สูง (halophile bacteria) และการเหม็นหืนของไขมันปลา อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยา ดังนั้นเพื่อชลอการเหม็นหืนและจำกัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การใช้สภาพปรับบรรยากาศต่างๆ จึงน่าที่จะนำมาศึกษา เพื่อหาสภาพที่เหมาะสมสำหรับการยืดอายุการเก็บปลาเค็ม

การศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบปลาเค็มที่เก็บในสภาพสุญญากาศ สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจน ในอัตราส่วน 80:20 (CN 82) และ 50:50 (CN 55) และสภาพบรรยากาศปกติ เพื่อหาสภาพที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาปลาเค็ม โดยตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ ร่วมกับการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส สภาพการเก็บรักษาคือ บรรจุถุง LDPE ลามิเนต กับ nylon เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 °c)

ผลการศึกษาปรากฏว่า สภาพสุญญากาศและสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่า 12 สัปดาห์ โดยผู้บริโภคยังยอมรับปลาเค็ม เมื่อเก็บในสัปดาห์ที่ 12 โดยที่ค่า TBA เท่ากับ 29.07 และ 32.53 mg malonaldehyde/sample 1 kg ตามลำดับ และปริมาณจุลินทรีย์ 6.1×10^4 และ 2.81×10^4 colonies/g ตามลำดับ สภาพปรับบรรยากาศ CN 55 ผู้บริโภคเริ่มไม่ยอมรับในสัปดาห์ที่ 10 โดยมีค่า TBA เท่ากับ 32.61 mg malonaldehyde/sample 1 kg และปริมาณ จุลินทรีย์เท่ากับ 1.58×10^5 colonies/g ส่วนสภาพบรรยากาศปกติ ผู้บริโภคเริ่มไม่ยอมรับในสัปดาห์ที่ 9 โดยมีค่า TBA เท่ากับ 38.76 mg malonaldehyde/sample 1 kg ปริมาณจุลินทรีย์เท่ากับ 2.55×10^5 colonies/g ดังนั้น สภาพที่เหมาะสมกับปลาเค็มในการศึกษาครั้งนี้คือ สภาพสุญญากาศ และสภาพปรับบรรยากาศ CN 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ระติพร หาเรือนกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ อาจารย์วรวุฒิ ครูส่ง และอาจารย์วราภา มหากาญจนกุล ผู้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่ง ขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายธุระการและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ที่อำนวยความสะดวกตลอดมา

ตลอดจนขอบคุณเพื่อนๆ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และน้องๆ ที่เป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สุธาทิพย์ เจียรพิพัฒน์พงศ์

เมษายน 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(2)
สารบัญตารางผนวก	(3)
สารบัญภาพผนวก	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	21
สรุปผลการทดลอง	30
ข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	53

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ | หน้า

1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพปรับบรรยากาศ ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี 21

2 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เวลาต่างๆ ในสภาพบรรยากาศต่างๆ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TBA และเวลาระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (30 °c)	23
2	กราฟแสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาเค็ม ระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (30 °c)	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่ หน้า

1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพปรับบรรยากาศ ที่วิเคราะห์โดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี 51
2 แสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 51
3 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 0 สัปดาห์ 55
4 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 1 สัปดาห์ 55
5 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 2 สัปดาห์ 56
6 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 3 สัปดาห์ 56
7 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 4 สัปดาห์ 57
8 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 5 สัปดาห์ 57
9 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 6 สัปดาห์ 58
10 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 7 สัปดาห์ 58
11 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 8 สัปดาห์ 59
12 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 9 สัปดาห์ 59
13 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 10 สัปดาห์ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 11 สัปดาห์	60
15	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็ม ที่เก็บรักษาภายในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 12 สัปดาห์	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพที่ หน้า

1 กราฟแสดงปริมาณก๊าซที่แยกโดยใช้เครื่องโครมาโตกราฟฟี 50

2 แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพสุญญากาศ ในถุง LDPE ลามิเนตกับ nylon 62

3 แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 ในถุง LDPE ลามิเนตกับ nylon 63

4 แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 ในถุง LDPE ลามิเนตกับ nylon 64

5 แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติ ในถุง LDPE ลามิเนตและ nylon 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การใช้เกลือในการทำปลาเค็ม เป็นวิธีหนึ่งที่จะยืดอายุของการเก็บรักษาปลา ทำให้สามารถเก็บปลาได้ดีกว่าในสภาพปลาสด แต่ในการใช้เกลือโดยลำพัง อาจไม่สามารถให้ประสิทธิภาพในการถนอมอาหารได้ดีที่สุด เนื่องจากยังมีจุดด้อยอีกหลายจุด ที่ทำให้ปลาเค็มเสื่อมสภาพ โดยเฉพาะปัญหาการเหม็นหืนของไขมันปลา เพราะปลาส่วนใหญ่จะถูกเก็บในสภาพที่สัมผัสกับออกซิเจน และนอกจากนี้ยังมีการเน่าเสียเนื่องจากแบคทีเรียที่สามารถทนความเข้มข้นของเกลือได้สูง ดังนั้นการใช้กรรมวิธีอื่น ๆ เข้าร่วมในการถนอมอาหาร จึงควรได้รับการศึกษาต่อไป

การศึกษาการเก็บปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ เพื่อศึกษาสภาพบรรยากาศที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาปลาเค็ม และได้ปลาเค็มที่มีคุณภาพดี โดยรูปแบบของการศึกษา ได้แก่

1. การเก็บปลาเค็มภายใต้สภาพสุญญากาศ
2. การเก็บปลาเค็มภายใต้สภาพที่ปรับบรรยากาศ ด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ : ก๊าซไนโตรเจน ในอัตราส่วน 80:20
3. การเก็บปลาเค็มภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ ด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ : ก๊าซไนโตรเจน ในอัตราส่วน 50:50
4. การเก็บปลาเค็มภายใต้สภาพบรรยากาศปกติ

ซึ่งคาดว่า น่าจะช่วยยืดอายุการเก็บปลาเค็มให้ยาวนาน โดยที่คุณภาพยังดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของปลาเค็มก่อนการทดลอง

2. เพื่อศึกษาสภาพปรับบรรยากาศ ด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนในอัตราส่วนที่ต่างๆ กัน

3. เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงด้านการเหม็นหืนของไขมัน ระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

4. เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงด้านจุลินทรีย์ของปลาเค็มระหว่างเก็บรักษา ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

5. เพื่อประเมินการยอมรับปลาเค็มที่เก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ โดยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

วิธีหลักที่ใช้เกลือในการถนอมปลา มีอยู่ 2 วิธี คือ โดยการใส่เกลือ โดยการใส่เกลือโดยตรงและการใช้น้ำเกลือ หลังจากที่ปล่อยเวลาให้อยู่ในเกลือช่วงหนึ่ง ต่อจากนั้นปลาจะถูกนำไปทำให้แห้ง การใส่เกลือผงเหมาะสำหรับปลาที่มีไขมันน้อย เช่น ปลาคอด ไม่สามารถใช้ได้ดีกับปลาที่มีไขมันมาก เช่น ปลาซาดีน ในการดองปลานั้น ปลาจะถูกเก็บไว้ในถังบาเรดอย่างมิดชิดในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นมาก

ผลของเกลือที่มีต่อการเจริญของจุลินทรีย์

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า เกลือที่มีความเข้มข้นต่ำจะมีผลกระตุ้นจุลินทรีย์ ในขณะที่ความเข้มข้นสูงเกลือจะยับยั้งจุลินทรีย์ ช่วงความเข้มข้นดังกล่าวจะแตกต่างกันสำหรับจุลินทรีย์แต่ละชนิด เช่น Pseudomonas sp. ไม่สามารถเจริญที่น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นกว่าร้อยละ 5 ขณะที่ Micrococcus จะยังสามารถเจริญได้ (Ingram และ Kitchell, 1967) Bacillus ไม่สามารถเจริญที่ความเข้มข้นของเกลือสูงกว่า 10% แม้ว่าจะมีบ้างเล็กน้อยที่ทนความเข้มข้นของเกลือสูงกว่า Staphylococcus ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตที่ความเข้มข้นของเกลือ 15 % แต่จะถูกทำลายที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 20% Clostridium botulinum ซึ่งเป็น anaerobe bacteria ถูกยับยั้งการเจริญที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 10% สำหรับยีสต์จะไม่เจริญในที่ที่มีเกลือมาก ยกเว้นบาง species ใน genus Torula และมีผู้ศึกษา สรุปถึงผลของเกลือต่อจุลินทรีย์ พบว่า พวก nonpathogenic bacteria 36 ชนิด ไม่เจริญที่ระดับความเข้มข้นของเกลือมากกว่า 10%

นอกจากนี้ยังมีผู้ศึกษาผลของระดับเกลือต่อการเจริญของจุลินทรีย์ไว้ว่า แบคทีเรียชนิดไม่ต้องการอากาศ จะหยุดการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นนี้จะมีผลน้อยมากต่อแบคทีเรียชนิดต้องการอากาศ ชนิดแฟคคัลเททีฟ และMicrococcus การเจริญของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นของเกลือถึงร้อยละ 15

ผลของเกลือมีลักษณะเหมือนการอบแห้ง คือเกลือจะทำให้ค่า water activity (Aw) ของระบบลดลง จึงทำให้สภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญ แต่สารละลายเกลืออิ่มตัวจะมีค่า Aw อยู่ในช่วง 0.75 ขณะที่จุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญได้ที่ค่า Aw ต่ำกว่านี้ ฉะนั้นจึงยังไม่เป็นที่แน่ใจว่า อาหารที่มีเกลืออยู่จะไม่ติดเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ผลของเกลือต่อปฏิกิริยาทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของจุลินทรีย์</u>

จุลินทรีย์จะว่องไวต่อความเป็นพิษของโซเดียมอิออน ซึ่งโซเดียมอิออนจะรวมกับโปรโตพลาสมิก แอนอิออนของจุลินทรีย์ และทำให้เซลตาย ส่วนคลอไรด์อิออนก็เป็นพิษเช่นเดียวกัน โดยคลอรีนที่ถูกปล่อยเป็นอิสระอาจรวมกับโปรโตพลาสซึม และเป็นเหตุให้เซลตายได้ เชื่อกันว่าเกลือจะทำปฏิกิริยากับระบบเอนไซม์ แม้ว่ากลไกจะยังไม่เป็นที่เข้าใจดี

เกลือที่ระดับความเข้มข้นต่ำ จะเร่งการเจริญเติบโตหรือกิจกรรมทางกายภาพของจุลินทรีย์ จากการศึกษาพบว่า เกลือ 0.5-1% จะเพิ่มความต้านทานความร้อนของสปอร์ของ <u>Clostridium</u> <u>botulinum</u> ถ้าเกลือเพิ่มถึง 2% ประสิทธิภาพนี้จะลดไป เช่นเดียวกัน thermal death time ของสปอร์จะลดลง

มีผู้ลงความเห็นหลายๆ ท่านว่า โซเดียมคลอไรด์ในระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการถนอมอาหาร ไม่ใช่ bactericid แต่เป็น bacteriostatic agent สำหรับจุลินทรีย์หลายชนิด

<u>ผลของเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของปลาเค็ม</u>

นอกจากเกลือจะทำให้ปลาเค็มมีกลิ่น รส ด้อยไปกว่าปลาสดแล้ว เกลือที่มีความเข้มข้นสูงยังช่วยให้การทำงานของเอนไซม์ช้าลงไปอีกด้วย ตัวอย่างเช่น เอนไซม์คาเทปซิน ซึ่งย่อยสลายโปรตีนจะทำงานช้าลงไปมาก ถ้าอยู่ในเกลือที่มีความเข้มข้นสูงถึง 15% (Vosker sensky, 1965)

การแปรสภาพของไขมันในปลาเค็ม Van Veen (1965) พบว่า คุณภาพของปลาทูเค็มไทย ขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันในปลาทู โดยทั่วๆไป เกลือไม่มีความสามารถที่จะหยุดยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปส Van Klaveren และ Legendre (1965) พบว่า การสลายตัวของไขมันในปลาเค็มแตกต่างกันไปตามปริมาณเกลือที่ใช้ ปลาที่ใช้เกลือน้อยจะให้กรดไขมันอิสระออกมามากในระยะ 10 วันแรกของการใส่เกลือ

<u>การเสื่อมคุณภาพของปลาเค็ม</u>

ปลาเค็มสามารถเสื่อมคุณภาพได้หลายทาง โดยส่วนใหญ่จะเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสื่อมเสียโดยเชื้อจุลินทรีย์

มีจุลินทรีย์หลายชนิดที่ทนต่อเกลือ (salt-tolerant organism) สามารถดำรงอยู่ได้ในที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงหรือต่ำ และมีบางชนิดที่ชอบหรือเจริญได้ดีในระดับความเข้มข้นของเกลือสูง คือพวก halophilic microorganisms จุลินทรีย์ที่เจริญในปลาได้แก่ Salmonella, Streptococcus, Staphylococcus, genus Halobacterium เช่น Halobacterium Salinarium, Micrococcus และอื่นๆ จุลินทรีย์พวก halophiles นี้ ต้องการอากาศในการหายใจ (aerobic bacteria) เป็นพวกแกรมลบ (gram - negative) รูปร่างมีทั้งเป็น rod shaped หรือ disk shaped (genus Halobacterium) ถึง cocci (genus Halococcus) โคโลนีเป็นสีแดงหรือส้ม(สำหรับพวกที่ทนเกลือสูง) เนื่องจากคาโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งดูเหมือนจะป้องกันเซลจุลินทรีย์จากการทำลายของแสงแดด

การเกิดเมือกบนผิวหน้าปลา

การเกิดเมือก สาเหตุเนื่องจากการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตสารเมือกบนปลา (slime - production bacteria) Slime bacteria เจริญในสภาพที่มีเกลือ 6-8% ดังนั้นการเกิดเมือกไม่ใคร่ปรากฏในปลาที่มีเกลือสูง การใช้ปลาที่ไม่สดในการทดเค็ม และสภาพบรรยากาศที่แย่ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ร่วมกับอากาศที่หมุนเวียนเพียงพอ เป็นปัจจัยที่สนับสนุนให้เกิดการเกิดเมือกบนผิวของปลา (Klaveren และ Legendre, 1965)

Slime bacteria ปกติจะเจริญบนปลาที่หมักในน้ำเกลือช้ากว่าปลาที่หมักโดยวิธี Kench - curred Slime bacteria เจริญได้ดีในที่ที่มีระดับออกซิเจนสูง เช่น ปลาที่ผึ่งลม และการเกิดเมือกจะเร็วขึ้นถ้าอุณหภูมิสูง (Beatty และ Fourgere, 1957)

การเกิดสีแดงของปลาโดย halophilic bacteria

มีแบคทีเรียหลายชนิดที่สามารถเจริญเติบโตบนปลาเค็มและผลิตสารสีแดง แต่ที่เป็นสาเหตุส่วนใหญ่ คือ Pseudomonas salinaria และ Sarcina littoralis โดย Pseudomonas salinaria จะขัดขวางการเจริญบนกล้ามเนื้อของปลาของจุลินทรีย์ชนิดอื่น และสร้างกลิ่นซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของอินโดลและไฮโดรเจนซัลไฟด์ และทำให้กล้ามเนื้อปลาบางส่วนแตกออก (Beatty และ Fourgere, 1957)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารสีแดงที่แบคทีเรียผลิต เป็นพวกคาร์โรทีนอยซึ่งไม่ละลายน้ำ สีอยู่ในช่วงสีส้มหรือสีแดงสุก ซึ่งทำให้ปลาเค็มมีสีแดง การเปลี่ยนเป็นสีแดงจะปรากฏหลังจากระยะ lag phase ของแบคทีเรีย

red หรือ pink bacteria เจริญในช่วงอุณหภูมิ 15-82 °c และเจริญได้ช้าที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 °c ดังนั้นการควบคุมจุลินทรีย์ชนิดนี้ วิธีหนึ่งซึ่งมีประสิทธิภาพคือ การเก็บผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนสูงในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 °c อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการปนเปื้อนสูง การเกิดสีแดงอาจจะปรากฏได้ที่อุณหภูมินี้

<u>การเกิดรา</u> (Dun)

เกิดจากเชื้อรา <u>Sporendonema epizoum</u> ซึ่งระดับความเข้มข้นของเกลือที่เหมาะสมแก่การเจริญที่เปอร์เซนต์เกลือ 10-15% ความชื้นสัมพัทธ์ 75% และอุณหภูมิ 25 °c (Van Klaveren และ Legendre, 1965) และเชื้อรานี้ต้องการเกลือ 5% เพื่อการอยู่รอด

ลักษณะจุดเทาแกมเหลืองบนปลา เห็นได้ชัดบนผิวเนื้อและจะสร้างรากเป็นตาข่ายเข้าไปในเนื้อปลา (Van Klaveren และ Legendre, 1965) อย่างไรก็ตาม ราไม่ทำลายเนื้อปลา (Burgess et al., 1967)

Dun ปรากฏลักษณะฟูที่อุณหภูมิระหว่าง 20-26 °c และจะดำรงอยู่ที่อุณหภูมิ 4-35 °c (Beatty และ Fourgere, 1957)

<u>การเน่าเสียที่เกิดจากไขมันในสัตว์น้ำ</u>

ไขมันในสัตว์น้ำในขณะเก็บรักษา มีการแตกตัวโดยขบวนการไฮโดรไลซีส (hydrolysis) และออกซิเดชัน (oxidation) ปลาที่มีไขมันสูง เช่น ปลาแฮริ่ง แมคเคอเรล เมื่อเกิดการเน่าเสียโดยแบคทีเรียจะเกิดการเหม็นหืนควบคู่กันไปด้วย

ไฮโดรไลซิส ทั้งฟอสโฟไลปิดในเนื้อเยื่อ และไตรกลีเซอไรด์ที่พบสะสมอยู่ในร่างกายถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์ เป็นกรดไขมันอิสระและกลีเซอรอล ในสภาวะที่มีน้ำหรือความชื้นในอากาศและแบคทีเรีย การเสื่อมสภาพนี้ถูกเร่งด้วยความร้อนและแสงสว่าง

ออกซิเดชัน ระหว่างการเกิดออกซิเดชัน กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดสารประกอบหลายชนิด เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน และกรดที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สารเหล่านี้เป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหืน และรสชาติไม่ดีในปลาที่เสื่อมคุณภาพ ปัจจัยที่เร่งการเกิดออกซิเดชันในปลาได้แก่ ความร้อน แสงสว่าง ความชื้น ตลอดจนโลหะหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาของเอนไซม์จากจุลินทรีย์ เชื้อรา Penicillin, Aspergillus มีเอนไซม์ที่ทำให้ไขมันแตกตัว ราต้องการออกซิเจนเพื่อการเจริญเติบโต ดังนั้น การเก็บสัตว์น้ำในสภาพที่ปราศจากออกซิเจนจะช่วยป้องกันการหืนได้ สำหรับเอนไซม์จากแบคทีเรีย Enterobacter และ Pseudomonas ทำให้ไขมันหืนได้

เนื่องจากปลามีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวอยู่สูงถึงร้อยละ 40 และในน้ำมันปลาพบพันธะคู่ของกรดไขมันถึง 6 พันธะ ขณะที่พันธะคู่ในพืชมีเพียง 2 พันธะคู่เท่านั้น ดังนั้นน้ำมันปลาหรือปลาที่มีไขมันสูง จึงเกิดการเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นส่วนใหญ่

การเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

การเสื่อมคุณภาพเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน สามารถปรากฏในระหว่างกระบวนการผลิตปลาเค็มและระหว่างการเก็บรักษา สิ่งที่เป็นตัวบอกถึงการเสื่อมเสียชนิดนี้คือ การเหม็นหืน โดยเฉพาะปลาที่มีไขมันสูง เช่น ปลาแฮริ่งและปลาแมคเคอเรล และปลาที่มีไขมันต่ำ เช่น ปลาคอด ปลาแฮก การเหม็นหืนไม่ใช่ปัญหาที่สำคัญสำหรับปลาที่มีไขมันต่ำ

ไขมันหรือน้ำมัน หรือไตรกลีเซอไรด์ เป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอล กับ monocarboxylic หรือ fatty acid (triacylglycerals) กรดไขมันเป็นกรดไขมันอิ่มตัว 25-40% ที่เหลือเป็น monounsaturated หรือ polyunsaturated คุณสมบัติน้ำมันของปลาทะเลมักเนื่องจาก polyunsaturated นี่เอง wax ester (อัลกอฮอล์ทำปฏิกิริยาเอสเทอริไฟด์กับกรดไขมัน), sterols, free alchohols และ hydrocarbons ประกอบด้วยไขมันชนิดอื่นๆ ไขมันที่กินได้มีประมาณ 1% ของไขมันทั้งหมด สารประกอบไขมันรวมถึง phospholipids, glycolipid และ lipoproteins และไขมันที่ละลายในวิตามิน A D E K

ไขมันในปลาแสดงในรูปของ depot และ non-depot fats โดย depot fat เป็นไขมันที่ร่างกายเก็บไว้ใช้เป็นพลังงาน ซึ่งจะถูกสะสมอยู่ใต้ผิวหนังและกล้ามเนื้อ ส่วน non - depot fats เป็นไขมันที่ไม่ได้ถูกสะสมไว้เพื่อใช้เป็นพลังงาน ได้แก่ phospholipids, sphingolipid และ sterol

ไขมันที่ไม่อิ่มตัวและพบอยู่เสมอในเนื้อปลา อาจจะถูกเติมออกซิเจนได้ง่าย ผลพลอยได้ที่ได้จากการเติมออกซิเจนของไขมันมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยได้ และระเหยไม่ได้ อัลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ คีโตนและกรดไฮดรอกซีเป็นต้น นอกจากนั้น กรดอมิโนเช่น ฮีสติดีน โพรลีน ซีรีน อาร์จินีน และกรดอมิโนที่มีกำมะถันเป็นส่วนประกอบ มักถูกทำลายด้วยเปอร์ออกไซด์ที่เป็นผลพลอยได้ของการเติมออกซิเจนของไขมัน (Lang, 1965)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกลไกของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นแบบ Free radical chain reaction mechanical ที่ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้ (A.I. Ihekoronye และ P.O. Ngoddy, 1985)

1. Initiation เป็นปฏิกิริยาการสร้าง Free-radical ที่เกิดจากไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว ดังนี้

$$RH + O_2 \longrightarrow R^{\circ} + {}^{\circ}OOH$$

$$RH \longrightarrow R^{\circ} + H^{\circ}$$

2. Propagation เป็นปฏิกิริยาชนิด Free-radical chain reaction โดยที่ออกซิเจนทำปฏิกิริยากับ Free-radical ที่เกิดจาก Initiation ได้เป็น Peroxy radical, Hydroperoxide และ Hydrocarbon radical ดังนี้

$$R^{\circ} + O_2 \longrightarrow ROO^{\circ}$$

$$ROO^{\circ} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\circ}$$

3. Termination เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจาก 2 radical ทำปฏิกิริยากันดังนี้

$$R^{\circ} + R^{\circ} \longrightarrow RR$$

$$ROO^{\circ} + ROO^{\circ} \longrightarrow ROOR + O_2$$

$$ROO^{\circ} + R^{\circ} \longrightarrow ROOR$$

จากกลไกของปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะเห็นว่า ผลของปฏิกิริยาจะได้สารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีกลิ่น แต่สารประกอบนี้ไม่คงตัว จะสลายตัวให้สารประกอบชนิดอื่น ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน โพลีเมอร์ และไลโปเปอร์ออกไซด์ที่ให้กลิ่นหืน (Kirschenbauer, 1960) ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของน้ำมันและอาหารที่มีน้ำมันประกอบอยู่ (Haffmann, 1969)

Chang และ Watts (1950) รายงานว่า เกลือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไตรกลีเซอไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเหม็นหืนโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยส่วนใหญ่จะวัดด้วยค่า 2-thiobarbituric acid (TBA), peroxide valve (PV) หรือ Carbonyl valve (COV) (Gray, 1978; Melton, 1983) การวัดค่าการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ควรจะวัด 2 ค่าอย่างต่ำ Inoue (1970) รายงานว่า ค่า PV ไม่ใช่ค่าดัชนีที่ดีในการวัดการเหม็นหืนของไขมัน ในการเก็บรักษากุ้งแห้ง แต่ค่า TBA จะให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทั้งหมดดีกว่า

TBA จะวัดสารสีชมพูที่เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาระหว่าง TBA กับ malonaldehyde (Sinnhuber et al., 1958) malonaldehyde มาจาก aldehyde ที่ไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นผลมาจากการแตกตัวของ hydroperoxides malonaldehyde มีผลต่อการเกิดกลิ่นหืน TBA เป็นการวัดที่ละเอียดลออมากกว่า การรายงานผลจะรายงานในรูปของ mg malonaldehyde / sample 1 kg

ผลิตภัณฑ์จากการออกซิเดชันไขมันไม่สามารถสกัดได้อย่างสมบูรณ์ด้วยตัวทำละลายไขมัน ตัวอย่างคลอโรฟอร์ม สกัดเนื้อเยื่อของปลาที่ถูกออกซิไดซ์ให้ค่า TBA เพียง 1/10 ส่วนคลอโรฟอร์ม-เมทธานอล ให้ค่า TBA เพียง 1/3 - 1/2 จากเนื้อเยื่อทั้งหมด (Zipser et al., 1962)

การปรับปรุงการทดสอบโดยใช้ TBA พยายามปรับปรุงให้สามารถวัดค่าเนื้อเยื่อที่ไม่ได้ถูกสกัดออกมาด้วย ซึ่งเป็นเพียงวิธีเดียวที่หาได้ในการประมาณการเกิดออกซิเดชันของเนื้อเยื่อไขมัน แต่ยังไม่มีวิธีใดที่ปรับปรุงในปัจจุบันที่มีความถูกต้องสูง งานจาก Michigan (Tarladgis et. al., 1962) ชี้แจงว่า ตัว thiobarbituric acid a) ไม่เสถียร และสลายองค์ประกอบภายใต้สภาวะที่ร้อนและกรดแก่ โดยเฉพาะในการให้ผลิตภัณฑ์เปอร์ออกไซด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสลายตัวจะดูดกลืนคลื่นได้ดีที่ความยาวคลื่น 450 mu พอๆกับความยาวคลื่นอื่น ดังนั้นจึงรบกวนการตรวจสอบ โดยเฉพาะเมื่อทำการตรวจสอบภายใต้สภาวะให้ความร้อน และสัมผัสกับอาหารที่เป็นกรด มากกว่าโดยการกลั่น

การย่อยสลายไขมันของอาหารทะเล ถูกเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ไลเปส ซึ่งจะสลายพันธะระหว่างกรดไขมัน และกลีเซอรอลจากไตรกลีเซอไรด์ และ ฟอสโฟไลปิด (Hardy, 1980) ในกรณีของไตรกลีเซอไรด์ ปฏิกิริยาจะให้โมโนกลีเซอไรด์ และ 2- free fatty acid (FFA) กระบวนการย่อยสลายไขมันจะดูได้จากการวัดระดับ FFA ในไขมันที่สกัดออกมาทั้งหมด การย่อยสลายไขมันไม่มีความสำคัญในด้านคุณค่าทางด้านโภชนาการ แต่การสะสมของ FFA จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาลำดับสอง เช่น การเพิ่มตัวรับออกซิเจน และการเกิดกลิ่นหืน (Lovern, 1962)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันนอกจากจะเป็นการไม่อิ่มตัวของไขมันแล้ว ยังมี

1. การกระจายตัวของไขมันในตัวปลา ส่วน belly flaps และหางจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่า

2. การสัมผัสกับ pro-oxidant ที่ผิวหนังและกล้ามเนื้อสีดำ และองค์ประกอบต่างๆ ในของเหลว (เช่น heam pigment ; Ke et. al., 1977; Woolfe, 1975)

3. องค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ (เช่น โซเดียมคลอไรด์ ; Castell et al., 1965)

4. ปัจจัยภายนอก เช่น ความร้อน แสง ไอออนของโลหะ แสง UV และปริมาณออกซิเจน (Khayat และ Schwall, 1983)

<u>การรักษาอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ</u>

การปรับบรรยากาศ (Modified Atmosphere, MA) หมายถึงการปรับองค์ประกอบของบรรยากาศรอบผลิตภัณฑ์ให้แตกต่างจากองค์ประกอบของบรรยากาศปกติ (air) โดยปรับองค์ประกอบของบรรยากาศเฉพาะตอนเริ่มต้นของการเก็บรักษาเท่านั้น (Wolfe, 1984) โดยทั่วไปในการปรับบรรยากาศนิยมใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N_2) และออกซิเจน (O_2) เพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือหลายชนิดรวมกัน เพื่อยับยั้งและชลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเน่าเสียของอาหารจากจุลินทรีย์ จากรายงานของ Stathum (1984) กล่าวว่า องค์ประกอบของบรรยากาศที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่ต้องการเก็บรักษาและการใช้ภาชนะบรรจุที่มีการซึมผ่านของก๊าซต่ำ เพื่อรักษาองค์ประกอบของบรรยากาศตลอดการเก็บรักษา การปรับบรรยากาศในอาหารประเภทเนื้อ ปลาและไก่สามารถชลอการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ เนื่องจากการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ นอกจากนั้นการปรับสภาพบรรยากาศ โดยวิธีใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังช่วยลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน แต่มีผลน้อยต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีของรงควัตถุในเนื้อสัตว์ และพบว่าไมโอโกลบินเกิดการออกซิเดชันเป็นเมทไมโอโกลบิล ทำให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์มีสีคล้ำได้ สำหรับระบบเอนไซม์ พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบเอนไซม์ในอาหารประเภทนี้ (Wolfe, 1984) Wolfe (1980) ได้รายงานว่า การขนส่งอาหารในสภาพปรับบรรยากาศนั้น สามารถยืดระยะเวลาในการขนส่งและรักษาคุณภาพอาหารได้ดี ในกรณีของผักและผลไม้สดนั้นสภาพบรรยากาศช่วยลดการสูญเสียของสินค้าระหว่างการขนส่ง ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่าราคาของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น ต้องการการจัดการและเครื่องมือพิเศษในการควบคุมบรรยากาศ ทั้งยังต้องศึกษาถึงผลของสภาพปรับบรรยากาศต่ออาหารแต่ละประเภท เพื่อเลือกองค์ประกอบของบรรยากาศที่เหมาะสมต่ออาหารชนิดนั้น เนื่องจากพบว่า การปรับบรรยากาศนั้นไม่มีประสิทธิภาพต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารได้ทุกชนิด อาหารบางชนิดแม้จะเก็บในสภาพปรับบรรยากาศยังจำเป็นต้องเก็บในอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมอีกด้วย

Fierbeller (1984) สรุปว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 ขึ้นไป น่าจะเหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศควรมากกว่าปริมาณก๊าซออกซิเจน จึงจะมีผลยับยั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอาหาร นอกจากนี้อุณหภูมิและปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหาร ก็เป็นปัจจัยสำคัญในการเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วย ส่วนการเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพบรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจน ก๊าซไนโตรเจนนอกจากจะช่วยจำกัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แล้ว ยังช่วยรักษาภาชนะบรรจุไม่ให้หดรัดรูป ผลิตภัณฑ์เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายในส่วนที่เป็นน้ำของเนื้อเยื่ออาหาร (Smith และคณะ, 1983) ความดันของบรรยากาศข้างนอกถุงซึ่งมากกว่าจะกดถุงนั้น ทำให้หดรัดรูป ไม่สวยงาม และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุข้างในมีโอกาสทิ่มแทงถุง ทำให้เสียสภาพการบรรจุได้ง่ายขึ้น

ด้านภาชนะที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ ก็มีความสำคัญต่อการบรรจุในสภาพนี้เช่นกัน Stathum (1984) รายงานว่า การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาพการปรับบรรยากาศที่มีระดับความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงนั้น จำเป็นต้องใช้ภาชนะบรรจุที่แข็งแรง เพื่อป้องกันการหดรัดรูปผลิตภัณฑ์ ซึ่งคล้ายกับการบรรจุสุญญากาศ วัสดุที่เหมาะสมต่อการบรรจุภายใต้สภาพบรรยากาศ ควรมีสมบัติก๊าซซึมผ่าน ก๊าซออกซิเจนได้น้อยกว่า 5 ลูกบาศก์เมตร/100 ตารางนิ้ว/วัน ที่สภาพบรรยากาศปกติ วัสดุที่นิยมใช้ได้แก่ กระดาษ เซลโลเฟน (Cellophane) โพลีเอสเตอร์ (polyester), โพลีโพรพิลีน (polypropylene) หรือไนลอน(nylon) ภาชนะบรรจุแบบโปร่งใสที่นิยมใช้ปัจจุบัน ประกอบด้วยโพลีเอธทิลีนที่อยู่ด้านในสุด ประกอบด้วยเซลโลเฟน โพลีโพรพิลีน โพลีเอสเตอร์หรือ ไนลอนอยู่ด้านนอก และอาจเคลือบด้วยโพลีไวนิลลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidene chloride, PVDC) การประกบ (lamination) ฟิล์มเข้าด้วยกัน นอกจากจะป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซเพิ่มขึ้นแล้ว ยังช่วยให้พิมพ์ข้อความลงบนฟิล์มได้ดี และสามารถนำฟิล์มนั้นใช้ร่วมกับเครื่องจักรในระหว่างกระบวนการบรรจุได้ด้วย (Labell, 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parkin และ Brown (1982) รวบรวมรายงานเกี่ยวกับ การปรับสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาอาหารทะเล โดยเฉพาะปลาและอาหารทะเล กล่าวคือ Coyne (1933) พบว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาอาหารประเภทนี้ ควรอยู่ในช่วงร้อยละ 40-60 ต่อมาในปี 1950 Jhewan แนะนำว่า ควรเก็บปลาสดในสภาพบรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30-10 หลังจากนั้นในปี 1954 Tarr พบว่า ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาปลาสดในสภาพปรับบรรยากาศ ควรอยู่ในช่วงร้อยละ 40-50 Veranth และ Robe (1979) รายงานว่า คณะกรรมการองค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา ยอมรับการเก็บอาหารสดภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ ซึ่งประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนร้อยละ 60 และ 25 ตามลำดับ ร่วมกับอากาศปกติ ภายใต้ความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม ในปีดังกล่าวปรากฏว่า ปลาแซลมอนที่ขนส่งโดยเรือสินค้า ซึ่งใช้ระบบปรับบรรยากาศภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 มีอายุการเก็บเพิ่มถึง 2 เท่า และปลานั้นมีคุณภาพดีเยี่ยม

Brown และคณะ (1980) ศึกษาการเก็บ rockfish fillets และ salmon steaks ภายใต้บรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 40 และ 20 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ร้อยละ 1 ที่อุณหภูมิ 4.5 °c ปรากฏว่า สภาพบรรยากาศที่ประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 มีประสิทธิภาพต่อการเก็บรักษาอาหารดังกล่าว ดีกว่าสภาพบรรยากาศที่ประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 20 แต่ผลการทดลองยังไม่เป็นที่น่าพอใจ จึงได้แนะนำให้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น คือร้อยละ 60-80 ซึ่งคาดว่า จะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และยืดอายุอาหารได้ดีกว่าการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นระดับต่ำกว่า ในการศึกษาครั้งนี้ปรับสภาพบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร่วมกับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการรักษาสีของเนื้อปลา ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จะรวมตัวกับไมโอโกลบินในเนื้อเยื่อปลาเป็นคาร์บอกซีไมโอโกลบิน ทำให้เนื้อปลามีสีแดง และไมโอโกลบินที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ทนต่อการออกซิเดชันได้มากกว่าไมโอโกลบินปกติ ผลการทดลองปรากฏว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ต่ำเกินไป จึงไม่สามารถรักษาสีของปลาไว้ได้ แต่อย่างไรก็ดีตัวอย่างที่บรรจุภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ให้สีดีกว่า ตัวอย่างที่บรรจุภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงชนิดเดียว การเก็บ rockfish fillets ในสภาพคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 80 ร่วมกับอากาศปกติที่อุณหภูมิ 4.4 °c (Parkin และคณะ, 1981) และการเก็บปลา finfish ภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความดัน 15 ลูกบาศก์นิ้วต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปอนด์ ที่อุณหภูมิ 4 °c (Bank และคณะ, 1980) สามารถยืดอายุการเก็บปลาสดได้ดีกว่าปลาที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิเดียวกัน การเก็บรักษา brownshrimp (Penaeus aztecus) ในบรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับออกซิเจน และ/หรือไนโตรเจนที่อุณหภูมิ 4 °c ปรากฏว่าสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 65 ร่วมกับก๊าซออกซิเจนและหรือไนโตรเจนร้อยละ 35 หรือบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 100 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานเช่นกัน (Lannelongue และคณะ, 1982)

ส่วนการเก็บรักษา spotted shrimp (Panda lusplatyceros) ในสภาพเด็ดหัวทิ้ง และสภาพกุ้งทั้งตัวภายใต้บรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 50 และ 100 นั้น ปรากฏว่า กุ้งที่เก็บภายใต้บรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 100 สามารถยืดอายุอาหารได้นานกว่ากุ้งที่เก็บในบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงร้อยละ 50 แต่พบว่า กุ้งที่เด็ดหัวทิ้งที่เก็บในสภาพบรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 100 สูญเสียน้ำและทำให้น้ำหนักของกุ้งลดลง (Layrisse และ Matches, 1984) การเก็บรักษาปู dungeness (Cancer magister) ภายใต้สภาพบรรยากาศปกติร้อยละ 20 สามารถรักษาปูให้สดและเก็บไว้ได้นานกว่าการเก็บปูที่บรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิเดียวกัน (Parkin และ Brown, 1983)

วราภา (2531) ได้ศึกษาการเก็บรักษากุ้งแห้งภายในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วนต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 °c) พบว่าสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับ 60 คือสภาพของบรรยากาศทั้งสองชนิดร่วมกัน ในอัตราส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ : ก๊าซไนโตรเจน 100:0, 80:20 และ 60:40 โดยปริมาตร สามารถชลอการเกิดแอมโมเนียในกุ้งแห้งได้ดีกว่าการเก็บในสภาพปกติ ที่อุณหภูมิเดียวกัน ในสภาพปรับบรรยากาศทั้ง 3 ระดับ สามารถชลอการเน่าเสียและรักษาคุณภาพของกุ้งแห้ง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคภายในระยะเวลา 7 สัปดาห์ ขณะที่กุ้งแห้งที่เก็บในบรรยากาศอื่นๆ เน่าเสียภายในเวลา 1-2 สัปดาห์เท่านั้น และ pH ของกุ้งแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นในระหว่างเก็บรักษา

<u>การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในอาหารที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ</u>

จุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้อาหารประเภทเนื้อ ไก่ และปลาสด ที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิต่ำ เน่าเสียและเสื่อมคุณภาพ ได้แก่ Pseudomonas, Acinetobacter และ Moraxelle (Jay, 1978) การเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพอุณหภูมิต่ำนั้น เป็นผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญในการทำให้อาหารเน่าเสียเหล่านี้ถูกยับยั้ง และขณะเดียวกันจะกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญได้ในสภาพออกซิเจนน้อย (Newton และคณะ 1977, Lannelongue และคณะ, 1982) Parkin และ Brown (1982) ได้รวบรวมผลการศึกษาเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในอาหารที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศไว้ว่า ในปี 1882 Kolbe เป็นคนแรกที่พบการถนอมอาหารพวกเนื้อสัตว์ โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อมาในปี 1930 Killefer ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในอาหารชนิดต่างๆ เช่น ปลาที่เก็บในบรรยากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่า คาร์บอนไดออกไซด์มีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในปลา ได้แก่ Streptococcus, Proteus, Micrococcus, Bacillus และ Staphylococcus และในปี 1932 - 1933 Coyne เป็นคนแรกที่บุกเบิกการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารทะเล ภายใต้สภาพบรรยากาศ ศึกษาผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากอาหารทะเลเหล่านี้ และรายงานว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 สามารถยับยั้งการเจริญของ Achromobacter, Flavobacterium, Micrococcus, Bacillus และ Pseudomonas ที่อุณหภูมิ 15 °c ได้นาน 4 วัน ในขณะที่จุลินทรีย์เหล่านี้สามารถเจริญได้ตามปกติในบรรยากาศ ก๊าซไนโตรเจนหรืออากาศปกติ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ก็สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เหล่านี้เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นมีรายงานอีกว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40-60 เหมาะสำหรับการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียดังกล่าว แม้จะเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก็ไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงเกินไป ทำให้เนื้อเยื่อปลาเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากเกิดเมทไมโกลบิน นอกจากนี้ยังทำให้เนื้ออาหารนิ่มอีกด้วย ในปีเดียวกัน Haines พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บอาหารนั้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15-20 เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของ Pseudomonas และ Achromobacter แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของ Proteus ในช่วงประมาณปี 1980 เป็นต้นมา ได้มีผู้ทดลองเก็บอาหารประเภทเนื้อสด และปลาสด ภายใต้สภาพบรรยากาศอย่างกว้างขวางดังนี้ คือ Bank และคณะ (1980) ทดลองเก็บปลา finfish ได้แก่ ปลาเทร้า และปลาครอกเกอร์ (Crocker) ในสภาพก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 ลูกบาศก์นิ้วต่อปอนด์ ที่ 4 °c เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในปลานั้น พบว่า จุลินทรีย์ในปลาเทร้า ได้แก่ แบคทีเรียแกรมลบ เช่น Pseudomonas, Altermonas (Moraxella - Acinetobater) และ Flavobacterium นอกจากนี้ยังยับยั้งโคริฟอร์ม และ Micrococcus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปลาครอกเกอร์อีกด้วย ในระหว่างการเก็บรักษาปลาทั้งสองชนิดนี้ในสภาพบรรยากาศ แบคทีเรีย Pseudomonas และ Altermonas มีจำนวนลดลง ในขณะเดียวกันในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จะกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ Lactobacillus เพิ่มขึ้น

เมื่อนำปลาดังกล่าวมาบรรจุใหม่ในสภาพบรรยากาศปกติ ปรากฏว่าชนิดของแบคทีเรียที่พบในปลาเปลี่ยนเป็นแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ Pseudomonas และ Moraxella คล้ายกับแบคทีเรียที่พบเมื่อเริ่มทำการทดลอง ขณะเดียวกันปริมาณแบคทีเรียแกรมบวกลดลง การที่ปริมาณแบคทีเรียบวกผลิตกรดแลกติกเพิ่มขึ้นนั้นมีข้อดีคือ ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ทำให้อาหารนั้นเน่าเสีย แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติกเจริญได้ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากบรรยากาศมีปริมาณออกซิเจนน้อยและความเป็นกรดของอาหารเพิ่มขึ้น จึงทำให้อาหารมีจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ในอาหารที่เก็บในสภาพปกติที่อุณหภูมิเดียวกัน ดังเช่นที่พบในการเก็บรักษาปู dungeness (Parkin และ Brown, 1983) ปลา rockfish และ silver salmon (Brown และคณะ, 1980) brown shrimp (Lannelongue และคณะ, 1982) จึงทำให้อาหารทะเลที่เก็บในสภาพบรรยากาศเหล่านี้มีอายุการเก็บและคุณภาพดีกว่าอาหารประเภทเดียวกันที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติ

Langton (1984) รายงานว่า ประสิทธิภาพของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นขึ้นกับ ความเข้มข้นของก๊าซ อุณหภูมิ จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหาร และระยะเวลาที่เก็บอาหารในสภาพบรรยากาศนั้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ชอบอากาศ โดยยืดระยะ lag phase และลดอัตราการเจริญของแบคทีเรีย (King และ Nagel, 1967; Gill และ Tan, 1979) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมินั้น พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ได้เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิต่ำลง ซึ่งเป็นผลทำให้ความเป็นกรดในอาหารเพิ่มขึ้น (Ogrydiak และ Brown, 1982) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหารต่ำ แต่เมื่อจุลินทรีย์เจริญผ่านระยะ lag phase แล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ลดลง (Langton, 1984) ดังนั้นปริมาณจุลินทรีย์ของอาหารก่อนบรรจุซึ่งมีความสำคัญต่อการบรรจุแบบปรับบรรยากาศมาก อาหารนั้นควรมีจุลินทรีย์ต่ำ (Staham, 1984) นอกจากนี้ยังพบว่า ระยะเวลาที่เก็บอาหารในสภาพปรับบรรยากาศส่งผลต่อคุณภาพของอาหารนั้นภายหลังการเก็บรักษา จากการทดลองของ Coyne ในปี 1932 รายงานว่า จุลินทรีย์ในอาหารที่เก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังคงยับยั้งการเจริญ แม้ว่าจะนำอาหารนั้นออกมาจากสภาพปรับบรรยากาศสู่สภาพอากาศปกติ ทั้งนี้เข้าใจว่า เกิดจากผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหลือในอาหารนั้น (Parkin และ Brown, 1982) และจากการทดลองของ Parkin และ Brown (1983) ทดลองนำปู dungenes ที่เก็บรักษาในสภาพปรับบรรยากาศนาน 14 วัน มาบรรจุใหม่ในสภาพบรรยากาศปกติ ปรากฏว่าปูนั้นมีคุณภาพคล้ายปูสด และสามารถยืดอายุการเก็บได้ 7 วัน ในสภาพบรรยากาศปกติ ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมในเนื้อปู ขึ้นกับระยะเวลาที่เก็บอาหารในสภาพปรับบรรยากาศ ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า "post treatment" หรือ "residual effect" ซึ่งสำคัญมากต่อการเก็บรักษาอาหารสดในสภาพปรับบรรยากาศในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ และต้องนำมาบรรจุใหม่ในบรรยากาศปกติเพื่อจำหน่ายปลีก (Stathum, 1984)

จากการศึกษาของ Parkin และ Brown (1982) เกี่ยวกับประสิทธิภาพของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร ได้สรุปกลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ไว้ดังนี้

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลด pH ทั้งภายในและภายนอกเซลของจุลินทรีย์ ทำให้มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ pH ภายในเซลของแบคทีเรียนั้นมีอิทธิพลต่อการเจริญของแบคทีเรียมากกว่า pH ภายนอกเซล โดย pH ภายในเซลมีผลต่อปฏิกิริยาสำคัญของเอนไซม์หลายชนิดซึ่งสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จากการศึกษาการเจริญของ <u>Pseudomonas aeruginosa</u> พบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย โดยทำให้ pH ภายในเซลแบคทีเรียลดลง (King และ Nagel, 1967)

2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกรดคาร์บอนิค เนื่องจากการสลายตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนน้ำของอาหาร มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสมบัติละลายน้ำได้ดี บางส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำจะเกิดการไฮเดรต (hydration) เป็นกรดคาร์บอนิค ดังนี้

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$$

โดย pK ของการแตกตัวเป็น 6.37 และ 10.25 ตามลำดับ ภายใต้สภาวะปกติความเข้มข้นของ CO_3^{2-} จะมีน้อย ในขณะที่ HCO_3^- มีปริมาณมากกว่า กรดอ่อนนี้มีสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ในรูปกรดที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกตัว โดยเฉพาะที่ pH เป็นกลาง (Stathum, 1984) จากการศึกษาของ Sears และ Eisenberg (1961) พบว่า HCO_3^- มีผลต่อเมมเบรน โดย HCO_3^- จะลดแรงตึงผิวของเมมเบรน และทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ HCO_3^- ทำให้ช่องว่างโมเลกุลของเมมเบรนเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลยอมให้สารพวกอิออนิกซึมผ่านเมมเบรนเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้สูญเสียสารอิออนิกซึ่งสำคัญต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์ จึงมีผลยับยั้งการเจริญและการสร้างเมมเบรนของจุลินทรีย์ด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงร้อยละ 0.26 ในสารละลาย ซึ่งทำให้เกิด HCO_3^- หรือกรดคาร์บอนิกก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบชีวะของเซล

3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อความต่างศักย์ของเมมเบรน (membrane potential) ของจุลินทรีย์ ในสภาวะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้เนื้อเยื่อมี pH ภายในลดลง ทำให้สภาวะภายในของเซลเป็นกรดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของเนื้อเยื่อ สมบัติการซึมผ่านของเมมเบรน ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณ HCO_3^- ในสภาวะนั้น ต่อจากนั้นจะพบว่า pH ภายในจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เพื่อกลับคืนสู่ pH เริ่มต้น ซึ่งค่อนข้างเป็นด่างมากกว่า pH เดิม คือมีค่าสูงกว่า pH เริ่มต้น จากการทดลองของ Aicken และ Thomas (1975) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง pH ภายในของเนื้อปู ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่า เมื่อนำเนื้อเยื่อนั้นใส่ในสารละลายที่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 100 นอกจากจะทำให้ pH ภายในลดลงแล้ว ค่าความต่างศักย์ของเมมเบรนลดลงอีกด้วย และเมื่อนำออกจากสภาพนั้นสู่สภาวะเดิมที่ไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าค่าความต่างศักย์ของเมมเบรนกลับสู่สภาพเดิม ขณะที่ pH ภายนอกเนื้อยังมีค่าคงที่ จากการทดลองนี้สรุปว่า ค่าความต่างศักย์ของเซลเมมเบรนขึ้นกับ pH ทั้งภายในและภายนอกเซล และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย การเปลี่ยนแปลง pH ภายในเซลจะกระตุ้นระบบการขนส่ง H^+ / K^+ โดย glycolyzing cell จะช่วยให้ pH ภายในเซลที่ลดลงกลับสู่สภาพเดิม โดยอาศัยพลังงานจากการขนส่งโปรตอนเหล่านี้ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความต่างศักย์ของเมมเบรน การใช้พลังงานในการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นการใช้พลังงานในทางอ้อม ซึ่งปกติเซลจะเก็บสะสมไว้ใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมและการเจริญของเซล ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าความต่างศักย์ของเซลเมมเบรน จึงสืบเนื่องจากสมบัติการยอมให้ซึมผ่านของเซล ตลอดจนการขนส่งสารอิออนิกระหว่างเซลนี้ ซึ่งล้วนแต่มีผลต่อความสมดุลย์ของเอนไซม์

4. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีอิทธิพลต่อความสมดุลย์ของเอนไซม์ ในกลุ่ม decarboxylase ของจุลินทรีย์ โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำหน้าที่เป็น metabolic regulator ของเซล จากการศึกษาของ King และ Negal (1975) พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96855

การเจริญของจุลินทรีย์โดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการเมตาบอลิซึมของ Pseudomonas aerugirosa พบว่า ในระหว่างการเจริญของแบคทีเรียชนิดนี้ปฏิกิริยาเอนไซม์ isocitrate dehydrogenase และ malate dehydrogenase ลดลง ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม decarboxylating enzyme การเปลี่ยนแปลงตามสมดุลย์ของเอนไซม์เหล่านี้ มีผลต่อการเจริญและกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ตัวอย่างปลาที่วางขายในท้องตลาดมหาชัย จ.สมุทรสาคร

อุปกรณ์

1. เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ
2. ก๊าซผสมของคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน ในอัตราส่วน 80:20
3. ก๊าซผสมของคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน ในอัตราส่วน 50:50
4. ภาชนะบรรจุ ใช้ถุง polyethylene ลามิเนตกับ nylon

วิธีการ

1. การบรรจุ บรรจุตัวอย่างปลาภายใต้สภาพสุญญากาศ สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน ในอัตราส่วน 80:20 (CN82) และ 50:50 (CN55) และสภาพบรรยากาศปกติ

เก็บตัวอย่างมาทำการตรวจสอบทุกๆ 1 สัปดาห์

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์
   1. วิเคราะห์หาความชื้น
   2. วิเคราะห์หาปริมาณเกลือในรูปของ NaCl (Cl^-) ในปลาเค็ม (AOAC, 1980)
   3. วิเคราะห์ค่า TBA no. (Yu and Sinnhuber, 1957)
   4. การตรวจนับจุลินทรีย์ โดยวิธี poue plate
   5. การประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัส โดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง จำนวน 15 คน เป็นผู้ชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน ในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
นำข้อมูลที่ได้จากการชิมมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธี ANALYSIS OF VARIANCE (AOV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14077

ผลและวิจารณ์

1. เปอร์เซนต์ความชื้น

นำปลาเค็มเก็บที่ 0 วัน มาวิเคราะห์ความชื้น พบว่า ปลาเค็มมีความชื้นร้อยละ 40.30 ซึ่งยังมีความชื้นสูง ทำให้ค่า TBA no. ที่วัดได้มีค่าสูง เนื่องจากน้ำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดการหืน (Johnson, 1975) นอกจากนี้ปลาเค็มที่มีความชื้นสูงจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีอีกด้วย

2. ปริมาณคลอไรด์ (Cl^-) ในปลาเค็ม

นำปลาเค็มเก็บที่ 0 วัน มาวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ พบว่า ปลาเค็มมีปริมาณคลอไรด์ร้อยละ 8.56 ซึ่งจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในเกลือสามารถเจริญได้

3. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนที่ใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศ

การบรรจุปลาเค็มภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วนต่างกัน ในถุงพลาสติก LDPE ลามิเนตกับ nylon นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี ปรากฏว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับอัตราส่วนที่ต้องการใช้ในการเก็บปลาเค็ม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในสภาพปรับบรรยากาศที่วิเคราะห์ ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี

สภาพปรับบรรยากาศ	ปริมาณก๊าซ CO_2 (ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (ร้อยละ) ที่วิเคราะห์โดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี
CN 82	80	81.85
CN 55	50	49.925

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

หมายเหตุ ในการตรวจครั้งนี้ ตรวจได้แค่เพียงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น ก๊าซอื่นที่ปะปนอยู่ในตัวอย่างและก๊าซไนโตรเจน จะประมาณได้จากผลต่างของ 100 - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย

4. TBA no. ในระหว่างการเก็บปลาเค็มที่เวลาต่างๆ ในสภาพบรรยากาศต่างๆกัน

การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ในระหว่างการเก็บปลาเค็มที่เวลาต่างๆ ในสภาพบรรยากาศต่างๆ กันสามารถแสดงได้ด้วยกราฟ ดังในภาพที่ 1

การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของปลาเค็ม มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่เก็บ ไขมันในปลาที่เก็บในสภาพปกติที่มีออกซิเจนจะถูกออกซิไดซ์เป็นสารประกอบไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ไม่คงตัว และสลายตัวให้สารประกอบชนิดอื่น ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน โพลีเมอร์ และไลโบ-เปอร์ออกไซด์ที่ให้กลิ่นหืน (Kirschenbauer, 1960)

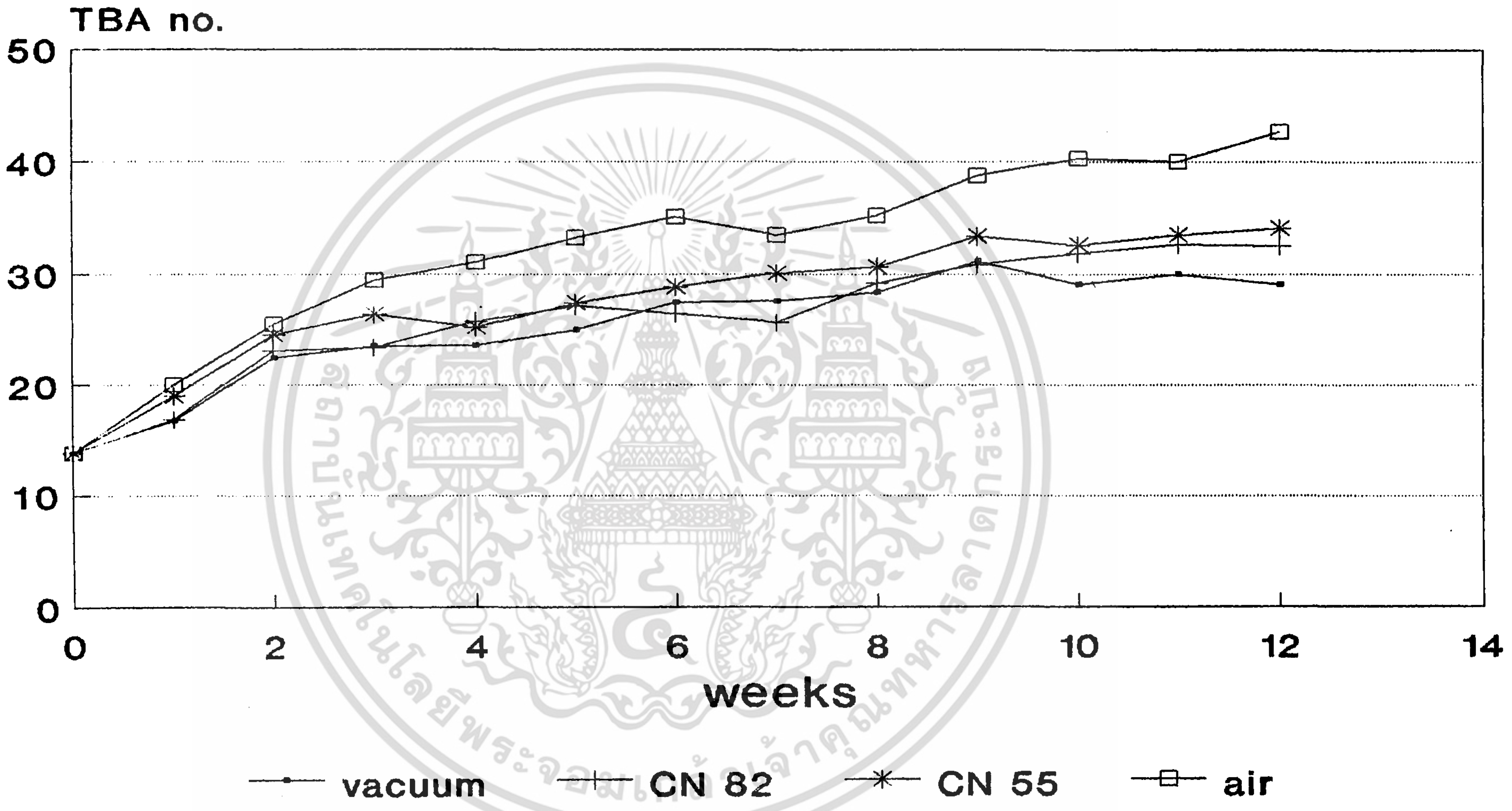
ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของปลาเค็ม ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °c) ปรากฏว่า สภาพสุญญากาศ สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 และ CN 55 ให้ค่า TBA น้อยกว่าสภาพบรรยากาศปกติ เนื่องจากไม่มีออกซิเจนที่จะเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน และอาจมีผลกระทบทางอ้อม จึงทำให้ CN 55 มีค่า TBA สูงกว่า CN 82 และสภาพสุญญากาศ โดยค่า TBA ของสภาพสุญญากาศ และสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 ไม่แตกต่างกัน

แนวโน้มของค่า TBA no.ที่เพิ่มขึ้น อาจเกิดจากอิทธิพลของแสง สภาพบรรยากาศที่ใช้ในการเก็บรักษา (Khayat และ Schuall, 1983) นอกจากนี้ Chang และ Watts (1950) ยังรายงานว่า เกลือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน เป็นเหตุให้ค่า TBA เพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสจะเกิดได้เร็วขึ้นถ้ามีเอนไซม์ไลเปส ซึ่ง Van veen (1965) พบว่าเกลือไม่มีความสามารถที่จะหยุดยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปสได้

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับบวรมาภา (2531) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกุ้งแห้งในรูปของรงควัตถุแอสตาแซนทีนที่ถูกออกซิไดซ์ในกุ้งแห้ง ซึ่งสรุปได้ว่า กุ้งแห้งที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจน สามารถชะลอการออกซิไดซ์ของรงควัตถุแอสตาแซนทีนในกุ้งแห้ง แต่ในสภาพบรรยากาศปกติที่มีก๊าซออกซิเจนจะช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุชนิดนี้

ในการตรวจวัดค่า TBA no. ในครั้งนี้ ใช้ HCl และ neating manner ทำให้ค่า TBA มีค่าสูง ซึ่งอาจเกิดจากการไม่เสถียรและสลายองค์ประกอบภายใต้สภาวะที่ร้อนและกรดแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TBA และเวลาระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (30 °c)

(Tarladgic et al., 1962) อย่างไรก็ตาม Sinnhuber และ Yu (1958) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลากระป๋องและปลาแช่แข็ง ที่มีคุณภาพดีจะมีค่า TBA ต่ำกว่า 3 ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับเมื่อค่า TBA เท่ากับ 4-27 ปลาป่นที่เตรียมใหม่ๆ มีค่า TBA ประมาณ 21 เมื่อเหม็นหืนแล้วมีค่า TBA ประมาณ 300 และในน้ำมันปลาแซลมอนที่เตรียมใหม่ๆ จนกระทั่งเหม็นหืนแล้วจะมีค่า TBA ตั้งแต่ 14-300 Turner และคณะ (1954) สรุปว่า เป็นการยากที่จะกำหนดค่า TBA เพื่อใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้การไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้องกับค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ

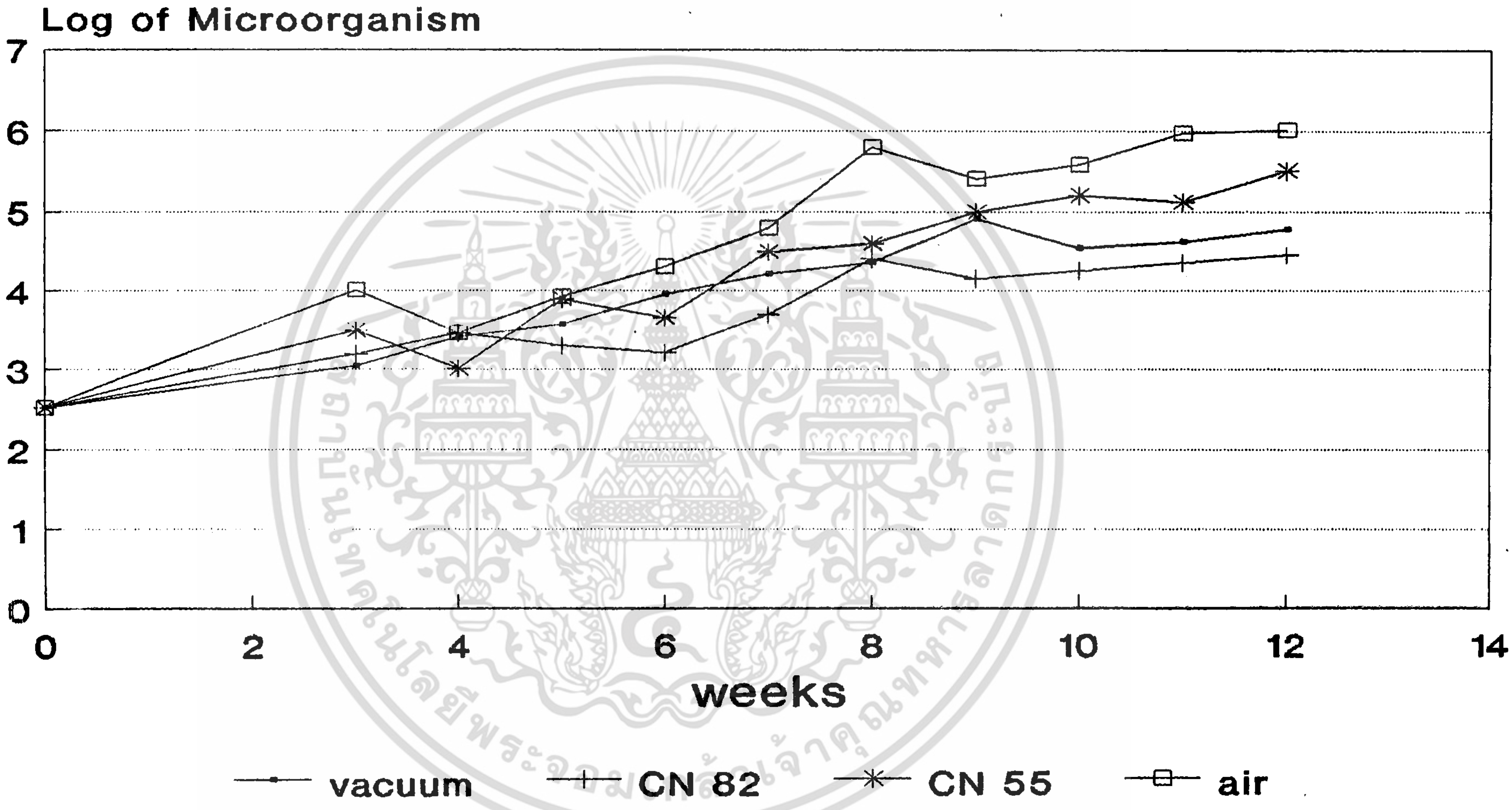
5. <u>การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ที่เก็บที่เวลาต่างๆ ในสภาพบรรยากาศต่างๆ กัน</u>

ลักษณะจุลินทรีย์ที่ตรวจพบใน halophile medium มี 2 ชนิดคือ ชนิดแรก ลักษณะโคโลนีเป็น rod-shaped หัวเรียว ท้ายเรียว สีขาว เจริญโดยฝังในเนื้อวุ้น ชนิดที่ 2 ซึ่งมีปริมาณเล็กน้อยมาก มีลักษณะโคโลนีกลม สีเหลือง-ส้ม เจริญที่ผิวหน้าของวุ้น ซึ่งอาจเป็นจุลินทรีย์ที่เกิดจากการปนเปื้อนระหว่างการกระทำการ หรืออาจเป็นจุลินทรีย์พวกต้องการอากาศ (aerobic bacteria) ที่มีหลงเหลืออยู่ในปลาเค็ม และเมื่อนำมาตรวจสอบจึงสามารถเจริญที่ผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ อย่างไรก็ตามปริมาณจุลินทรีย์สีเหลือง-ส้ม มีปริมาณน้อยมาก (0-2 โคโลนี/plate) และไม่สามารถตรวจนับได้อย่างแน่นอน (บางครั้งไม่มีจุลินทรีย์นี้ในบาง plate) ดังนั้นการรายงานผลจึงขอรายงานเฉพาะจุลินทรีย์ที่ฝังในเนื้อวุ้นเท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ที่เก็บที่เวลาต่างๆ ในสภาพบรรยากาศต่างๆ กัน สามารถแสดงได้ด้วยกราฟ ดังในภาพที่ 2

จากภาพที่ 2 สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นช้าๆ ตามเวลาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ในสภาพบรรยากาศปกติมีค่ามากกว่าในสภาพบรรยากาศอื่นๆ อาจเนื่องจากปริมาณออกซิเจนทำให้จุลินทรีย์ในสภาพบรรยากาศปกติเจริญได้ดี ปริมาณจุลินทรีย์ในสภาพสุญญากาศและสภาพปรับบรรยกาศ CN 55 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจาก CN 82 อาจสรุปได้ว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 80% มีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าที่ 50% และสภาพสุญญากาศโดยการปรับสภาพปลาเค็มให้เป็นกรดเพิ่มขึ้น ทำให้ยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ และชลอการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 กราฟแสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาเค็ม ระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (30 °c)

โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่เจริญบนปลาเค็มเป็นพวก halophilic bacteria ซึ่งได้แก่ Salmonella, Streptococcus, Staphylococcus, Micrococcus, Halobacterium, Pseudomonas, Flavobacterium, Sarcina, Leuconostoc ฯลฯ ซึ่งสามารถเจริญหรือทนต่อเกลือที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กันไป และโดยส่วนใหญ่ halophilic bacteria เป็นแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bacteria) ดังนั้นจึงมีจุลินทรีย์น้อยชนิดที่สามารถเจริญในสภาพไม่มีออกซิเจนได้ ซึ่ง Jensen (1954) ได้สรุปว่า แบคทีเรียชนิดไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) จะหยุดการเจริญที่ระดับความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 5 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นนี้จะมีผลน้อยมากต่อแบคทีเรียชนิด facultative anaerobic bacteria และ Micrococcus การเจริญของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 10% แม้ว่าแบคทีเรียบางสายพันธุ์ที่ทนต่อเกลือ สามารถเจริญได้ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือถึงร้อยละ 15

การปรับสภาพบรรยากาศจะช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายในส่วนที่เป็นน้ำของเนื้อเยื่ออาหาร ทำให้แบคทีเรียแกรมบวกพวกผลิตกรดเจริญได้ดี และสามารถเจริญในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนซึ่งจะผลิตกรดยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย แบคทีเรียที่ผลิตกรด (ได้แก่ Lactobacillus และ Brochotrix thermophacta) สามารถเพิ่มจำนวนในอาหารแต่ไม่ได้เป็นตัวการสำคัญในการทำให้อาหารเน่าเสีย (Oberlender และคณะ, 1983; Grau และคณะ, 1985)

ประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บอาหารในสภาพปรับบรรยากาศนั้นขึ้นกับปัจจัยหลายประการ โดยทั่วไปความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศควรมีความเข้มข้นอย่างน้อยร้อยละ 70 จึงจะลดอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ 2 เท่า (King และ Nagel, 1967; Gill และ Tan, 1979) นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ในอาหาร อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา อายุของเซลจุลินทรีย์ และค่า Aw ในอาหารนั้นๆด้วย

วรานา (2531) พบว่า สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 60 สามารถชลอการเจริญของจุลินทรีย์ โดยยืดระยะ lag phase ของการเจริญหรือลดอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ในกุ้งแห้งได้ อย่างไรก็ตาม King และ Nagel (1975) พบว่า สภาพปรับบรรยากาศสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในช่วงเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจุลินทรีย์จะปรับตัวในสภาพปรับบรรยากาศและเพิ่มจำนวนขึ้น เพราะว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ (bacteriostatic) มากกว่าเป็นสารทำลายจุลินทรีย์ (bactericidal) (Leeson, 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในปลาเค็มที่เป็นไปได้คือ การปรับสภาพบรรยากาศช่วยลดปริมาณออกซิเจน จึงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย strict aerobe ในขณะเดียวกันก็กระตุ้นการเจริญของแบคทีเรีย facultative anaerobe microaerophile และ strict anaerobe ให้มีจำนวนเพิ่มขึ้น (Bank และคณะ, 1980; Lueck, 1980) ดังนั้นแบคทีเรียที่คาดว่าสามารถรอดชีวิตในปลาเค็มในสภาพปรับบรรยากาศเป็นชนิดที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญน้อย สามารถทนต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงได้ และทนเกลือที่ระดับความเข้มข้นประมาณ 8% แบคทีเรียดังกล่าวบางชนิดมีความสามารถในการย่อยโปรตีน จึงทำให้ปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศเกิดกลิ่นแอมโมเนียและเน่าเสียได้

เมื่อเปรียบเทียบผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณจุลินทรีย์และค่าTBA พบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลโดยตรงกับการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ มากกว่าการป้องกันการเหม็นหืนของไขมัน ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 2 สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 มีปริมาณจุลินทรีย์น้อยที่สุด ในขณะที่สภาพสุญญากาศและสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 มีปริมาณจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกัน ส่วนในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า สภาพสุญญากาศและสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 มีค่า TBA ไม่แตกต่างกัน นั่นคือปราศจากปริมาณออกซิเจนที่จะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของปลาเค็ม แต่ในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 มีค่า TBA สูงกว่า CN 82 และสภาพสุญญากาศ อาจเนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบสภาพบรรยากาศ CN 82 และ CN 55 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะปรับสภาพปลาเค็มให้เป็นกรด ซึ่งไม่เหมาะกับการทำงานของเอนไซม์ไลเปส ที่จะเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสที่ก่อให้เกิดการเหม็นหืนได้เช่นกัน สำหรับสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 และสภาพสุญญากาศ สภาพที่ไม่มีอากาศเลย กับสภาพที่มีปริมาณก๊าซไนโตรเจน 50% ที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ จะเห็นได้ว่าค่า TBA ในสภาพสุญญากาศน่าจะชลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่า ดังนั้นอาจกล่าวโดยรวมว่าสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 และสภาพสุญญากาศ อาจมีผลต่อการชลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เท่ากัน และชลอได้มากกว่าสภาพปรับบรรยากาศ CN 55

6. <u>ผลการประเมินด้วยประสาทสัมผัส</u>

นำปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ ที่เวลาต่างๆ มาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ดังตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวม จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เวลาต่างๆ ในสภาพบรรยากาศต่างๆ กัน

สภาพบรรยากาศ	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวม												
	ระยะเวลา (สัปดาห์)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
สุญญากาศ	5.06	5.06	4.73	4.80	4.47	4.40	4.73	4.40	4.40	4.46	4.07	4.4	4.4
CN 82	5.26	4.93	4.80	4.87	4.67	4.46	4.60	4.47	4.26	4.26	4.33	4.4	4.06
CN 55	5.13	4.93	4.73	4.80	4.20	4.33	4.53	4.26	4.06	4.00	3.93	3.86	3.20
บรรยากาศปกติ	5.00	4.80	4.93	4.73	4.46	4.53	4.26	4.20	4.06	3.93	3.84	3.73	3.53
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

หมายเหตุ NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบในแนวตั้ง

ในการให้คะแนนจะให้คะแนนแบบ hedonic rating score ซึ่งคะแนนสูงสุดเท่ากับ 7 ซึ่งเป็นคะแนนที่ผู้ชิมยอมรับในผลิตภัณฑ์มาก คะแนนรองลงมาเป็นคะแนนที่ผู้ชิมชอบลดลงตามลำดับ ส่วนคะแนนเท่ากับ 4 ถือเป็นคะแนนที่ผู้ชิมยังยอมรับปลาเค็มอยู่ และคะแนนน้อยกว่า 4 จะถือว่าเป็นคะแนนที่ผู้ชิมไม่ยอมรับปลาเค็มที่นำมาทดสอบ

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบปลาเค็มในแต่ละสัปดาห์ ระหว่างสภาพปรับบรรยากาศต่างๆ พบว่า คะแนนด้านการยอมรับรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยคะแนนการยอมรับในสัปดาห์แรกจะอยู่ในช่วงการยอมรับเล็กน้อย และจะลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยสัปดาห์ที่ 12 คะแนนการยอมรับจะอยู่ในช่วงไม่ยอมรับเล็กน้อยถึงความรู้สึกเฉยๆ (คะแนน 3-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดลงของคะแนนสอดคล้องกับค่า TBA ที่เพิ่มขึ้น ผู้บริโภคยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพสุญญากาศและสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 ที่เวลา 12 สัปดาห์ เมื่อค่า TBA เท่ากับ 29.07 และ 32.53 mg malonaldehyde/sample 1 kg ตามลำดับ แต่ไม่ยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 ที่เวลา 10 สัปดาห์ เมื่อค่า TBA เท่ากับ 32.61 mg malonaldehyde/sample 1 kg และไม่ยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติที่เวลา 9 สัปดาห์ เมื่อค่า TBA เท่ากับ 38.76 mg malonaldehyde/sample 1 kg

สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ในสภาพปรับบรรยากาศที่สภาพสุญญากาศ และสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 ที่เวลา 12 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 6.1×10^4 และ 2.81×10^4 colony/g ตามลำดับ ในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 สัปดาห์ที่ 10 มีจุลินทรีย์ 1.58×10^5 colony/g และในสภาพบรรยากาศปกติ ที่สัปดาห์ที่ 9 มีจุลินทรีย์ 2.55×10^5 colony/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. องค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของปลาเค็ม มีความชื้น 40.30% และ ปริมาณคลอไรด์ 8.56%
2. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ย ในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 เท่ากับ 81.82% ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ย ในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 เท่ากับ 49.925%
3. การเปลี่ยนแปลงการเหม็นหืนของไขมัน โดยตรวจวัดค่า TBA พบว่า สภาพบรรยากาศทั้ง 4 มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยสภาพสุญญากาศ, CN 82 มีค่า TBA น้อยกว่า CN 55 และน้อยกว่าสภาพบรรยากาศปกติ ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่า สภาพบรรยากาศที่ชลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุดในการ ทดลองครั้งนี้คือ สภาพสุญญากาศ และสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 โดยทั้งสองสภาพไม่มีความแตก ต่างกัน
4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ โดยวิธี pour plate และใช้ halophile medium พบว่าสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 สามารถชลอการเจริญของจุลินทรีย์มากที่สุด ส่วนสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 และสภาพสุญญากาศมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ไม่แตกต่างกันและทั้ง 3 สภาพปรับบรรยากาศมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งกล่าวได้ว่า สภาพบรรยากาศ CN 82 สามารถชลอการเจริญเติบ โตของจุลินทรีย์มากที่สุด
5. จากการประเมินการยอมรับปลาเค็ม โดยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคยังยอมรับปลา เค็มในสภาพสุญญากาศและสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 เมื่อเก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยที่ค่า TBA เท่ากับ 29.07 และ 32.53 mg malonaldehyde/sample 1 kg ตามลำดับ และปริมาณ เชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 6.1×10^4 และ 2.81×10^4 colony/g ตามลำดับ

   ผู้บริโภคไม่ยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 ที่สัปดาห์ที่ 10 โดยค่า TBA เท่า กับ 32.61 mg malonaldehyde/sample 1 kg และมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 1.58×10^5 colony/g และผู้บริโภคไม่ยอมรับปลาเค็มในสภาพบรรยากาศปกติ ที่สัปดาห์ที่ 9 โดยค่า TBA เท่า กับ 38.76 mg malonaldehyde/sample 1 kg และมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 2.55×10^5 colony/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. สภาพการเก็บรักษาปลาเค็มเก็บในตู้มืด การเหม็นหืนจึงเกิดได้ช้า ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจเก็บปลาเค็มไว้ให้ใกล้เคียงกับสภาพปกติมากที่สุด คือวางในที่อุณหภูมิห้องปกติ
2. จุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อมีเพียง 2 ชนิด ชนิดน่าสนใจคือ colony สีขาว หัวเรียวท้ายเรียว และฝังวุ้น ควรศึกษาว่า คือ จุลินทรีย์ชนิดใด
3. ระยะเวลาในการเก็บผลิตภัณฑ์ควรจะยืดออกไปอีก
4. ควรจะมีการศึกษาปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการเป็นแนวทางในการกำหนดระดับคุณภาพ และอายุการเก็บผลิตภัณฑ์
5. ควรมีการศึกษาคุณสมบัติของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม โดยเฉพาะในเรื่องอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นงลักษณ์ สุทธิวานิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 262 น.

ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2514. ผลิตภัณฑ์ประมงและหลักการถนอม. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 299 น.

วราภา วรพงษ์. 2531. การเก็บรักษากุ้งแห้งภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 129 น.

Aickin, C.C. and R.C. Thomas. 1975. Micro-electrode measurement of the internal pH of crab meat fibres. J. Physiol. 252 : 803-815.

A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis. 13 th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1018 p.

Bank, H., R. Nickelson II and G. Finne. 1980. Shelf-life studies on CO_2 packaged finfish from the gulf of Mexico. J. of Food Sci. 45 : 157-162.

Beatty, S.A., and H. Fourgere. 1957. The Processing of Dried Salted Fish. Bulletin 112. Fisher Research Board of Canada, Ottawa.

Bligh E.G., S.J. Shaw and A.D. Woyewoda. 1988. Effects of Drying and Smoking on Lipids of Fish. pp 41-50. Burt J.R. (ed.). Fish Smoking and Drying. Elsevier Sci. Publ. ltd. Great Britain. 153 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brown, W.D., M. Albright, D.A. Watts, B. Heyers, B. Spruce and R.J. Price. 1980. Modified atmosphere storage of rockfish (Sebastes miniatus) and silver salmon (Oncorhychus kisutch). J. of Food Sci. 45 : 93-96.

Burgess, G.H.O., C.L. Cutting, J.A. Lovern, and J.J. Waterman. 1967. Fish Handing and Processing. Chem. Publ. Co., New York.

Castell, C.H., Maclean, J. and Moore, B. 1965. Rancidity in lean fish muscle IV. Effect of sodium chloride and other salts. S. Fisheries Res. Board Can. 22, pp. 929-44.

Chang, I., and Watts, B.M. 1950. Some effects of salts and moisture on rancidity in fats. Food Research 15, pp. 313-321.

Coyne, F.P. 1932. The effect of carbon dioxide on bacterial growth with special reference to the preservation of fish. Part I. Cited by K.L. Parkin and W.O. Brown. Preservation of seafood with modified atmosphere, p. 455. In R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard and D.R. Ward (eds.). Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

__________. 1933. The effect of carbon dioxide on bacterial growth with special reference to the preservation of fish. Part II. Cited by K.L. Parkin and W.O. Brown. Preservation of seafood with modified atmosphere, p. 455. In R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard and D.R. Ward (eds.). Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fierheller, G.M. 1984. Shelf life of some food products packaged under modified atmosphere. Agr. and Forest. Bull. 7(2) : 46-50.

Gill, C.O. and K.H. Tan. 1979. Effect of carbon dioxide on growth of Pseudomonas fluorescens. Appl. Environ. Microbiol. 38(2) : 237-240.

Grau, F.H., I.J. Eustace and B.A. Bill. 1985. Microbial flora of lamb carcasses stored at 0°c in packs flushed with nitrogen and filled with carbon dioxide. J. of Food Sci. 50 : 482-485, 491.

Gray, J.I. 1978. Measurement of lipid oxidation : a review. J. Am oil Chem. Soc. 55, p. 539-546.

Haffmann, F. 1969. The Stabilisation of Edible Fats and oil. F. Haffmann - La Roche, Co. Ltd. Basle, Switzerland. p. 12.

Hardy, R. 1980. Fish lipids Part II. In : Advances in Fish Science and Technology, J.J. Connell (ed.) Fish News (Books). London. p. 103-111.

Ihekoronye, A.I. and P.O. Ngoddy. 1985. Intregrated Food Science and Technology for the Tropics. London and Bansingstoke. p. 7.

Ingram, M. and A.G. Kitchell. 1967. Salt as a preservative for foods. J. Food Technol. 2 : 1-15.

Inoue, T. 1970. Oxidation of oil contained in dried anchovy during storage. Bull Fac. Educ. Kagawa Univ. 2, p. 61-67.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jay, J.M. 1978. Modern Food Microbiology. 2d ed., D. Van Nostrand Co., New York. 328 p.

Ke, P.J., Ackman, R.G., Linke, B.A. and Nash, D.M. 1972. Differential lipid oxidation in various parts of Forzen mackerel. J. Food Technol. 12, p. 37-47.

Khayat, A. and Schwall, D. 1983. Lipid oxidation in Seafood. Food Technol., 37(7), p. 130-140.

Killefer, D.H. 1930. Carbon dioxide preservation of meat and fish. Cited by K.L. Parkin and W.D. Brown. Preservation of seafood with modified atmosphere, p. 455. In R.E. Martin, G.J. Flick, C. E. Hebard and D.R. Ward (eds.). Chemistry and Biochemistry of Marine Foof Products. AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

King, A.D. and C.W. Nagel. 1967. Growth inhibition of Pseudomonas by carbon dioxide. J. of Food Sci. 32 : 575-579.

———————. 1975. Infuence of carbon dioxide upon the metabolism of Pseudomonas aeruginosa. J. of Food Sci. 40 : 362-366.

Kolbe, H. 1882. Antiseptiche eigneschaften der Kohlensaure. Cited by K.L. Parkin and W.D. Brown. Preservation of seafood with modified atmosphere, p. 454. In R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard and D.R. Ward (eds.). Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Labell, F. 1985. Controlled and modified atmosphere packaging. Food Processing. 46(1) : 152-154.

Lang, K. 1965. Biological Properties of oxidation fish oil. Intern. Sump. in the Technology of fish utilization. p. 223-224.

Langton, J. 1984. Modified atmosphere packaging of meat. Agr. and Forest. Bull. 7(2) : 43-45.

Lannelongue, M., G. Finne, M.O. Hanna, R. Nickelson and G. Vanderzant. 1982. Storage characteristics of brown shrimp (Panaeus aztecus) stored in retail packages containing CO_2 - enriched atmosphere. J. of Food Sci. 47 : 911-913, 923.

Layrisse, M.E. and J.K. Matches. 1984. Microbiology and chemical changes of spotted shrimp (Pandulus platyceros) stored under modified atmosphere. J. of Food Protection 47(6) : 453-457.

Lesson, R. 1987. The use of gaseous mixtures in controlled and modified atmosphere packaging. Food Technol. in New Zealand 22 (6) : 24-26.

Lovern, J.A. 1962. The lipids of fish and changes occurring in them during processing and storage. In : Fish in Nutrition, E. heen and R. kreuzer (eds.), Fishing news (Books), London, pp. 86-111.

Melton, S.L. 1983. Methadology for following lipid oxidation in muscle foods. Food Tech, 37(7), pp. 105-11, 116.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Newton, K.G., J.C.L. Harrison and K.M. Smith. 1977. The effect of the storage in various gaseous atmosphere on the microflora of lamp chops held at -10°c. J. Appl. Bacteriol. 43 : 53-59.

Oberlender, V., M.O. Hanna, R. Miget, C. Vanderzant and G. Finne. 1983. Storage characteristics of fresh swordfish steaks stored in carbon dioxide-enriched controlled (flow-throgh) atmosphere. J. of Food protection 46(5) : 434-440.

Ogrydziak, D.M. and W.D. Brown. 1982. Temperature effects in modified - atmosphere storage of seafood. Food Technol. 36(5) : 86-96.

Parkin, K.L., M.L. Wells and W.D. Brown. 1981. Modified atmosphere storage of rockfish fillets. J. of Food Sci. 47 : 181-184.

————————. 1983. Modified atmosphere storage of dungeness crab (Cancer magister). J. of Food Sci. 48 : 370-378.

Payne, J. I., Schgal, S.N., and Gibbons, N.E., Can. J. Microbiol., 2, 365-373. 1963. M. Recheigl, JR. CRC Handbook Series in Nutrition and Food : section G : volume III. CRC Press, Inc. 1987. United States.

Sears, D.F. and R.M. Eisenberg. 1961. A model representating a physiology role of carbon dioxide at the cell membrane. J. Gen. Physiol. 44 : 869-887.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shewan, J.M. 1950. Improving the quality of white fish by the use of gas storage. Cited by K.L. Parkin and W.D. Brown. Preservation of seafood with modified atmosphere, p. 455. In R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard and D.R. Ward (eds.). Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products. AVI Publ. Co. Inc., Weatport, Connecticut.

Sinnhuber, R.O., Yu, T.C., and Yu, Te Chang. 1958. Characterization of the red pigment formed in the 2 - thiobarbituric acid determination of oxidative rancidity. Food Research 23, pp. 626-634.

Smith, J.P., E.D. Jackson and B. Ooraikul. 1983. Storage study of a gas-packed bakery product. J. of Food Sci. 48 : 1370-1371, 1375.

Stathum, J.A. 1984. Modified atmosphere storage of fisheries products : the state of the art. Food Technol. in Australia 36(5) : 233-239.

Tarladgis, B.G., Pearson, A., and Dugan, L.R., Jr. 1962. The chemistry of the 2- thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. I. Some side reaction. J. Am. Oil Chem. Soc. 39, pp. 34-39.

Tarr, H.L.A. 1954. Microbiology deterioration of fish post-mortem, its detection and control. Cited by K.L. Parkin and W.D. Brown. Preservation of seafood with modified atmosphere, p. 455. In R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard and D.R. Ward (eds.). Chemistry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Biochemistry of Marine Food Products. AVI Publ. Co. Inc., Weatport, Connecticut.

Van Aesdel W.B., B.S. Michale J. Copley and A.I. Morgan, JR. 1973. Food Dehydration 2 nd. volume 2. The Avi. Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

Van Klaveren, F.W. and R. Legendre. 1965. Salted cod. Fish as Food 3 : pp. 133- 163. Academic Press. N.Y.

Van Veen, A.G. 1965. Sea food products in Southeast Asia. Fish as Food 3 : pp. 227-250. Academic Press, N.Y.

Veranth, M.F. and K. Robe. 1979. CO_2 - enriched atmosphere keep-fish fresh more than twice as long. Food Processing 40(4) : 76-79.

Vosker Sensky, N.A. 1965. Salting of herring. Fish as Food 3 : pp. 107-131.

Watts, B.M. Meat Products. H.W. Schuitz ; E.A. Day and R.O. Sinnhuber. 1962. Lipid and their Oxidation. The AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

Wheaton, P.W. and T.B. Lawson. 1985. Salt Fish Spoilage. Processing Aquatic Food Products. John Wiley and sons, Inc. United States of America. p 284-285.

Wolfe, F.H. 1980. Modified atmosphere packaging and storage of perishable foods. Agr. and Forest.. Bull. 70(2) : 40-43.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Woolfe, M.L. 1975. The effect of smoking and during on the lipids of West African herring (Sardinella spp.). J. Food Technol. 10, pp. 515-522.

Zipser, M.W., Dupont, J., and Watts, B.M. 1962. Extraction of lipids from oxidizing mullet. J. Food Sci. : In press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์ Thiobarbituric Acid Value

อุปกรณ์

1. ขวดก้นกลม 250 ml., คอสั้น 24/40
2. reflun condenser 400 mm., ปาก 24/40
3. หลอด centrifuge 50 ml.
4. Spectrophotometer
5. separating funnel (กรวยแยก)

สารเคมี

1. Pyridine hydrochloride solution : pyridine 50 ml. ผสมกับ HCl 6 N 70 ml.

2. Trichloroacetic acid solution (TCA) : Trichloroacetic acid 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml.

3. 2 - Thiobarbituric acid solution (TBA solution) : Thiobarbituric acid (Eastman company) 1 กรัม ละลายใน NaOH 0.1 N 75 ml. อุ่นให้ร้อนเพื่อละลาย TBA ทำให้เย็นและเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรสุดท้าย 100 ml.

4. Citrate buffer solution : Sodium citrate 59 กรัม ละลายในกรด HCl (conc) 50 ml. และเติมน้ำจนมีปริมาตร 400 ml. ถ้าขุ่นควรกรองด้วยกระดาษกรอง

5. Wash solution หรือ acidified pyridine : HCl 0.6 N 50 ml., TCA เข้มข้น 20% 50 ml. และ pyridine hydrochloride 50 ml.

6. Petroleum ether (จุดเดือด 60-80 °c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งปลาที่บดละเอียด 0.22-0.26 กรัม ใส่ขวดก้นกลม

2. เติมน้ำกลั่น 4 ml., pyridine hydrochloride solution 5 ml., TCA solution 10 ml., TBA solution 4 ml., citrate buffer solution 2ml.

3. reflum 30 นาที

4. เติม wash solution 75 ml. และผสมให้เข้ากัน จากนั้น reflum ต่ออีก 10 นาที

5. ทำให้เย็นและเทใส่หลอด centrifuge

6. centrifuge 1800 รอบต่อนาที นาน 5 นาที

7. นำสารละลายส่วนที่ใส 15 ml. ใส่ในกรวยแยกและเติม petroleum ether 10 ml. เขย่า 1/2 นาที

8. centrifuge 1200 รอบต่อนาที 3 นาที สารละลายควรใส

9. นำไปวัด optical density ที่ 535 mu. ด้วยเครื่อง spectrophotometer

<u>การคำนวณ</u>

TBA no. = มิลลิกรัมของ malonaldehyde ในตัวอย่าง 1 กิโลกรัม

$$= \frac{46 \times \text{OD ของตัวอย่าง} \times \text{ปริมาตรตัวทำละลายทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 100}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์**

อุปกรณ์

1. Erlenmeyer flask 250 ml.
2. กรวยแก้ว
3. บิวเรต 50 ml.
4. hot plate

สารเคมี

1. Silver nitrate solution 0.08 N : ชั่ง $AgNO_3$ 14.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลายปริมาตร 1 ลิตร นำไป standardized ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีสารละลาย 0.500 กรัม ในสารละลาย 100 ml.

2. Ammonium Thiocyanate : ชั่ง NH_4SCN 6.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 1 ลิตร นำไป standardized ด้วย silver nitrate ที่ทราบปริมาตรแน่นอน (60 ml.) โดยใช้ ferric indicator 5 ml. หยดในสารละลาย ไตเตรตจนได้สารละลายสีส้มอ่อน (pale rose)

3. Ferric indicator : ละลาย ammonium ferric sulfate 0.2 กรัม ในน้ำกลั่น 50 ml. เติม 6 ml. ของ HNO_3 (1:9) ทำให้สารละลายสุดท้ายเป็น 100 ml. ด้วยน้ำกลั่น

4. Nitric acid : concentrated, reagent grade

วิธีการ

1. บดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า ผสมตัวอย่างให้เข้ากันดีหลังจากบด

2. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 5 กรัม (อาจใช้ตัวอย่าง 10 กรัม สำหรับตัวอย่างที่คิดว่ามีคลอไรด์ต่ำ)

3. เทตัวอย่างลงใน Erlenmeyer flask 250 ml. เติมน้ำกลั่นปริมาตรเล็กน้อยและสารละลาย silver nitrate ที่ทราบปริมาตรแน่นอน เพื่อตกตะกอนคลอไรด์ และเติมสารละลายในปริมาตรที่มากเกินพอเล็กน้อย

4. เติม nitric acid 20 ml. ปิดปากขวดด้วยกรวยแก้ว ซึ่งจะทำหน้าที่คล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ condenser นำไปตั้งบน hot plate อย่างช้าๆ จนส่วนที่เป็นของแข็ง (solid matter) ละลาย ยกเว้น silver chloride (ตั้งนาน 15-30 นาที)

5. วางให้ของผสมเย็น จึงเติมน้ำกลั่น 50 ml. และเติม ferric indicator 5 ml.

6. นำไปไตเตรตกับ thiocyanate solution จนได้สารละลายสีน้ำตาลอ่อน (light brown color)

7. คำนวณปริมาตร (ml.) ของ silver nitrate ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาตรของ thiocyanate ที่ใช้ ลบออกจากปริมาตรทั้งหมดของ $AgNO_3$ ที่เติมลงไป

หมายเหตุ

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน sodium chloride

1. indicator : ชั่ง K_2CrO_4 (Reagent grade) 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรสุดท้าย 100 ml.

2. นำ NaCl อบที่ 110 °c 1 ชม. แล้วทำให้เย็นใน desicator (NaCl เป็น reagent grade) ชั่ง NaCl 0.500 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรสุดท้าย 100 ml.

3. $AgNO_3$ 0.08 N : ชั่ง $AgNO_3$ 14.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจนได้สารละลาน ปริมาตร 1 ลิตร

<u>วิธีการ</u>

ให้ $AgNO_3$ อยู่ในบิวเรต ดูดสารละลาย NaCl 10 ml. ใส่ flask 250 ml. เติม K_2CrO_4 indicator 1 ml. ไตเตรต บันทึกผล จากนั้นดูดน้ำกลั่นมา 10 ml. เติม indicator (ทำ blank)

<u>การคำนวณ</u>

$$N\ AgNO_3 = \frac{ml.\ NaCl \times N\ NaCl}{ml.\ AgNO_3}$$

โดยที่ ml. $AgNO_3$ = ml. $AgNO_3$ ที่ใช้กับ NaCl - ml. $AgNO_3$ ที่ใช้กับ Blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. <u>การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น</u>

<u>วิธีการ</u>

1. อบ aluminium dish ที่อุณหภูมิ 103-105°c 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดปิดฝา แล้วทำให้เย็นใน desicator ก่อนนำไปชั่ง

2. ใส่ตัวอย่าง 5 กรัม ลงบนจานสม่ำเสมอ แล้วนำไปชั่งทันที (เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นของตัวอย่าง ขณะชั่งน้ำหนักควรปิดฝาจานด้วย)

3. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105°c (ขณะอบให้เปิดฝาจานครอบออก) ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

4. ปิดฝาจานก่อนนำมาทำให้เย็นใน desicator แล้วชั่งน้ำหนัก (บางครั้งอาจต้องนำตัวอย่างไปอบต่อจนกระทั่งน้ำหนักคงที่)

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น} = \frac{B - A \times 100}{A}$$

เมื่อ A เป็นน้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม) ก่อนนำไปอบ

B เป็นน้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม) หลังจากอบแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การตรวจนับจุลินทรีย์โดยวิธี pour plate

อุปกรณ์

1. ขวดบรรจุ diluent ปริมาตร 450 ml.
2. หลอดบรรจุ diluent ปริมาตร 9 ml.
3. ปิเปตขนาด 1 ml. อบฆ่าเชื้อแล้ว
4. plate ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว

หมายเหตุ ข้อ 1 และ 2 ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน ที่ความดัน 15 lb/in^2 15 นาที
ข้อ 3 และ 4 ฆ่าเชื้อในตู้อบ (oven) อุณหภูมิ 180 °c 3 ชม.

อาหารเลี้ยงเชื้อ

Halophile Medium

Casamino acid	7.5	กรัม
yeast extract	10	กรัม
trisodium citrate	3	กรัม
KCl	2	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	20	กรัม
$FeSO_4.7H_2O$	0.05	กรัม
$MnSO_4.4H_2O$	0.25	มิลลิกรัม
Agar powder	20	กรัม
NaCl	80*	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ที่มา : CRC Handbook Series in Nutrition and Food; Section G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ	NaCl	80 กรัม
ดัดแปลงจาก	NaCl	250 กรัม

เพื่อปรับปริมาณเกลือให้เหมาะสม เพื่อให้เชื้อสามารถเจริญได้

<u>น้ำยาเจือจาง</u> (diluent)

NaCl	8.5 กรัม
น้ำกลั่น	1 ลิตร

<u>การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

1. ละลายส่วนผสมทั้งหมด ยกเว้น agar powder ในน้ำกลั่นและปรับ pH เป็น 7.4
2. เติม agar powder
3. ละลายบน hot plate (ด้วยความร้อน) คนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันวุ้นไหม้จนอาหารใสแววาว
4. เทอาหารใส่ flask 25o ml. ประมาณ 125-150 ml. ปิดจุกด้วยสำลี หุ้ม foil
5. Altoclave ที่อุณหภูมิ 121 °c หรือความดัน 15 lb/in² 15 นาที

<u>การเตรียมน้ำยาเจือจาง</u>

1. ละลาย NaCl ในน้ำกลั่น ปรับ pH เป็น 7.3
2. ปิเปตสารละลายใส่ขวด 450 ml. 1 ขวด ปิดจุกด้วยสำลี หุ้ม foil
3. ปิเปตสารละลายใส่หลอด 9 ml. (ใช้ระดับความเจือจางละ 1 หลอด) ปิดจุกด้วยสำลี หุ้ม foil
4. Autoclave ที่ความดัน 15 lb/in² 15 นาที

<u>การตรวจวิเคราะห์</u>

1. เจือจางขั้นต้น นิยมทำให้อาหารเจือจาง 1:10 เท่า โดยชั่งตัวอย่าง 50 กรัม ใส่ถุง stomacher in diluent 450 ml ผงไปตีปั่นประมาณ 2 นาที
2. การเจือจางตามลำดับ นิยมทำให้เจือจาง 10 เท่า โดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่างเจือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาง 1:10 จากข้อ 1 ใส่ในหลอดบรรจุ diluent 9 ml. ดูด diluent กลับขึ้นไปใหม่ 2-3 ครั้ง เพื่อล้างปิเปต เขย่าด้วยเครื่องเขย่าไฟฟ้า โดยวิธีเดียวกันนี้ จะได้ตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางตามต้องการ และควรเปลี่ยนปิเปตใหม่ทุกระดับความเข้มข้น

3. ใช้ปิเปตดูดอาหาวแต่ละความเจือจางใส่ plate plateละ 1 ml. (แต่ละระดับควรทำอย่างน้อย 4 จาน และใช้ระดับความเจือจางอย่างน้อย 3 ระดับ) เขย่าจานไปทางขวา 3-4 ครั้ง ทางซ้าย 3-4 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้จนวุ้นแข็ง

เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างอาหารแห้งจนติดจานเพาะเชื้อ ซึ่งจะทำให้ยากต่อการกระจายของเชื้อ ไม่ควรใส่ตัวอย่างทิ้งไว้นานเกิน 10 นาที ก่อนที่จะเทอาหารเลี้ยงเชื้อ และเพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนใน diluent ควรกะระยะเวลาระหว่างการทำให้อาหารเจือจางในครั้งแรก จนถึงการเทอาหารใน plate สุดท้ายไม่เกิน 20 นาที

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 -35 °c เวลา 48-72 ชม. โดยกลับจานเพาะเชื้อ

การรายงานผล

การนับโคโลนีทั้งบนผิวหน้าและที่ฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ เลือกเฉพาะระดับความเจือจางที่มีโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนีต่อplate นับรวมทั้ง 4 plate แล้วหาค่าเฉลี่ย รายงานจำนวนที่นับได้ต่ออาหาร 1 กรัม แล้วคูณค่าเฉลี่ยนั้นด้วยระดับความเจือจางที่ตรวจนับ กรณีที่ระดับความเจือจางสูงสุดมากกว่า 300 โคโลนีต่อ plate ควรรายงานว่า มีจุลินทรีย์ 300 x ระดับความเจือจางสูงสุด ถ้าระดับความเจือจางต่ำสุดมีน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อ plate ควรรายงานว่า มีจุลินทรีย์ 30 x ระดับความเจือจางต่ำสุด โดยบอกจำนวนที่แท้จริงกำกับด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน

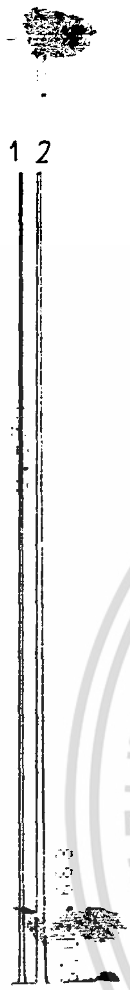
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนที่ใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศ ในการทดลองครั้งนี้ผลิตโดยบริษัท TIG จำกัด วิเคราะห์ปริมาณของก๊าซทั้งสองซึ่งบรรจุในถุง LDPE ลามิเนต กับ nylon ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (gas chromatography) โดยเครื่องโครมาโตกราฟก๊าซ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนฉีดตัวอย่างก๊าซและตู้อบ (injector port และ oven) ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการฉีดตัวอย่างก๊าซที่ 120 °c โดยใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นตัวพาตัวอย่างก๊าซ โดยควบคุมอัตราการไหลของก๊าซฮีเลียม 100 ลบ.ซม.ต่อนาที ภายใน oven ประกอบด้วยคอลัมน์ 2 อัน (stainless steel column) ซึ่งบรรจุซิลิกาเจล (siliga gel) และโมเลกูลลาร์ ซีฟ 50 เอ (molecular sieve 50 A) ตามลำดับ คอลัมน์ทั้งสองจะแยกองค์ประกอบของก๊าซตัวอย่าง โดยควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ทั้งสองที่ 90 °c

2. ส่วนตรวจสอบปริมาณก๊าซ (thermal conductivity detector) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิที่ 120 °c

3. ส่วนบันทึกข้อมูล (recorder) จะเสนอข้อมูลปริมาณก๊าซในรูปกราฟด้วยเครื่องพิมพ์ (printer) ซึ่งต่อกับส่วนที่ 2 เครื่องโครมาโตกราฟก๊าซนี้ วิเคราะห์ได้เฉพาะปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างในภาชนะบรรจุ แล้วแทงเข็มฉีดยาไทท์ (gas tight syringe) ลงในภาชนะบรรจุ ล้างเข็มฉีดยาด้วยก๊าซในถุงพลาสติกนั้น 2-3 ครั้ง ก่อนฉีดตัวอย่างก๊าซพร้อมกับเปิดสวิทช์ของเครื่องโครมาโตกราฟก๊าซ เครื่องมือนี้จะทำการวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลา 8 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Gas analysis

1 = Helium gas

2 = CO_2 gas

condition

Column temp : 90 °c

Injection temp : 120 °c

Detector temp : 120 °c

Flow rate : 100 ml/min.

Carrier gas : Helium

ภาพภาคผนวกที่ 1 กราฟแสดงปริมาณก๊าซที่แยกโดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 1</u> ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพปรับบรรยากาศ ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟฟี่

สภาพปรับบรรยากาศ (CO_2, ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีก๊าซโครมากราฟฟี่ (ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (ร้อยละ)
80	81.92, 81.16, 81.78, 82.53	81.85
50	48.72, 49.54, 50.30, 51.14	49.925

6. <u>การวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

<u>ตารางผนวกที่ 2</u> แสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์

ผู้ชิม เพศ...................... อายุ........................

ผู้ชิมทดสอบแล้วให้คะแนนตามการยอมรับดังนี้

7 คะแนน = ยอมรับมาก
6 คะแนน = ยอมรับปานกลาง
5 คะแนน = ยอมรับเล็กน้อย
4 คะแนน = เฉยๆ
3 คะแนน = ไม่ยอมรับเล็กน้อย
2 คะแนน = ไม่ยอมรับปานกลาง
1 คะแนน = ไม่ยอมรับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางให้คะแนน

ตัวอย่าง	การยอมรับ

ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ทางสถิติ

แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์คุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่เวลา 2 สัปดาห์

ผู้ทดสอบ	สภาพบรรยากาศต่างๆ			
	สุญญากาศ	CN 82	CN 55	บรรยากาศปกติ
1	4	5	5	5
2	5	4	4	5
3	5	6	4	4
4	6	7	4	5
5	3	3	6	6
6	4	4	5	7
7	5	3	4	4
8	7	6	3	3
9	6	5	3	5
10	6	4	6	5
11	3	5	6	6
12	4	5	7	6
13	3	6	5	5
14	5	5	5	4
15	5	4	4	4
Total	71	72	71	71
X	4.73	4.8	4.73	4.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติฐาน ความผันแปรของการยอมรับตัวอย่างในแต่ละสภาพบรรยากาศ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$x = 71 + 72 + 71 + 74$

$= 288$

$x^2 = 4^2 + 5^2 + 5^2 + ... + 4^2 + 4^2 + 4^2$

1456

$\frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{(288)^2}{60} = 1382.4$

total d.f. $= 61 - 1 = 59$

$SS_t = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = 1456 - 1382.4 = 73.6$

$SS_b = \frac{71^2 + 72^2 + 71^2 + 74^2}{15} - 1382.4$

$= 0.4$

$SS_r = SS_t - SS_b = 73.6 - 0.4 = 73.2$

$MS_b = \frac{SS_b}{K-1} = \frac{0.4}{3} = 0.133$

$MS_r = \frac{SS_r}{N-K} = \frac{73.2}{56} = 1.307$

$F = \frac{MS_b}{MS_r} = \frac{0.133}{1.307} = 0.102$

$F0.05 = 2.776$

$F_{cal} < F\ 0.05$

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในแต่ละสภาพบรรยากาศที่เวลา 2 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันในการยอมรับที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 0 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	0.58	3	0.193	0.126^{NS}	2.776
error	85.6	56	1.53		
total	86.18	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 1 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	0.53	3	0.177	0.152^{NS}	2.776
error	65.2	56	1.164		
total	65.73	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 2 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	0.4	3	0.133	0.102[NS]	2.776
error	73.2	56	1.307		
total	73.6	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 3 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	0.13	3	0.043	0.036[NS]	2.776
error	67.47	56	1.2		
total	67.6	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 4 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	1.65	3	0.543	0.39 NS	2.776
error	77.2	56	1.38		
total	78.85	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 5 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	0.33	3	0.11	0.065 NS	2.776
error	94.4	56	1.69		
total	94.73	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 6 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	1.73	3	0.58	0.43 [NS]	2.776
error	75.2	56	1.34		
total	76.93	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 7 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	0.67	3	0.22	0.17 [NS]	2.776
error	72.66	56	1.30		
total	73.33	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 8 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	1.2	3	0.4	0.25 NS	2.776
error	90.4	56	1.61		
total	91.6	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 9 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	2.73	3	0.55	0.338 NS	2.776
error	91.6	56	1.64		
total	94.33	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 10 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	1.92	3	0.64	0.29 NS	2.776
error	122.93	56	2.20		
total	124.85	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 11 สัปดาห์

Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	5.53	3	1.84	0.88 NS	2.776
error	117.87	56	2.1		
total	123.4	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศต่างๆ ที่ 12 สัปดาห์

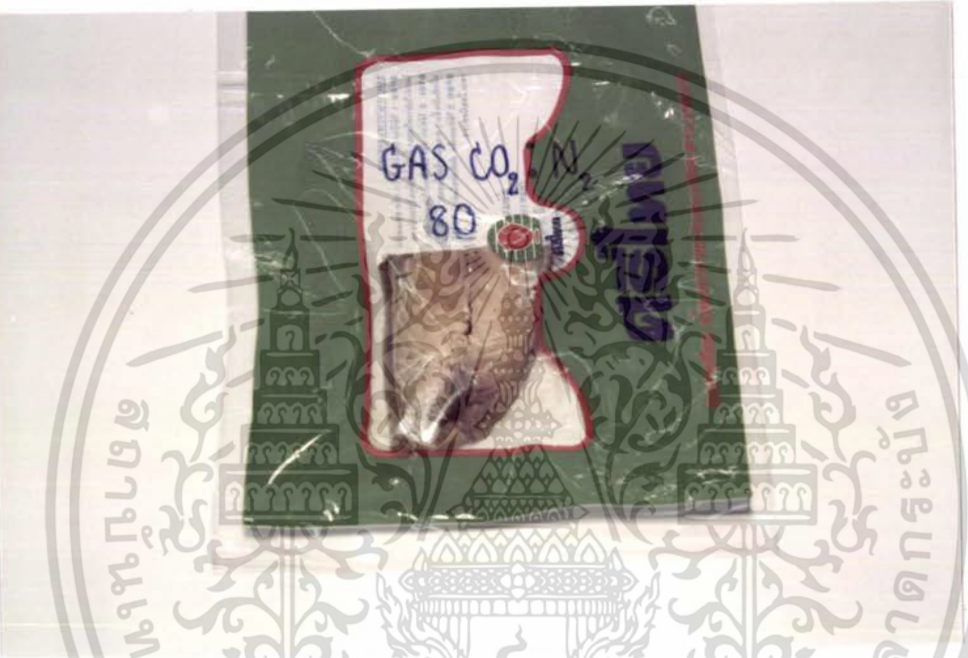
Source of Variation	SS	d.f.	MS	F	F 0.05
betweem treatment	7.53	3	2.51	1.18 NS	2.776
error	119.07	56	2.13		
total	126.6	59			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ภาพภาคผนวกที่ 2</u> แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพสุญญากาศ ในถุง LDPE ลามิเนต กับ nylon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

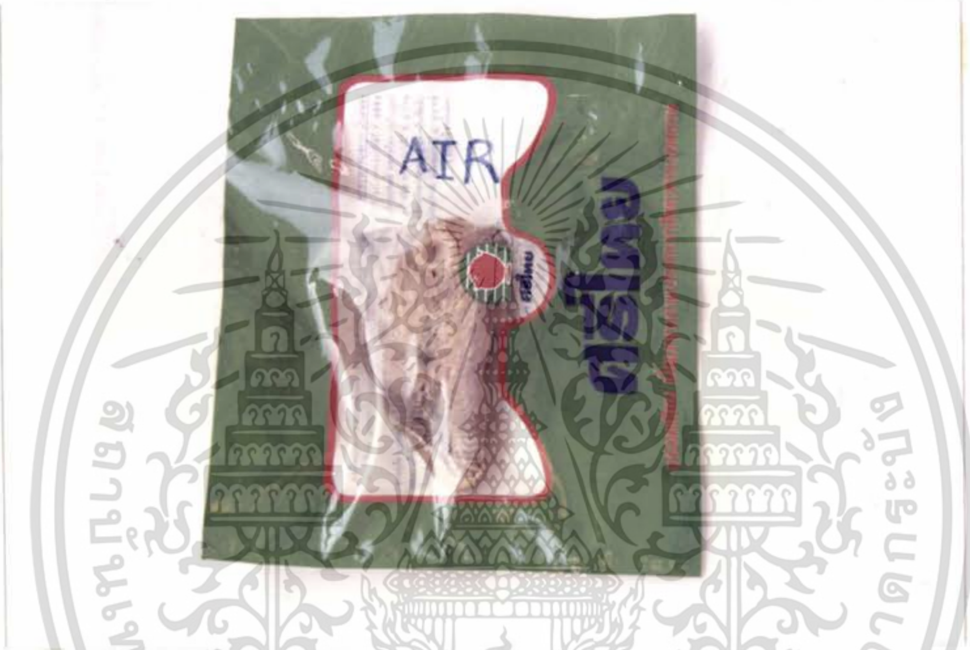


<u>ภาพผนวกที่ 3</u> แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 ในถุง LDPE ลามิเนตกับ nylon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ภาพภาคผนวกที่ 4</u> แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 ในถุง LDPE ลามิเนตกับ nylon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงปลาเค็มที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติ ในถุง LDPE ลามิเนตกับ nylon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้