892

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเก็บรักษาลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

(MODIFIED ATMOSPHERE STORAGE OF FISHBALLS)

โดย นางสาวสมใจ พิทักษ์ศิษย์เจริญ

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

.... 8/เม.ย./34 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

([illegible])

.... 8/เม.ย./34 กรรมการของภาควิชา

([illegible])

.... 8/เม.ย./34 กรรมการของภาควิชา

(น.ส.พอใจ สิ้มพันธ์อุดม)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

....

([illegible])

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 8 เดือน เม.ย. พ.ศ. 34

ฝพ.
ส237ก
2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14092

ปัญหาพิเศษ (45499)

T096972

เรื่อง

การเก็บรักษาลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

(Modified Atmosphere Storage of Fishballs)

โดย

นางสาวสมใจ พิทักษ์ศิษย์เจริญ

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

ปพ.
ส237ก
2533
เลขหมู่
เลขทะเบียน 96972
วัน.เดือน.ปี - 5 JUN 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

การเก็บรักษาลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

(Modified Atmosphere Storage of Fishballs)

การเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 80/20 50/50 และในสภาพสุญญากาศ โดยบรรจุในถุง LLDPE (Linear low density polyethylene) ลามิเนตด้วยไนลอน ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) พบว่ามีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 22 14 และ 18 วัน โดยตรวจพบปริมาณ facultative anaerobic bacteria เท่ากับ $5.3 * 10^5$, $5.2 * 10^5$ และ $8 * 10^5$ โคโลนีต่อกรัมตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบร่วมกับการประเมินผลคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าสภาพปรับบรรยากาศที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บของลูกชิ้นปลา คือ สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 80/20 สำหรับตัวอย่างที่เก็บภายใต้บรรยากาศปกติมีอายุการเก็บรักษา 7 วัน โดยตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $4 * 10^7$ โคโลนีต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จผลได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ระติพร หาเรือนกิจ ซึ่งให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาพิเศษให้ถูกต้องสมบูรณ์และขอขอบพระคุณ อาจารย์วราวุฒิ ครูส่ง ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องในด้านจุลชีววิทยา

ขอขอบคุณ บริษัท ลักษณ์โก้ อาหารไทย จำกัด ที่อนุเคราะห์วัตถุดิบ (ซูริมิ)

ขอขอบคุณ บริษัท ศรีไทย ที่อนุเคราะห์ถุง LLDPE เคลือบไนลอน

ท้ายที่สุด ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับความช่วยเหลือและน้ำใจของทุกท่านจนทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

หน้า

สารบาญตาราง	1
สารบาญภาพ	2
สารบาญตารางภาคผนวก	3
สารบาญภาพภาคผนวก	6
คำนำ	7
การตรวจเอกสาร	10
อุปกรณ์และวิธีการ	36
ผลและวิจารณ์	43
สรุปผลการทดลอง	63
ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. อายุการเก็บรักษาของปลาชนิดต่างๆ ในสภาพปรับบรรยากาศ 13
2. อายุการเก็บรักษาของเนื้อสัตว์ในสภาพปกติและสภาพสูญญากาศ 15
3. สูตรสำหรับผลิตลูกชิ้นปลา 39
4. คะแนนเฉลี่ยการทดสอบลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ 43
5. คะแนนเฉลี่ยการทดสอบลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสูญญากาศ 45
6. คะแนนเฉลี่ยการทดสอบลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 47
7. คะแนนเฉลี่ยการทดสอบลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 49
8. ลักษณะและอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาเมื่อบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) 51
9. ลักษณะและอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาเมื่อบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) 53
10. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับจำนวนจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. กลไกการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์คามาโบโกะ 31

2. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในลูกชิ้นปลาระหว่างการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) 55

3. จำนวนแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) 56

4. การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของลูกชิ้นปลาระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ | หน้า

1. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพปรับบรรยากาศที่วิเคราะห์โดยวิธีก๊าซโครมาโตรกราฟฟี 76
2. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ 79
3. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ 80
4. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ 81
5. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ 82
6. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ 83
7. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสูญญากาศ 84
8. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสูญญากาศ 85
9. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสูญญากาศ 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ | หน้า

10. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสุญญากาศ 87

11. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสุญญากาศ 88

12. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 89

13. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 90

14. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 91

15. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 92

16. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 93

17. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 94

18. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

19. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 96

20. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 97

21. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพภาคผนวก

ภาพที่ หน้า

1. การเก็บลูกชิ้นปลาในบรรยากาศปกติ 99

2. การเก็บลูกชิ้นปลาในสภาพสูญญากาศ 100

3. การเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 50/50 101

4. การเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 80/20 102

5. ขั้นตอนการบรรจุในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 และ CN 82 103

6. ถังบ่มในสภาพไร้อากาศ 105

7. ตู้บ่มเชื้อ 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

(Modified Atmosphere Storage of Fishballs)

คำนำ

เนื้อปลาบดแช่แข็งหรือซูริมิ (surimi) เป็นวัตถุดิบที่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ไส้กรอก ลูกชิ้น เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแน่นเหนียว แม้ว่าวัตถุดิบที่ใช้จะเป็นปลาราคาถูก เช่น ปลาทรายแดง ปลาตาหวาน ปลาจวด และอื่นๆ ลูกชิ้นจากเนื้อปลาบดเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บสั้น เนื่องจากเนื้อปลาเกิดการเน่าเสียได้ง่าย การเก็บต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำเพื่อชลอการเจริญของจุลินทรีย์ วิธีการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาโดยทั่วไปทำได้โดยการแช่ในน้ำแข็งให้มีอุณหภูมิต่ำถึง 0 องศาเซลเซียสซึ่งสามารถเก็บได้นานประมาณ 7 วัน (จิราวรรณและคณะ,2523) ทำให้ตลาดการจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ยังไม่กว้างขวางมากนักมักจะผลิตและจำหน่ายในบริเวณใกล้เคียงแหล่งผลิตเท่านั้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะปรับปรุงวิธีการบรรจุโดยการเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น

การเก็บรักษาอาหารในสภาพปกติทั่วไป จะมีก๊าซออกซิเจนรวมอยู่ด้วยซึ่งก๊าซออกซิเจนเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาหารมีการเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียเกิดขึ้น คือการออกซิเดชั่นซึ่งมีผลทำให้อาหารมีกลิ่นรสผิดปกติ มีกลิ่นเหม็นหืนหรือสีซีด เป็นต้น นอกจากนี้ออกซิเจนมีส่วนสำคัญยิ่งในการช่วยการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อรา ซึ่งเมื่อจุลินทรีย์ดังกล่าวมีจำนวนเพิ่มขึ้น อาหารก็จะเกิดการเน่าเสียได้ภายในเวลาอันสั้น ดังนั้นจึงมีการนำเทคโนโลยีการใช้ก๊าซมาใช้ในการเก็บรักษาอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น การเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศนั้นได้ทำมานานแล้วเพื่อชลอการสุกของผักและผลไม้และยืดอายุการเก็บรักษาอาหารประเภทเนื้อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงความสดและเก็บไว้ได้นานขึ้นภายใต้การควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศอาจเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยยืดอายุการเก็บและรักษาคุณภาพของลูกชิ้นปลาได้นานขึ้นตลอดจนอำนวยความสะดวกในการวางจำหน่าย ซึ่งการศึกษา พัฒนาเทคโนโลยี การใช้ก๊าซในการปรับสภาพบรรยากาศจะส่งผลให้เทคโนโลยีทางอาหารมีความเจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บของลูกชิ้นปลา

2. เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงด้านจุลินทรีย์ของลูกชิ้นปลาระหว่างการเก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

3. เพื่อประเมินผลการยอมรับลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศโดยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

<u>การเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ</u> (วราภา,2531)

การปรับบรรยากาศ (Modified Atmosphere , MA) หมายถึงการปรับองค์ประกอบของบรรยากาศรอบผลิตภัณฑ์ให้แตกต่างจากองค์ประกอบของบรรยากาศปกติ (air) โดยปรับองค์ประกอบของบรรยากาศเฉพาะตอนเริ่มต้นของการเก็บรักษาเท่านั้น โดยทั่วไปในการปรับบรรยากาศนิยมใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N_2) และออกซิเจน (O_2) เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดร่วมกันเพื่อยับยั้งและชลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ องค์ประกอบของบรรยากาศที่ใช้ในการเก็บรักษาอาหารที่ต้องการเก็บรักษา และควรใช้ภาชนะบรรจุที่มีการซึมผ่านของก๊าซต่ำเพื่อรักษาองค์ประกอบของบรรยากาศนั้นตลอดการเก็บรักษา

การปรับบรรยากาศในอาหารประเภทเนื้อ ปลาและไก่ สามารถชลอการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ เนื่องจากการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ นอกจากนั้นการปรับสภาพบรรยากาศโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังช่วยลดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน แต่มีผลน้อยต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีของรงควัตถุในเนื้อสัตว์เพราะพบว่าไมโอโกลบินเกิดการออกซิเดชั่นเป็นเมทไมโอโกลบินทำให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์มีสีคล้ำได้ สำหรับระบบเอนไซม์นั้นพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบเอนไซม์ในอาหารประเภทนี้ การปรับบรรยากาศนั้นไม่มีประสิทธิภาพต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารได้ทุกชนิด อาหารบางชนิดแม้จะเก็บในสภาพปรับบรรยากาศยังต้องเก็บในอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมอีกด้วย

การปรับสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาปลาและอาหารทะเล พบว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาควรอยู่ในช่วงร้อยละ 40-60 จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาปลาสดในสภาพปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยากาศควรอยู่ในช่วงร้อยละ 40-50 ในสหราชอาณาจักรการเก็บปลาสดในสภาพปรับบรรยากาศเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นส่วนผสมของก๊าซที่ได้รับการแนะนำสำหรับปลาขาว และสัตว์น้ำมีเปลือก คือ อัตราส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์/ก๊าซไนโตรเจน/ก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 40/30/30 สำหรับปลาพวกพันธุ์แซลมอลและปลาที่มีไขมันมากอย่าง เฮริงและแมคเคอเริล (herring and mackerel) และพวกสินค้าปลารมควันส่วนผสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์/ก๊าซไนโตรเจนที่ดีที่สุด คือ 60/40 นอกจากนั้นพบว่าการเก็บ rockfish fillets และ salmon steaks ภายใต้บรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 40 และ 20 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ร้อยละ1 ที่อุณหภูมิ 4.5 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าสภาพปรับบรรยากาศด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 มีประสิทธิภาพต่อการเก็บรักษาอาหารดังกล่าวดีกว่าสภาพปรับบรรยากาศด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 20 ต่อมามีการแนะนำให้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นคือร้อยละ 60-80 ซึ่งคาดว่าจะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นระดับต่ำกว่าการปรับสภาพบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์มีจุดประสงค์เพื่อต้องการรักษาสีของเนื้อปลา ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์จะรวมตัวกับไมโอโกลบินในเนื้อเยื่อปลาเป็นคาร์บอกซีไมโอโกลบินทำให้เนื้อปลามีสีแดงและไมโอโกลบินที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ทนต่อการออกซิเดชั่นได้มากกว่าไมโอโกลบินปกติ ตัวอย่างที่บรรจุภายใต้ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สีดีกว่าตัวอย่างที่บรรจุภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว การเก็บ rockfish fillets ในสภาพคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 80 ร่วมกับอากาศปกติที่อุณหภูมิ 4.4 องศาเซลเซียส และการเก็บปลา finfish ภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความดัน 15 ลูกบาศก์นิ้วต่อปอนด์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และการเก็บปลา crayfish ในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 80 ร่วมกับอากาศปกติที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บปลาสดได้ดีกว่าปลาที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิเดียวกัน สำหรับการเก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศของปลาขาว (white fish) และเนื้อปลาค๊อด (cod fillets) เมื่อตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัสพบว่าคุณภาพจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนเดิมและอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 เมื่อบรรจุตามอัตราส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์/ก๊าซไนโตรเจน/ก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 40/30/30 เทียบกับบรรยากาศปกติ สำหรับปลาแซลมอนที่ขนส่งโดยเรือสินค้าซึ่งใช้ระบบปรับบรรยากาศภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 มีอายุการเก็บเพิ่มถึง 2 เท่า และปลานั้นมีคุณภาพดีเยี่ยม จากรายงานการเก็บรักษาไก่ไว้ในสภาพปรับบรรยากาศ พบว่าเมื่อเก็บไว้ที่บรรยากาศปกติ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไก่จะเน่าเสียภายใน 14 วันและเมื่อเก็บไว้ในบรรยากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 80 ไก่ยังคงมีคุณภาพดีได้นานกว่า 35 วันและได้มีการแนะนำอัตราส่วนของก๊าซที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสัตว์ปีกสดไว้ดังนี้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์/ก๊าซไนโตรเจน/ก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 67/26/7 (ปรียา,2533) อาหารหลายชนิดภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ เช่น เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก อาหารทะเล ไส้กรอก กุ้งแห้ง และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ สามารถยืดอายุการเก็บได้นานขึ้น 2-3 เท่าของการเก็บในบรรยากาศปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อายุการเก็บรักษาของปลาชนิดต่างๆในสภาพปรับบรรยากาศ

Author	Atmosphere	Species	Storage temperature (°C)	Shelf-life (days)	Shelf-life extension (%)
Coyne (1933)	100% CO_2	Cod, whiting, haddock	0	10–12	50–100
Stansby & Griffiths (1935)	25% CO_2	Haddock	0	25	100
Fey (1980)	60% CO_2:21% O_2:19% N_2	Red hake	0–1	>27	-
	60% CO_2:5% O_2:35% N_2	Red hake	0–1	>27	-
	20% CO_2:21% O_2:59% N_2	Red hake	0–1	>27	-
Lee (1982)	20% CO_2:20% O_2:60% N_2	Dover sole	0		100
	60% CO_2:20% O_2:20% N_2	Dover sole	0		200
Stier *et al.* (1981)	100% CO_2	King salmon	4.4	12	100
	100% CO_2	King salmon	22	<2	<100
Barnett *et. al.* (1982)	90% CO_2:10% air	Chum and Coho salmon	0	>21	-
Haard and Lee (1982)	100% CO_2	Salmon	3	>20	>100
Mills & Tiffney (1982)	40% CO_2:30% N_2:30% O_2	Various white fish	0	15	70
			2	8	60
			5	6	50
Cann, Smith & Houston (1983)	40% CO_2:30% N_2:30% O_2	Cod	0	8.5–12.5*	40–80*
Wang & Brown (1983)	80% CO_2: 20% air	Freshwater crayfish	4	>21	>50

** Depending on quality criterion used*

ที่มา : Statham (1984)

สรุปได้ว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 ขึ้นไป น่าจะเหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศควรมากกว่าปริมาณก๊าซออกซิเจนจึงจะมีผลยับยั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอาหาร นอกจากนี้อุณหภูมิและปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหารก็เป็นปัจจัยสำคัญ การเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับไนโตรเจนนั้น ก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซเฉื่อยใช้ในฐานะที่เป็น filler หรือตัวที่ทำให้บรรยากาศภายในภาชนะบรรจุเต็ม Taylor (1985) กล่าวว่าก๊าซไนโตรเจนไม่มีผลต่อสีของเนื้อหรือการเปลี่ยนแปลงใดๆ ก๊าซไนโตรเจนนอกจากจะช่วยกำจัดการเจริญของจุลินทรีย์แล้ว ยังช่วยรักษาภาชนะบรรจุไม่ให้หดรัดรูปผลิตภัณฑ์เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายในส่วนที่เป็นน้ำของเนื้อเยื่ออาหาร ความดันของบรรยากาศภายในถุงจึงลดลงทำให้ความดันบรรยากาศภายนอกถุงซึ่งมากกว่าจะกดถุงนั้นทำให้หดรัดรูปไม่สวยงามและทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุข้างในมีโอกาสทิ่มแทงถุงทำให้เสียสภาพการบรรจุได้ง่ายขึ้น นอกจากนั้นก๊าซไนโตรเจนยังช่วยรักษารสชาติของอาหารให้เหมือนปกติอีกด้วย

การเก็บรักษาอาหารในสภาพสุญญากาศเป็นการเก็บในสภาพปรับบรรยากาศอย่างง่ายวิธีหนึ่ง (Taylor , 1985) การบรรจุในสภาพสุญญากาศ คือ การไล่อากาศหรือก๊าซออกซิเจนออกจากถุงพลาสติกที่ใส่อาหารสด แล้วปิดผนึกให้แน่น ทำให้ไม่มีก๊าซออกซิเจนอยู่ในถุงเลย (สุรชัย , 2530) ผลของการมีก๊าซออกซิเจนอยู่น้อยทำให้สามารถรักษาสีของอาหารไว้ได้ เช่น เนื้อสัตว์จะมีสีแดง การบรรจุในสภาพสุญญากาศสีของไมโอโกลบินจะไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเมื่อเปิดถุงสุญญากาศออกตัวไมโอโกลบินจะทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน ทำให้เนื้อมีสีแดงน่ารับประทาน นอกจากเหตุผลดังกล่าวแล้ว การบรรจุในสภาพสุญญากาศและเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถชลอการเน่าเสียของอาหาร เนื่องจากแบคทีเรียต้องการก๊าซออกซิเจนในการเจริญเติบโต เมื่อไม่มีหรือมีก๊าซออกซิเจนในปริมาณต่ำมากๆ แบคทีเรียจะเจริญเติบโตได้ช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารหลายชนิดสามารถเก็บได้ในสภาพสูญญากาศ เมื่อทดลองเก็บรักษาเนื้อสัตว์ที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 องศาเซลเซียส) พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นดังนี้

ตารางที่ 2 อายุการเก็บรักษาของเนื้อสัตว์ในสภาพปกติและสภาพสูญญากาศ

ชนิดของเนื้อสัตว์	ระยะเวลาการเก็บรักษา	
	ปกติ	บรรจุถุงสูญญากาศ
เนื้อวัว	2-3 วัน	2-3 สัปดาห์
เนื้อหมู	1-2 วัน	10-14 วัน
เนื้อไก่	1-2 วัน	10-14 วัน
กุ้ง, ปลา	2-3 วัน	2-3 สัปดาห์

ที่มา : สุรชัย , 2530

ปัจจุบันมีการแนะนำให้ใช้การบรรจุในสภาพปรับบรรยากาศ เพื่อปรับปรุงจุดบกพร่องของการบรรจุแบบสูญญากาศในเรื่องของความเครียดเชิงกลที่เกิดขึ้นกับอาหารเพื่อปรับปรุงวิธีการเก็บรักษาอาหารให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวใจของการบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศอยู่ที่การเลือกองค์ประกอบของก๊าซผสมให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บรักษาแต่ละชนิด และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือการเลือกใช้วัสดุและภาชนะที่จะใช้บรรจุให้เหมาะสม คุณสมบัติที่สำคัญในการเลือกใช้ภาชนะบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ คือ การซึมผ่านของก๊าซที่ใช้ในการบรรจุ วัสดุที่นิยมใช้ในการทำภาชนะบรรจุคือ ฟิล์มพลาสติก เนื่องจากมีหลายชนิดให้เลือกตามต้องการ การเลือกใช้พลาสติกชนิดใดจำเป็นต้องวิเคราะห์หาค่า อัตราการซึมผ่านของก๊าซเสียก่อน โดยทำการทดลองควบคู่ไปกับการศึกษาคุณภาพของอาหารที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยทั่วๆไปแล้วการบรรจุหีบห่อจะต้องป้องกันการซึมผ่านของแสง (โดยเฉพาะแสงอุลตร้าไวโอเลต) , กลิ่น ,ก๊าซ (โดยเฉพาะก๊าซออกซิเจน) และความชื้นหรือไอน้ำ (ยุพิน , 2532) Statham (1984) รายงานว่า การบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้การปรับบรรยากาศที่มีระดับความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงนั้นจำเป็นต้องใช้ภาชนะบรรจุที่แข็งแรงเพื่อป้องกันการหดรัดรูปผลิตภัณฑ์ ซึ่งคล้ายกับการบรรจุสุญญากาศ วัสดุที่เหมาะสมต่อการบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศควรมีสมบัติการซึมผ่านก๊าซออกซิเจนได้น้อยกว่า 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร / 100 ตารางนิ้ว / วัน ที่สภาพบรรยากาศปกติ วัสดุที่นิยมใช้ ได้แก่ กระดาษเซลโลเฟน (cellophane) โพลีเอสเตอร์ (polyester), โพลีโพรพิลีน (polypropylene) หรือไนลอน (nylon) ภาชนะบรรจุแบบโปร่งใสที่นิยมใช้ในปัจจุบันประกอบด้วยโพลีเอธิลีนอยู่ด้านในสุดประกบด้วยเซลโลเฟน โพลีโพรพิลีน โพลีเอสเตอร์หรือไนลอนอยู่ด้านนอก และอาจเคลือบด้วยโพลีไวนิลลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidene choride, PVDC) อยู่ด้านนอกสุดเนื่องจากมีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของน้ำและก๊าซได้ดีมากและยังป้องกันการสูญเสียกลิ่นรสของอาหารที่บรรจุภายในได้ดี การประกบ (lamination) ฟิล์มเข้าด้วยกันนอกจากจะป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซเพิ่มขึ้นแล้วยังช่วยให้พิมพ์ข้อความลงบนฟิล์มได้ดี และสามารถนำฟิล์มนั้นใช้ร่วมกับเครื่องจักรในระหว่างกระบวนการบรรจุได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาชนะบรรจุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยฟิล์ม 2 ชั้นคือ ชั้นในของฟิล์มเป็นโพลีเอธทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (linear low density polyethylene,LLDPE) ส่วนชั้นนอกประกบด้วยไนลอน (nylon) ซึ่งเป็นส่วนที่เพิ่มความแข็งแรงแก่ฟิล์มพลาสติกชั้นในเนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหนียวและฉีกขาดได้ยาก (ยุพิน , 2532)

การบรรจุอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศนอกจากจะรักษาอาหารและยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น การบรรจุอาหารแบบนี้ยังช่วยลดพลังงานและค่าใช้จ่ายในการลดอุณหภูมิถนอมอาหารนั้น สำหรับ การขนส่งเนื้อสัตว์สดโดยทางอากาศนั้นถ้าขนส่งในสภาพปรับบรรยากาศเพียงแต่ควบคุมภายใต้อุณหภูมิระดับแช่เย็นก็เพียงพอ ไม่ต้องเก็บในสภาพแช่เยือกแข็ง ดังนั้นจึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้อีกด้วย ในอดีตที่ผ่านมาการเก็บอาหารในสภาพปรับบรรยากาศได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อยืดอายุของอาหารที่เน่าเสียง่าย เช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อสดเท่านั้น แต่ในปัจจุบันเทคนิคนี้ได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าจนใช้ได้ดีกับอาหารประเภทต่างๆมากมาย ทั้งผลิตผลสดและแปรรูปโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มว่าจะนำการปรับสภาพบรรยากาศมาใช้ในการเก็บอาหารประเภท pre-processed food และ intermediate processed food ต่อไปในอนาคต แต่อย่างไรก็ดีการเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมระบบการบรรจุตลอดจนต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของภาชนะบรรจุซึ่งสามารถรักษาสภาพบรรยากาศได้ในระหว่างการเก็บรักษาร่วมกับอุณหภูมิของการเก็บรักษาซึ่งจะได้รับประโยชน์อย่างสูงสุดเมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 0 ถึง 5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ราคาและคุณภาพของอาหารนั้นก็เป็นสิ่งสำคัญดูกล่าวคือ อาหารที่มีคุณภาพดี ราคาแพง และสูญเสียได้ง่ายเหมาะสำหรับการเก็บ ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96972

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกายภาพและเคมีของอาหารที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ

สีของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นคุณภาพที่ผู้บริโภคสามารถสังเกตได้และมีผลต่อการยอมรับหรือไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นั้น จากการศึกษาการเก็บรักษา rainbow trout ในสภาพกำจัดออกซิเจนปรากฏว่า สีของเนื้อปลาที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (-20 องศาเซลเซียส) ซีดลง การเปลี่ยนแปลงนี้เนื่องจากผลของเอนไซม์บางชนิดในเนื้อเยื่อปลาที่มีสมบัติคล้ายเอนไซม์ lipoxygenase ซึ่งสามารถเปลี่ยนแอสตาแซนทีนเป็นสารประกอบพวกคาร์บอนิลบางชนิดที่ไม่มีสี กิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวขึ้นกับอุณหภูมิชนิดและธรรมชาติของไขมัน และความสดของปลา

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสดภายใต้สภาพปรับบรรยากาศนั้นต้องคำนึงถึงคุณภาพในเรื่องของสีและปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ ปลามีการเปลี่ยนแปลงสีแตกต่างจากเนื้อสัตว์เนื่องจากปลามีปริมาณไมโอโกลบินน้อยกว่าเนื้อสัตว์จึงสามารถเก็บในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงได้ (Ogrydziak and Brown, 1982) และมีรายงานว่าการเก็บ rock fish fillet ในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 80 มีสีไม่แตกต่างจากตัวอย่างปลาสด ในขณะที่การเก็บในบรรยากาศปกติสีจะเข้มกว่าเดิม (Statham , 1984)

อาหารทะเลที่บรรจุในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่ามี pH ลดลงเนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายได้ในน้ำทำให้เกิดกรดคาร์บอนิค (Banks และคณะ , 1980 ; Lannelongue และคณะ , 1982 ; Statham , 1984) ค่า pH ที่ลดลงขึ้นกับอัตราส่วนของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพปรับบรรยากาศ (Lannelongue และคณะ , 1982) การเก็บรักษาอาหารทะเลภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถชลอการเปลี่ยนแปลงของสารไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile base nitrogen , TVB-N) Banks และคณะ (1980) พบว่า ปลาที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-8 วันในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่า TVB-N ต่ำกว่าปลาที่เก็บที่อุณหภูมิเดียวกันในบรรยากาศปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในอาหารที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ</u> (วราภา , 2531)

จุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้อาหารประเภทเนื้อ ไก่ และปลาสดที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิต่ำเน่าเสียและเสื่อมคุณภาพ ได้แก่ <u>Pseudomonas</u> , <u>Acinetobacter</u> และ <u>Moraxella</u> การเก็บรักษาอาหารภายใต้สภาพปรับบรรยากาศที่อุณหภูมิต่ำเป็นผลทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญในการทำให้อาหารเน่าเสียเหล่านี้ถูกยับยั้ง และขณะเดียวกันจะกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญได้ในสภาพอาหาศน้อย จากการศึกษาการเจริญของแบคทีเรียในอาหารชนิดต่างๆ เช่น ปลาที่เก็บในบรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในปลา ได้แก่ <u>Streptococcus</u> , <u>Proteus</u> , <u>Micrococcus</u> , <u>Bacillus</u> และ <u>Staphylococcus</u> ต่อมามีรายงานว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 25 สามารถยับยั้งการเจริญของ <u>Achromobacter</u> , <u>Flavobacterium</u> , <u>Micrococcus</u> , <u>Bacillus</u> , <u>Pseudomonas</u> ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ได้นาน4วัน ในขณะที่จุลินทรีย์เหล่านี้สามารเจริญได้ตามปกติในบรรยากาศปกติ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นมีรายงานอีกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40-60 เหมาะสำหรับยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียดังกล่าว แม้จะเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และพบว่า คาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงเกินไปทำให้เนื้อเยื่อของปลาเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเกิดเมทไมโอโกลบิน นอกจากนี้ยังทำให้เนื้ออาหารนิ่มอีกด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแต่ละชนิดไม่เท่ากันทั้งนี้ขึ้นกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บอาหารนั้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15-20 เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของ <u>Pseudomonas</u> และ <u>Achromobacter</u> แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของ <u>Proteus</u> จากการทดลองเก็บปลา finfish ได้แก่ ปลาเทร้าและปลาครอกเกอร์ (croaker) ในสภาพก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 ลูกบาศก์นิ้วต่อปอนด์ที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ในปลาพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*

14092

จุลินทรีย์ในปลาเทร้าได้แก่ แบคทีเรียแกรมลบ เช่น Pseudomonas , Alteromonas (Moraxella acinetobacter) และ Flavobacterium นอกจากนี้ยังพบ Coliform และ Micrococcus ในปลาครอกเกอร์อีกด้วย ในระหว่างการเก็บปลาทั้งสองชนิดในสภาพปรับบรรยากาศ แบคทีเรีย Pseudomonas และ Alteromonas มีจำนวนลดลงในขณะเดียวกันจะกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ Lactobacillus เพิ่มขึ้น และเมื่อนำปลาดังกล่าวมาบรรจุใหม่ในสภาพบรรยากาศปกติ ปรากฏว่าชนิดของแบคทีเรียที่พบในปลาเปลี่ยนเป็นแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ Pseudomonas และ Moraxella คล้ายกับแบคทีเรียที่พบเมื่อเริ่มทำการทดลอง ขณะเดียวกันปริมาณแบคทีเรียแกรมบวกลดลง กวรที่ปริมาณแบคทีเรียพวกผลิตกรดแลคติคเพิ่มขึ้นนั้นมีข้อดีคือ ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ทำให้อาหารนั้นเน่าเสีย แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคเจริญได้ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น เนื่องจากบรรยากาศมีปริมาณออกซิเจนน้อยและความเป็นกรดของอาหารเพิ่มขึ้น จึงทำให้อาหารมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวน จุลินทรีย์ในอาหารที่เก็บในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิเดียวกัน จึงทำให้อาหารทะเลที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศเหล่านี้มีอายุการเก็บและคุณภาพดีกว่าอาหารประเภทเดียวกันที่เก็บในสภาพบรรยากาศปกติ

ในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น Salmonella , Staphylococcus aureus , Clostridium perfringens , Yersinia , Campylobacter , Vibrio parahaemolyticus และ Enterobacter (Statham , 1984) แต่สิ่งที่น่าสนใจเมื่อเก็บอาหารไว้ในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจนก็คือ แบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการเจริญเติบโตและมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคด้วย คือ Clostridium botulinum type E ซึ่งสามารถเจริญได้ที่ อุณหภูมิต่ำถึง 3.3 องศาเซลเซียส (Statham , 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ประสิทธิภาพของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นขึ้นกับความเข้มข้นของก๊าซ อุณหภูมิ จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหารและระยะเวลาที่เก็บอาหารในสภาพปรับบรรยากาศนั้น King และ Nagel (1967) รายงานว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการลดอัตราการเจริญของแบคทีเรีย และมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ชอบอากาศ (aerobic bacteria) โดยยืดระยะ lag phase ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมินั้น พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีประสิทธิภาพยับยั้งจุลินทรีย์ได้เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในส่วนที่เป็นน้ำได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิลดลง ซึ่งมีผลทำให้ความเป็นกรดในอาหารเพิ่มขึ้น (Ogrydziak และ Brown , 1982) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหารต่ำ แต่เมื่อจุลินทรีย์เจริญผ่านระยะ lag phase เข้าสู่ช่วง exponential phase แล้วก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งลดลง ดังนั้น ปริมาณจุลินทรีย์ของอาหารก่อนบรรจุจึงมีความสำคัญต่อการบรรจุแบบปรับบรรยากาศมาก อาหารนั้นควรมีจำนวนจุลินทรีย์ต่ำ (Statham , 1984) นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาที่เก็บอาหารในสภาพปรับบรรยากาศส่งผลต่อคุณภาพของอาหารนั้นภายหลังการเก็บรักษา จุลินทรีย์ในอาหารที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังคงถูกยับยั้งการเจริญ แม้ว่าจะนำอาหารนั้นออกจากสภาพปรับบรรยากาศสู่สภาพอากาศปกติ ทั้งนี้คาดว่าเกิดจากผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหลือในอาหารนั้น

กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีดังนี้

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลด pH ทั้งภายในและภายนอกเซลล์ของจุลินทรีย์ทำให้มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ pH ภายในเซลล์ของแบคทีเรียนั้นมีอิทธิพลต่อการเจริญของแบคทีเรียมากกว่า pH ภายนอกเซลล์ โดย pH ภายในเซลล์มีผลต่อปฏิกิริยาสำคัญของเอนไซม์หลายชนิดซึ่งสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จากการศึกษาการเจริญของ Pseudomonas aeruginosa พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยทำให้ pH ภายในเซลล์แบคทีเรียลดลง (King และ Nagel , 1967)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกรดคาร์บอนิค เนื่องจากการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนน้ำของอาหารมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสมบัติละลายในน้ำได้ดี บางส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำจะเกิดการไฮเดรท (hydration) เป็นกรดคาร์บอนิคดังนี้

$$CO_2 + H_2O \xrightleftharpoons{pK_1} H^+ + HCO_3^- \xrightleftharpoons{pK_2} 2H^+ + CO_3^{2-}$$

โดยมี pK ของการแตกตัวเป็น 6.37 และ 10.25 ตามลำดับ ภายใต้สภาวะปกติความเข้มข้นของ CO_3^{2-} จะมีน้อยในขณะที่ HCO_3^- มีปริมาณมากกว่า กรดอ่อนนี้มีสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ในรูปกรดที่ไม่แตกตัวโดยเฉพาะที่ pH เป็นกลาง HCO_3^- มีผลต่อเมมเบรน โดย HCO_3^- จะลดแรงตึงผิวของเมมเบรนและทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ HCO_3^- ทำให้ช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเมมเบรนเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลยอมให้สารพวกอิออนิกซึมผ่านเมมเบรนเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้สูญเสียสารอิออนิกซึ่งสำคัญต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ จึงมีผลยับยั้งการเจริญและการสร้างเมมเบรนของจุลินทรีย์ด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงร้อยละ 0.26 ในสารละลาย ซึ่งทำให้เกิด HCO_3^- หรือ กรดคาร์บอนิคก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบชีวะของเซลล์

3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อความต่างศักย์ของเมมเบรน (membrane potential) ของจุลินทรีย์ ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้เนื้อเยื่อมี pH ภายในลดลง ทำให้สภาวะภายในเซลล์เป็นกรดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของเนื้อเยื่อ คุณสมบัติการซึมผ่านของเมมเบรน ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณ HCO_3^- ในสภาวะนั้น ต่อจากนั้นจะพบว่า pH ภายในจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเพื่อกลับคืนสู่ pH เริ่มต้น ซึ่งค่อนข้างเป็นด่างมากกว่า pH เดิม คือ มีค่าสูงกว่า pH เริ่มต้น จากการศึกษาพบว่า ค่าความต่างศักย์ของเซลล์เมมเบรนขึ้นกับ pH ทั้งภายในและภายนอกเซลล์ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลง pH ภายในเซลล์จะกระตุ้นระบบการขนส่ง H^+/K^+ โดย glycolyzing cell จะช่วยให้ pH ภายในเซลล์ที่ลดลงกลับสู่สภาพเดิม โดยอาศัยพลังงานจากการขนส่งโปรตอนเหล่านี้ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ของเมมเบรน การใช้พลังงานในการเปลี่ยนแปลงนี้ เป็นการใช้พลังงานในทางอ้อมซึ่งปกติเซลล์จะเก็บสะสมไว้ใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม และการเจริญของเซลล์ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงค่าความต่างศักย์ของเซลเมมเบรน จึงสืบเนื่องจากสมบัติการยอมให้ซึมผ่านของเซลล์ ตลอดจนการขนส่งสารอิออนิกระหว่างเซลล์ซึ่งล้วนแต่มีผลต่อเมตาบอลิซึมของเซลล์

4. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีอิทธิพลต่อความสมดุลย์ของเอนไซม์ในกลุ่ม decarboxylase ของจุลินทรีย์ โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำหน้าที่เป็น metabolic regulator ของเซลล์ King และ Nagel (1975) พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์โดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบวนการเมตาบอลิซึมของ <u>Pseudomonas aeruginosa</u> พบว่า ในระหว่างการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดนี้ปฏิกิริยาของเอนไซม์ isocitrate dehydrogenase และ malate dehydrogenase ลดลง ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม decarboxylating enzyme การเปลี่ยนแปลงความสมดุลย์ของเอนไซม์เหล่านี้มีผลต่อการเจริญและกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซูริมิ (surimi) (พิมลพรรณ 2533)

ซูริมิเป็นคำมาจากภาษาญี่ปุ่น หมายถึงเนื้อปลาบดที่ได้รับการแปรรูปโดยการล้างน้ำแล้วนำไปผสมกับเกลือ น้ำตาล และโพลีฟอสเฟต (polyphosphate) ก่อนจะนำไปทำการแช่แข็งเป็นขั้นตอนสุดท้าย

เนื้อปลาบดแช่แข็งหรือซูริมิใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง ญี่ปุ่นเป็นผู้คิดพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตคามาโบโกะ (Kamaboko) ชิกูวะ (Chikuwa) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านของญี่ปุ่นที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายภายในประเทศ ก่อนหน้านี้การผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะผลิตจากเนื้อปลาสด แต่เมื่อญี่ปุ่นประสบปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ คือ ปลา Alaska pollock จึงทำให้ต้องหาวัตถุดิบโดยใช้ปลาชนิดอื่นๆ และมีการพัฒนาการเก็บรักษาวัตถุดิบให้คงสภาพเพื่อใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ต่อไป ดังนั้นการพัฒนาการผลิตเนื้อปลาบดแช่แข็งหรือซูริมิจึงเริ่มขึ้น ในปัจจุบันการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น คามาโบโกะ ชิกูวะ แฮมเปน (hampen) หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์เนื้อปูเทียม ซึ่งได้พัฒนาขึ้นเมื่อไม่นานมานี้จะใช้ซูริมิแทนเนื้อปลาสดเกือบทั้งหมด

ข้อได้เปรียบของการใช้ซูริมิเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด มีดังนี้

1. เป็นวัตถุดิบที่มีอย่างเพียงพอสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์

2. ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องเตรียมเนื้อปลาทุกวัน เป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย เช่น ค่าจ้างแรงงานและเครื่องมือทำให้ผู้ผลิตหันมาสนใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพมากขึ้น

3. การแช่แข็งซูริมิ สามารถทำได้อย่างมีศักยภาพดีกว่าปลาทั้งตัว เช่น ในกรณีของเนื้อที่ในการเก็บและขนส่งเนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ทั้งสิ้น

4. สามารถแยกขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบออกจากขบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้มีผลทำให้ระบบการควบคุมทางด้านสุขาภิบาลดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาที่จะนำมาผลิตซูริมิต้องมีความสามารถในการเกิดเจล (gel) ได้ดี เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสยืดหยุ่น (elastic) ปลาที่นิยมนำมาผลิตซูริมิมากที่สุดคือ Alaska pollock (<u>Therogra chalcogramnia</u>) ซึ่งเป็นปลาที่มีไขมันน้อย ราคาถูกและมีปริมาณมาก สำหรับประเทศไทยสามารถใช้ปลาหน้าดินขนาดเล็กหลายชนิดมาผลิต เช่น ปลาทรายแดง (threddfin bream) ปลาตาหวาน (big eyesnapper) ปลาจวด (jew fish) เป็นต้น หรือแม้แต่ปลาหน้าดินที่มีขนาดเล็กจากเรืออวนลากแต่มีคุณภาพสดก็สามารถนำมาผลิตได้

<u>ขั้นตอนการผลิตซูริมิ</u>

การผลิตซูริมิมีลำดับขั้นตอนดังนี้ คือ

1. รับวัตถุดิบ

ปลาที่ใช้ในการผลิตควรมีความสดสม่ำเสมอจึงควรเก็บในน้ำแข็งระหว่างการขนส่งไปยังโรงงาน เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีน ไม่ควรใช้วิธีการ แช่แข็งเพราะจะทำให้เนื้อปลาบดไม่มีความเหนียว ปลาที่เก็บในน้ำแข็งเกิน 24-48 ชั่วโมง ไม่สามารถนำมาผลิตซูริมิที่มีคุณภาพได้

2. การตัดแต่ง

ควรตัดแต่งอย่างเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังจากเนื้อปลาผ่านระยะเกร็งตัวไปแล้ว

3. การล้างทำความสะอาด

การใช้น้ำผสมน้ำแข็งล้างปลาเป็นวิธีการที่ช่วยให้เนื้อปลาบดมีคุณภาพดี เพื่อขจัดสิ่งปนเปื้อน เช่น เกล็ด และ เลือด

4. การแยกเนื้อปลา

ใช้เครื่องแยกเนื้อปลา เครื่องที่นิยมใช้มี 2 ระบบ คือ ระบบ Auger และระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพานและลูกกลิ้ง (drum type) ปลาที่ตัดหัวและควักไส้แล้วเมื่อผ่านเครื่องแยกจะได้เนื้อปลาประมาณ 40-70 % ของน้ำหนักเนื้อปลา ตั้งต้นซึ่งขึ้นกับชนิดของปลา ขนาด และชนิดของเครื่องด้วย

5. การล้างเนื้อปลาบด

การล้างจะล้างด้วยน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 0.2 % 1 ครั้ง และ 0.3 % อีก 1 ครั้ง โดยใช้อัตราส่วนของ เนื้อปลา : น้ำเกลือเย็น 1 : 4 วัตถุประสงค์ในการล้างเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่ผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการนวดและเป็นการกำจัดไขมัน หนัง เลือด เอนไซม์ และสิ่งเจือปนอื่นๆ สามารถช่วยกำจัดกลิ่นที่ไม่ดี หากปลาที่นำมาผลิตไม่สดนัก ข้อเสียของการล้าง คือ จะสูญเสียน้ำหนักเนื้อปลาไปถึง 30 - 50 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือและวิธีการล้าง

6. การกำจัดน้ำออก

กำจัดน้ำออกจากเนื้อปลาให้เหลือความชื้นประมาณ 80 -85 % อาจใช้เครื่องบีบระบบสกรู (screw press) หรือใส่เนื้อปลาในถุงไนลอนแล้วบีบน้ำออกโดยใช้เครื่องบีบน้ำระบบไฮโดรลิค หรือใช้เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) 1,800 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที

7. การแยกเกล็ดและกระดูก

นำเนื้อปลาที่ได้ผ่านเข้าเครื่องแยกเกล็ดและกระดูก (strainer) เพื่อกำจัดเกล็ดหนัง และก้างปลาที่ติดค้างอยู่ออกไป โดยต้องรักษาอุณหภูมิให้ต่ำอยู่ตลอดเวลา

8. การนวดผสม

นำเนื้อปลาไปนวดผสมกับสารcryoprotectants ได้แก่ น้ำตาลซูโครส ซอร์บิทอล (sorbitol) โพลีฟอสเฟต (polyphosphate) และ เกลือ โดยปริมาณสารต่างๆ ที่ใช้อยู่ในช่วงดังนี้ คือ น้ำตาล 4 - 5 % เกลือ 0 - 3 % ซอร์บิทอล 4 - 5 % และ โพลีฟอสเฟต 0.03 % การที่ต้องใช้ซอร์บิทอลผสมกับน้ำตาลเพราะการใช้น้ำตาลถึง 8 % จะทำให้เนื้อปลาบดมีรสหวานเกินไป อุณหภูมิระหว่างการนวดไม่ควรเกิน 10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การบรรจุและแช่แข็ง

อัดเนื้อปลาที่นวดแล้วในถุงโพลิโพไพลีน (polypropylene) ขนาดบรรจุ 10 กิโลกรัม แล้วนำไปแช่แข็งโดยใช้อุณหภูมิในการแช่แข็ง -30 องศาเซลเซียส โดยต้องทำให้อุณหภูมิกลางก้อนผลิตภัณฑ์ลดลงถึง -20 องศาเซลเซียส ภายใน 4 - 6 ชั่วโมง

10. เก็บรักษาในห้องเย็น

บรรจุปลาบดที่แช่แข็งเรียบร้อยลงในกล่องกระดาษเคลือบไข ควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเก็บได้นาน 1 - 2 ปี โดยคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง หากอุณหภูมิขึ้นๆ ลงๆ ระหว่างการเก็บรักษา จะทำให้ความสามารถในการสร้างเจลของเนื้อปลาบดลดลง

การผลิตเนื้อปลาบดประกอบด้วยวิธีการหลายขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีความสำคัญเท่าเทียมกันเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี องค์ประกอบของวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือ ความสด ขนาด และฤดูกาล การควบคุมคุณภาพระหว่างการแปรรูป กรรมวิธีการแยกเนื้อปลา เทคนิคการบด วิธีการล้างน้ำ คุณภาพของน้ำ การทำให้แห้ง และการเติมสารพวก cryoprotectants และสิ่งที่สำคัญมากที่สุดของการผลิต คือ การควบคุมคุณภาพเพื่อการเกิดเจล ตลอดจนความชื้นและสีในการเกิดเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกในการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์จากซูริมิ (พิมลพรรณ , 2533)

กลไกในการเกิดเจลของเนื้อปลาเป็นกลไกที่สลับซับซ้อน เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และเคมีฟิสิกส์ของโปรตีนในเนื้อปลา ซึ่งโปรตีนในเนื้อปลาสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของการละลายคือ

1. Sarcoplasmic protein

ประกอบไปด้วยโปรตีนหลายชนิดที่สามารถละลายได้ในน้ำ หรือเรียกว่า myogen ละลายอยู่ในซาร์โคพลาสมา มีอยู่ประมาณ 20 - 30 % ของโปรตีนทั้งหมด โปรตีนจำพวกนี้ประกอบด้วยเอนไซม์ที่ละลายน้ำได้ และสามารถตกตะกอนได้โดยใช้ความร้อน สกัดออกได้ง่ายโดยการใช้น้ำหรือสารละลายเกลือที่มี ionic strength ต่ำๆ ปริมาณของ sarcoplasmic protein ในเนื้อปลาจะแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด พบว่า sarcoplasmic protein ที่เกิดการตกตะกอนด้วยความร้อนจะไปเกาะตาม myofibrillar protein ด้วย สมมุติฐานอันนี้เองที่เชื่อว่า sarcoplasmic protein เป็นตัวขัดขวางการเกิดเจลของเนื้อปลา ดังนั้นขั้นตอนการผลิตซูริมิจำเป็นต้องมีการล้างเนื้อปลาในน้ำเพื่อกำจัดเลือดและกลิ่นคาวปลาออกไปและที่สำคัญคือการกำจัดเอา sarcoplasmic protein ออกไปด้วย

2. Myofibrillar protein

มีลักษณะเป็นเส้น ใช้ในการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ มีอยู่ประมาณ 65 - 72 % ของโปรตีนทั้งหมด เป็นโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของ myofibril ซึ่งประกอบด้วย myosin และ actin เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมีโปรตีน tropomyosin , troponin และ actinin โปรตีนกลุ่มนี้สามารถละลายได้ในสารละลายเกลือที่มี ionic strength 0.45 - 0.60 เป็นโปรตีนที่มีบทบาทสำคัญในการเกิดเจล

Myosin เป็นโปรตีนที่มีโมเลกุลเป็นโซ่ยาวเรียงตัวเป็นร่างแห (net work)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยให้เกิดความเนียวและสามารถอุ้มน้ำได้ดี เปลี่ยนแปลงง่ายและถูกย่อยได้ง่ายด้วย trypsin และ chymotrypsin ซึ่งมี SH-gr ที่เป็นอิสระและว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี ปลาต่างชนิดกันจะมีอัตราการตกตะกอนไม่เท่ากัน ปลาแต่ละชนิดมีปริมาณไมโอซินแตกต่างกัน ปลาที่มีเนื้อสีเข้มมีปริมาณไมโอซินต่ำกว่าปลาที่มีเนื้อสีอ่อน สำหรับปลาหลังจับได้ใหม่ๆ จะมีปริมาณไมโอซินสูงสุดและจะลดลงเป็นลำดับตามระยะเวลาในการเก็บรักษาพร้อมกับมีการเปลี่ยนสภาพของโปรตีนด้วย ยกเว้นปลาฉลาม ที่พบว่าเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสภาพของโปรตีนในกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของเนื้อปลาขึ้นอยู่กับปริมาณไมโอซิน ปลาที่มีไมโอซินมากจะมีความยืดหยุ่นสูงกว่าปลาที่มีไมโอซินต่ำ

Actin มีผู้ศึกษากันน้อยมาก มีบทบาทในการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อเช่นกัน

3. Stroma protein

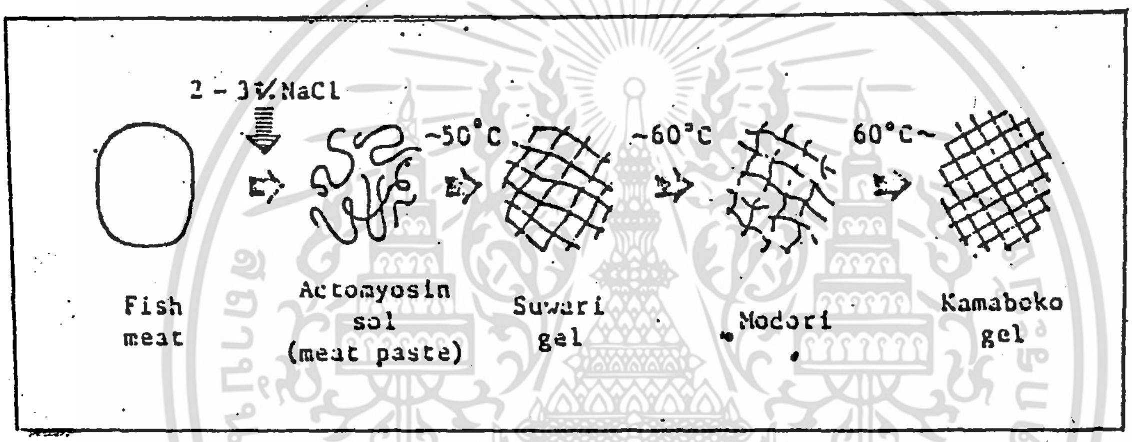
เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissues) ไม่สามารถสกัดได้ด้วยน้ำ กรดและด่างเจือจาง และสารละลายเกลือที่เป็นกลางความเข้มข้น 0.01 - 0.1 M ส่วนประกอบของโปรตีนชนิดนี้ได้แก่ collagen และ elastin มีประมาณ 5 - 8 % ในปลากระดูกแข็ง ส่วนในปลากระดูกอ่อน เช่น ปลากระเบนและปลาฉลามพบว่ามีสูงประมาณ 10 %

การเกิดเจลของเนื้อปลาจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง myofibrillar protein ในกล้ามเนื้อให้เป็น sol ด้วยเกลือ เมื่อเกลือ 2 - 3 % ถูกนวดผสมไปกับเนื้อปลาจะทำให้เนื้อปลาที่นวดมีลักษณะข้นหนืด โปรตีนที่ละลายออกมานี้จะเกิดการ polymerize และก่อตัวเป็นโครงร่างตาข่ายเมื่อให้ความร้อน นอกจากนั้นพบว่าสามารถใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์แทนโซเดียมคลอไรด์โดยไม่เปลี่ยนแปลงระบบการเกิดเจล ความเข้มข้นของเกลือต่ำสุดที่จำเป็นสำหรับการสกัด myofibrillar protein คือประมาณ 2 % (0.4 M) ของน้ำหนักเนื้อปลาที่ pH 7.0 แต่ถ้า pH ต่ำกว่า 7.0 ควรใช้ความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้น สำหรับอุณหภูมิในการสับผสมเนื้อปลาไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรเกิน 10 องศาเซลเซียส และถ้าเกิดการล่าช้าในขบวนการผลิตเนื้อปลาที่ผ่านการสับผสมแล้ว ควรเก็บไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส และต้องให้ความร้อนภายใน 60 นาที

ภาพที่ 1 กลไกการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์คามาโบโกะ



ที่มา : พิมลพรรณ (2533)

เมื่อทำการสกัดเนื้อปลาด้วยเกลือแกง 2 - 3 % myofibrillar protein จะถูกสกัดออกมา ซึ่งองค์ประกอบหลักของ myofibrillar protein ที่ละลายได้ในสารละลายเกลือก็คือ actomyosin และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเกิดเจล ในกรณีที่ใช้ปลาแช่แข็งที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ (denaturation) เนื่องจากความเย็น ความสามารถในการเกิดเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะลดลงเนื่องจาก myofibrillar protein มีความสามารถในการละลายลดลง และในปลาบางชนิดเมื่อความสดลดลงความสามารถในการละลายของโปรตีนจะสูญเสียไป การเกิดเจลจะเป็นไปได้ยาก และเมื่อให้ความร้อนกับเนื้อปลาพบว่าจะเกิดการ setting หรือเริ่มเกิดเจลซึ่งเรียกว่า suwari gel การเกิด suwari gel จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ในการเกิดเจลนี้จะเกิดพันธะไฮโดรเจนและพันธะไฮโดรโฟบิค (hydrogen and hydrophobic bonding) ทำให้เกิดร่างแหของโปรตีนโมเลกุล ซึ่งจะโอบล้อมยึดจับโมเลกุลของน้ำไว้ ดังนั้นสภาพที่เป็น sol จะเปลี่ยนไปเป็นเจล แต่เมื่อเจลผ่านอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โครงสร้างของเจลบางส่วนจะถูกทำลาย ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า madori ระดับของการเกิด madori จะขึ้นอยู่กับชนิดของปลา การตรวจสอบการเกิด madori ทำได้โดยการเปรียบเทียบความแข็งแรงของเจลที่เกิดขึ้น เมื่อนำเนื้อปลาที่สับผสมแล้วไปผ่านกระบวนการการให้ความร้อนในช่วงแรก 50 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วจึงต่อด้วย 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ซึ่งจะพบว่าเจลที่เกิดขึ้นนั้นจะสูญเสียความสามารถในการเกิดเจล เมื่อผ่านการให้ความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส มีสมมุติฐานกล่าวว่าการเกิดปรากฏการณ์ madori นั้นเนื่องมาจากเอนไซม์ protease ทั้งนี้เพราะเอนไซม์ alkali protease ในเนื้อปลาจะมีบทบาทที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แต่มีข้อมูลบางอย่างที่ขัดแย้งกับสมมุติฐานข้างต้นกล่าวคือ เอนไซม์นี้จะถูกยับยั้งโดยเกลือที่มีความเข้มข้นเพียง 0.5 M เท่านั้น

เมื่อเนื้อปลาได้รับความร้อนและผ่านอุณหภูมิช่วง madori แล้วจะได้เจลที่มีลักษณะ non-transparent elastic ซึ่งเรียกกันว่า Kamaboko gel ซึ่งเกิดขึ้นจาก myofibrillar protein พวกที่มีโครงสร้างเป็นแบบเส้นมาจับตัวกันเป็นร่างแห (net work) เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (configuration) ของโปรตีนด้วยความร้อนโดยมีปฏิกิริยาระหว่าง radical group ซึ่งอยู่ด้านนอกของโมเลกุลโปรตีนเกิดขึ้นด้วย ทำให้เกิดเป็นร่างแหที่แข็งแรงกว่า suwari gel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกชิ้นปลาและขั้นตอนการผลิต (พิมลพรรณ , 2533)

การผลิตลูกชิ้นปลาในประเทศไทย วัตถุดิบที่ใช้คือปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เช่น ปลาทรายแดง ปลาตาโต ปลาตาขเงิน ปลาลิ้นหมา และปลาน้ำดอกไม้ เป็นต้น

กรรมวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาในประเทศไทย มีขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นแรกบดเนื้อปลา ในกรณีที่ใช้เนื้อปลาแล่เป็นวัตถุดิบโดยตรงต้องบดเนื้อปลาโดยใช้เครื่องบด 3 - 6 ครั้ง ขณะบดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกิน 10 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนวด ช่วงแรกเริ่มนวดเนื้อปลาเพียงอย่างเดียวก่อน เพื่อให้เซลของเนื้อเยื่อแตกตัวซึ่งจะทำให้สะดวกต่อการที่เกลือจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนแล้วจึงเติมเกลือ 3 % เพื่อสกัดโปรตีนที่ละลายในเกลือ (salt soluble protein , SSP) การควบคุมอุณหภูมิมีความสำคัญต่อความยืดหยุ่นและความเหนียวของเนื้อปลา-บดและหากบดผสมเนื้อปลากับเกลือแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่มีการให้ความร้อนเนื้อปลานั้นจะยืดหยุ่นแต่ไม่เหนียว

ขั้นตอนการเติมเกลือนี้จะเติมเครื่องปรุงต่างๆ ลงไปด้วยการเติมแป้งหรือสตาร์ช (starch) ในปริมาณที่พอเหมาะจะช่วยในด้านความยืดหยุ่นโดยเมื่อนำปลาบดที่นวดแล้วไปให้ความร้อนที่ประมาณ 70 องศาเซลเซียส โมเลกุลของแป้งจะเกิดการพองตัว ซึ่งสันนิษฐานว่าโมเลกุลของแป้งที่พองตัวนั้นไปดันให้โมเลกุลโปรตีนมาชิดกันมากยิ่งขึ้น อาจเติมในสภาพที่เป็นผงหรือเป็นสารแขวนลอย (suspension) ก็ได้ ถ้าใช้แป้งมันฝรั่ง (potato starch) ควรผสมน้ำแล้วเติมจะได้ผลดีกว่าเพราะจะดูดน้ำได้ดี นอกจากใช้แป้งอาจใช้เจลาติน (gelatin) ที่ทำจากหนังหมูหรือใช้กลูเตน (gluten) แทนได้ โดยมากโรงงานผลิตลูกชิ้นในประเทศไทยจะใช้แป้งมัน (tapioca starch) เป็นส่วนผสม

ช่วงเวลานวดเนื้อปลากับเกลือและเครื่องปรุงต่างๆ ใช้เวลานานประมาณ 10 - 20 นาที ขณะนวดเติมน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ เครื่องมือที่ใช้นวดมีลักษณะเป็นถังมีแกน 2 อันอยู่ตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางเพื่อเป็นตัวตีเนื้อปลาขณะนวด หลังจากนวดก็ถึงขั้นตอนการขึ้นรูป (forming) เนื้อปลาที่นวดจนได้ที่แล้วจะนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ โดยใช้เครื่องมือขึ้นรูปหรือใช้มือ แล้วจึงทำให้เกิดเจล (setting) โดยการแช่ลูกชิ้นในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแข็งตัวซึ่งมักใช้เวลาประมาณ 20 - 30 นาที ขึ้นกับชนิดของเนื้อปลาที่ใช้ จากนั้นจึงต้ม (cooking) ในน้ำเดือดประมาณ 5 นาที เมื่อต้มได้ที่ลูกชิ้นจะลอยขึ้นบนผิวน้ำแล้วจึงตักขึ้นและทำให้เย็น (cooling) โดยใช้น้ำเย็น น้ำแข็ง หรือ พัดลมเป่า ในประเทศสิงคโปร์มีการผลิตลูกชิ้นกันมาก กรรมวิธีการผลิตคล้ายคลึงกับประเทศไทยแต่มักใช้เนื้อปลาบดล้างน้ำเกลือเป็นวัตถุดิบ

องค์ประกอบและpH ของลูกชิ้นปลาที่ผลิตจากปลาทรายแดงประกอบด้วยความชื้น 80.40% โปรตีน 16.40 % ไขมัน 0.66 % เกลือ 1.57 % มี pH ประมาณ 6.77 และมีค่า total volatile base nitrogen , TVB-N เริ่มต้นประมาณ 1.27 mg % (จิราวรรณและคณะ , 2523) องค์ประกอบและค่า TVB-N จะแตกต่างกันไปตามชนิดของปลาและความสดเริ่มต้นของวัตถุดิบ

<u>อายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลา</u>

ลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำเพื่อชลอการเจริญของจุลินทรีย์ สภาวะโดยทั่วไปในการเก็บจะใช้การเก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส โดยบรรจุลูกชิ้นในถุงพลาสติกแล้วแช่น้ำแข็ง การทดสอบคุณภาพของลูกชิ้นนอกจากจะใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส ยังสามารถใช้ค่า TVB-N ร่วมด้วยได้ (จิราวรรณและคณะ , 2523) การตรวจปริมาณ TVB-N เป็นการตรวจค่ารวมทั้ง TMA-N,DMA-N และ NH_3 เมื่อสัตว์น้ำเริ่มเสื่อมคุณภาพปริมาณ TVB-N จะสูงขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ในเนื้อเยื่อและเอนไซม์จากแบคทีเรีย

จิราวรรณและคณะ (2523) ได้ทดลองผลิตลูกชิ้นจากปลาทรายแดงแล้วเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ 5 อุณหภูมิ คือ 30 ,4 ,0 ,-9 และ -18 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าการเก็บที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิห้องหรือที่ 30 องศาเซลเซียสไม่เหมาะต่อการเก็บรักษาลูกชิ้น เพราะจะเน่าเสียภายใน 1 วัน ส่วนการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อถึงวันที่ 4 แม้ลักษณะทั่วไปจะยังดีอยู่ ผิวเนียนตึงแต่ความยืดหยุ่นจะลดลง เมื่อถึงวันที่ 6 ผิวจะเริ่มเหนียวเป็นยาง สีคล้ำขึ้น กลิ่นคาวแรง ถ้ายังเก็บไว้ต่อไปจะพบว่าลูกชิ้นจะเกิดเมือกรอบๆ และมีกลิ่นแอมโมเนียอย่างรุนแรง เมื่อทดลองเก็บไว้ในน้ำแข็งเพื่อให้มีอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้ประมาณ 7 วัน โดยคุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ หลังจากวันที่ 7 ไปแล้วคุณภาพของลูกชิ้นจะลดลงเรื่อยๆ และจากการวัดค่า TVB ที่ระยะเวลาต่างๆ ของทั้ง 3 อุณหภูมิการเก็บ พบว่าค่า TVB เพิ่มมากกว่า 7 mg% คุณภาพของลูกชิ้นจะเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

การทดลองเก็บลูกชิ้นไว้ในช่องแช่แข็ง (freezer) ของตู้เย็นเพื่อให้มีอุณหภูมิประมาณ -9 องศาเซลเซียส พบว่าเพียงวันแรกของอายุการเก็บ เนื้อสัมผัสของลูกชิ้นก็เสียไปหมด และมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ (sponge-like texture) เนื่องจากน้ำในลูกชิ้นแข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็งแทรกตัวตามเนื้อลูกชิ้นไม่เหมาะกับการบริโภค

วรุณและวีไลรัตน์ (2532) ได้ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดแช่แข็งในถุง high density polyethylene โดยเก็บที่ 2 อุณหภูมิ คือที่อุณหภูมิตู้เย็น (ประมาณ 4 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิแช่แข็ง (ประมาณ -20 องศาเซลเซียส) พบว่าที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) ผลิตภัณฑ์เริ่มมีคุณภาพที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังเก็บเป็นเวลา 3 วัน ส่วนที่อุณหภูมิแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บได้นานไม่ต่ำกว่า 3 สัปดาห์ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่แตกต่างจากวันแรกของการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เนื้อปลาบดแช่แข็งผลิตจากปลาทรายแดง เกรดAA ส่วนประกอบที่สำคัญ น้ำตาลร้อยละ 5 โพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.2 จากบริษัท ลักษณ์โก้ อาหารไทย จำกัด กรุงเทพมหานคร

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 Trypticase

2.2 Yeast extract powder

2.3 Beef extract powder

2.4 Dextrose

2.5 Peptone

2.6 Agar

2.7 Soluble starch

2.8 Cysteine hydrochloride

2.9 Sodium acetate , anhyd

2.10 Sodium chloride

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สารเคมี

3.1 แอลกอฮอล์ ร้อยละ 70 (alcohol 70%)

3.2 แอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 (alcohol 95%)

3.3 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (0.1 N NaOH)

3.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ / ก๊าซไนโตรเจน = 80 / 20

3.5 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ / ก๊าซไนโตรเจน = 50 / 50

4. เครื่องมือ

4.1 เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ (Multivac A-300)

4.2 เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน (Heat Sealer)

4.3 เครื่องตีปั่นอาหาร (Stomacher BWS-1)

4.4 เครื่องวัด pH (WTW pH 521)

4.5 เครื่องวัดปริมาณก๊าซ (Delsi chromatograph)

4.6 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)

4.7 ตู้บ่มเชื้อ

4.8 เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Mettle PE 3000)

4.9 เครื่องสับบด (Silent cutter)

4.10 เทอร์โมมิเตอร์

4.11 เข็มฉีดก๊าซ (Syring) ปริมาตร 20 ลบ.ซม.

4.12 Magnetic stirrer และ magnetic bar

4.13 water bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ภาชนะบรรจุ

ถุงพลาสติกชนิด LLDPE (Linear low density polyethylene) ลามิเนตด้วยไนลอน (nylon) ขนาดกว้าง 6.5 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว

6. เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การผลิตลูกชิ้นปลา

1.1 สูตรสำหรับการผลิตลูกชิ้นปลา

ตารางที่ 3 สูตรสำหรับการผลิตลูกชิ้นปลา

ส่วนประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนักของเนื้อปลา
เนื้อปลาบด	67.5
เกลือป่น	3.0
แป้งสาลี	5.0
ผงชูรส	0.5
น้ำเย็นผสมน้ำแข็ง	24

1.2 วิธีผลิต

1.2.1 นำเนื้อปลาบดมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้น้ำแข็งละลาย (ใช้เวลาประมาณ 10 - 20 นาที) จากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักให้ได้ตามต้องการ

1.2.2 เนื้อปลาบดที่ได้ในข้อ 1.2.1 นำไปนวดด้วยเครื่องบดสับ (silent cutter) นานประมาณ 5 นาที (ระหว่างการนวดต้องรักษาอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสอยู่เสมอ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 เติมเกลือครึ่งส่วนแล้วนวดต่อไปอีก 5 นาที

1.2.4 เติมเกลือส่วนที่เหลือแล้วนวดต่อไปอีก 5 นาที จากนั้นเติมแป้งสาลี ผงชูรส น้ำเย็นผสมน้ำแข็ง นวดส่วนผสมทั้งหมดต่อไปอีก 10 นาที

1.2.5 นำเนื้อบดที่นวดผสมแล้ว มาขึ้นรูปเป็นลูกชิ้น (โดยใช้มือหรือเครื่องปั้นลูกชิ้นก็ได้) จากนั้นนำไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

1.2.6 นำลูกชิ้นมาต้มในน้ำอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสต่อเป็นเวลา 20 นาที

1.2.7 ทำให้เย็นโดยการแช่ในน้ำเย็นหรือใช้พัดลมเป่า

จากนั้นบรรจุลูกชิ้นปลาที่ผลิตได้ในถุงพลาสติก LLDPE ลามิเนตด้วยไนลอนถุงละ 200 กรัม ดึงอากาศในภาชนะบรรจุออกด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศที่ระดับความเป็นสุญญากาศ -1000 มิลลิบาร์ ปิดผนึกถุง นำถุงที่ปิดผนึกแล้วมาบางส่วนเพื่อบรรจุก๊าซผสมระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนโดยใช้เข็มฉีดก๊าซ (syring) ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของก๊าซทั้งสองชนิดเท่ากับ 80/20 และ 50/50 ตามลำดับ โดยใช้รหัสแทนอัตราส่วนดังกล่าวคือ CN 82 และ CN 55 ตามลำดับ ตรวจสอบอัตราส่วนของก๊าซดังกล่าวโดยวิธีก๊าซโครมาโตรกราฟฟี ส่วนตัวอย่างควบคุมบรรจุในสภาพปกติแล้วปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บลูกชิ้นปลาที่บรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. <u>ศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)</u>

สุ่มตัวอย่างลูกชิ้นปลาที่ปิดผนึกในบรรยากาศปกติและปิดผนึกภายใต้สภาพปรับบรรยากาศระหว่างการเก็บรักษา นำมาประเมินผลคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วจำนวน 8-10 คน การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตรียมตัวอย่างสำหรับการประเมินคุณภาพนั้น โดยนำลูกชิ้นปลาที่สุ่มจากการบรรจุทั้ง 4 แบบ แต่ละแบบประมาณ 50 กรัม ต้มในน้ำเดือดประมาณ 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำใส่จานพลาสติก กำหนดรหัสตัวอย่างและเสนอผู้ชิม โดยใช้รหัสเป็นเลข 3 หลัก ทำการทดสอบระหว่างการเก็บรักษาจนกว่าตัวอย่างจะมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

3. <u>ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาในสภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)</u>

สุ่มตัวอย่างลูกชิ้นปลาจากการบรรจุทั้ง 4 แบบ โดยเทคนิคปลอดเชื้อจำนวนเพียงพอสำหรับวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ facultative anaerobic bacteria ดังวิธีการข้อ 3.1 และ 3.2 โดยทำการวิเคราะห์ระหว่างการเก็บรักษาเพื่อศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาสำหรับการบรรจุทั้ง 4 แบบ

3.1 <u>วิธีวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด</u>

นำตัวอย่างลูกชิ้นปลามาตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธี Standard Plate Count (SPC) (Difco , 1984) ใช้กรรไกรจุ่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ลนไฟตัดตัวอย่างลูกชิ้นปลาออกจากถุงจำนวน 10 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ (stomacher bag) เติม peptone salt dilution fluid (DF) เพื่อเจือจางตัวอย่างลูกชิ้นปลาจำนวน 90 ลบ.ซม. ตีปนอาหารให้ละเอียดโดยใช้เครื่องตีปนอาหาร (stomacher) นาน 5 นาที ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารเจือจางจำนวน 1 ลบ.ซม. ใส่ลงในหลอดทดลองซึ่งบรรจุ DF จำนวน 9 ลบ.ซม. เพื่อเจือจางตัวอย่างอาหาร ทำเช่นนี้จนได้ระดับความเจือจางที่ต้องการ 3 ระดับ ดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่างๆ 1 ลบ.ซม. ใส่ในจานเพาะเชื้อ เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 - 15 ลบ.ซม. หมุนจานเพาะเชื้อดังกล่าวเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 - 15 ลบ.ซม. หมุนจานเพาะเชื้อดังกล่าวเพื่อให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมกับตัวอย่างอาหาร เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง กลับจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 - 5 วัน จากนั้นนับโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 30 - 300 โคโลนี คำนวณปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างลูกชิ้นปลา 1 กรัม

3.2 <u>วิธีวิเคราะห์ปริมาณ facultative anaerobic bacteria</u>

ดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่างๆ จำนวน 1 ลบ.ซม. ใส่ในจานเพาะเชื้อเติมอาหารเลี้ยงเชื้อ Reinforced clostridial medium (RCM) อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 - 15 ลบ.ซม. หมุนจานเพาะเชื้อเพื่อให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมกับตัวอย่างอาหาร ตั้งทิ้งไว้จนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ RCM ทับผิวหน้าอีกชั้นหนึ่งเพื่อทำให้สภาพในจานเพาะเชื้อไม่มีอากาศหลงเหลืออยู่ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปใส่ในถังทรงกระบอก หลังจากนั้นจุดเทียนทิ้งไว้ในถังเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการสันดาป คือ ให้เกิดสภาพที่ไม่มีอากาศมากยิ่งขึ้น (หลังจากจุดเทียนต้องปิดถังให้สนิท) นำถังดังกล่าวบ่มในตู้ทำความเย็นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 - 5 วัน คำนวณหาปริมาณ facultative anaerobic bacteria ในตัวอย่างลูกชิ้นปลา 1 กรัม

4. <u>ศึกษาการเปลี่ยนแปลง pH ของลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติ</u>

สุ่มตัวอย่างลูกชิ้นปลาจากการบรรจุทั้ง 4 แบบ นำตัวอย่างลูกชิ้นปลาที่ได้ไปบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องบดอาหารประมาณ 10 กรัม ใส่ในน้ำกลั่นต้มซึ่งมี pH เป็นกลางจำนวน 90 ลบ.ซม. ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันก่อนนำไปวัด pH ด้วยเครื่องวัด pH (WTW PH 521) ให้อิเลคโตรดอยู่ในตัวอย่างเป็นเวลา 1 นาที ก่อนบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

1. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลา

1.1 ลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ

คุณลักษณะ	ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)			
	0	3	5	7
สี	5.6a	5.3a	5.4a	5.2a
กลิ่น	5.3a	5.1a	4.3b	2.9c
รสชาติ	5.2a	4.8a	3.8b	2.5c
เนื้อสัมผัส	5.5a	4.8b	4.0b	4.5b
การยอมรับ	5.7a	4.7b	4.2b	2.1c

หมายเหตุ ระดับคะแนนที่ใช้ 1 - 3 ไม่เป็นที่ยอมรับ 4 - 5 เป็นที่ยอมรับ 6 - 7 ดีมาก ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน คุณลักษณะด้านสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคุณลักษณะด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลิ่นและรสชาติเริ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บนาน 5 วัน และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในวันที่ 7 และเมื่อพิจารณาด้านการยอมรับพบว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ในวันที่ 7 ของระยะเวลาที่เก็บ

ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาในบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คือ 7 วัน โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบด้านการยอมรับเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสูญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสูญญากาศ

คุณลักษณะ	ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)					
	0	7	12	14	16	18
สี	5.6a	5.2a	5.2a	5.1a	5.0a	5.0a
กลิ่น	5.3a	5.1ab	5.0ab	4.7ab	4.2b	2.9c
รสชาติ	5.2a	4.4ab	4.2ab	4.0b	3.4bc	2.5c
เนื้อสัมผัส	5.5a	4.5a	4.4a	4.2a	4.2a	3.8a
การยอมรับ	5.7a	5.0b	4.8bc	4.6c	4.0d	2.1e

หมายเหตุ ระดับคะแนนที่ใช้ 1 -3 ไม่เป็นที่ยอมรับ 4 - 5 เป็นที่ยอมรับ 6 - 7 ดีมาก ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 5 พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน คุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลิ่นไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในวันที่ 18 เช่นเดียวกับรสชาติ ส่วนด้านการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับ ผู้ทดสอบเริ่มไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ในวันที่ 18 เช่นกัน

ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาในสภาพสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คือ 18 วัน โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบด้านการยอมรับเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน อัตราส่วน 50/50 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55

คุณลักษณะ	ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)			
	0	7	12	14
สี	5.6a	5.2a	5.0a	5.0a
กลิ่น	5.3a	5.0a	4.9a	4.0b
รสชาติ	5.2a	4.8a	4.6a	2.8b
เนื้อสัมผัส	5.5a	4.6a	4.5a	4.2a
การยอมรับ	5.7a	5.0a	4.8a	2.5b

หมายเหตุ ระดับคะแนนที่ใช้ 1 - 3 ไม่เป็นที่ยอมรับ 4 - 5 เป็นที่ยอมรับ 6 - 7 ดีมาก ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 6 พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน คุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ รสชาติเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับในวันที่ 14 และผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้เมื่อเก็บนาน 14 วัน

ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คือ 14 วัน โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบด้านการยอมรับเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน อัตราส่วน 80/20 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบ ลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82

คุณลักษณะ	ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)							
	0	7	12	14	16	18	20	22
สี	5.6a	5.6a	5.4a	5.1a	5.0a	5.0a	5.0a	5.1a
กลิ่น	5.3a	5.3a	5.1a	5.1a	5.0a	4.8a	5.0a	3.5b
รสชาติ	5.2a	5.0ab	4.6ab	4.6ab	4.3ab	4.3ab	4.0b	2.7c
เนื้อสัมผัส	5.5a	4.7a	4.6a	4.5a	4.6a	4.5a	4.4a	4.0a
การยอมรับ	5.7a	5.1ab	5.0ab	4.8b	4.8b	4.6b	3.4c	2.6d

หมายเหตุ ระดับคะแนนที่ใช้ 1 - 3 ไม่เป็นที่ยอมรับ 4 - 5 เป็นที่ยอมรับ 6 - 7 ดีมาก ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน คุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ รสชาติเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับในวันที่ 22 และผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้เมื่อเก็บนาน 22 วัน

ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คือ 22 วัน โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบด้านการยอมรับเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาที่บรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส)

ศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยพิจารณาสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับ ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 8 ลักษณะและอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาเมื่อบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส)

ชนิดของการบรรจุลูกชิ้นปลา	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะปรากฏ
สภาพปกติ (air)	1	รูพรุนเล็กน้อย น้ำเยิ้ม ผิวเริ่มเหนียวเป็นยาง มีกลิ่นเหม็นและกลิ่นคาวแรง ลูกชิ้นเริ่มยุ่ยเละและเกิดเมือกรอบๆ บริเวณผิวด้านนอก
สภาพสุญญากาศ	1	รูพรุนมาก น้ำเยิ้ม มีกลิ่นเหม็นอย่างรุนแรงและมีกลิ่นก๊าซ ลูกชิ้นยุ่ยเละมากเกิดเมือกรอบๆ บริเวณผิวด้านนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของการบรรจุลูกชิ้นปลา	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะปรากฏ
CN 82	1	ผิวด้านนอกเริ่มยุ่ยเละ ลักษณะเหนียวเป็นยาง มีฟองอากาศมากมาย มีกลิ่นก๊าซผสมอย่างรุนแรงและมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวมาก
CN 55	1	ผิวด้านนอกเริ่มยุ่ยเละ ลักษณะเหนียวเป็นยาง มีฟองอากาศเล็กน้อย มีกลิ่นก๊าซผสมปานกลางและมีกลิ่นเปรี้ยว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. <u>ศึกษาอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาที่บรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)</u>

ศึกษาอายุการเก็บรักษาจากการให้ผู้ทดสอบพิจารณาลักษณะสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับ ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 9 ลักษณะและอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาเมื่อบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)

ชนิดของการบรรจุลูกชิ้นปลา	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะปรากฏ
สภาพปกติ (air)	7	ลักษณะภายในเนื้อลูกชิ้นมีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก ผิวด้านนอกเละ มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ไม่มีความยืดหยุ่น ลูกชิ้นมีลักษณะแข็งกระด้าง สีขาวเหลือง
สภาพสุญญากาศ	18	ลักษณะภายในเนื้อลูกชิ้นมีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก มีกลิ่นเหม็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

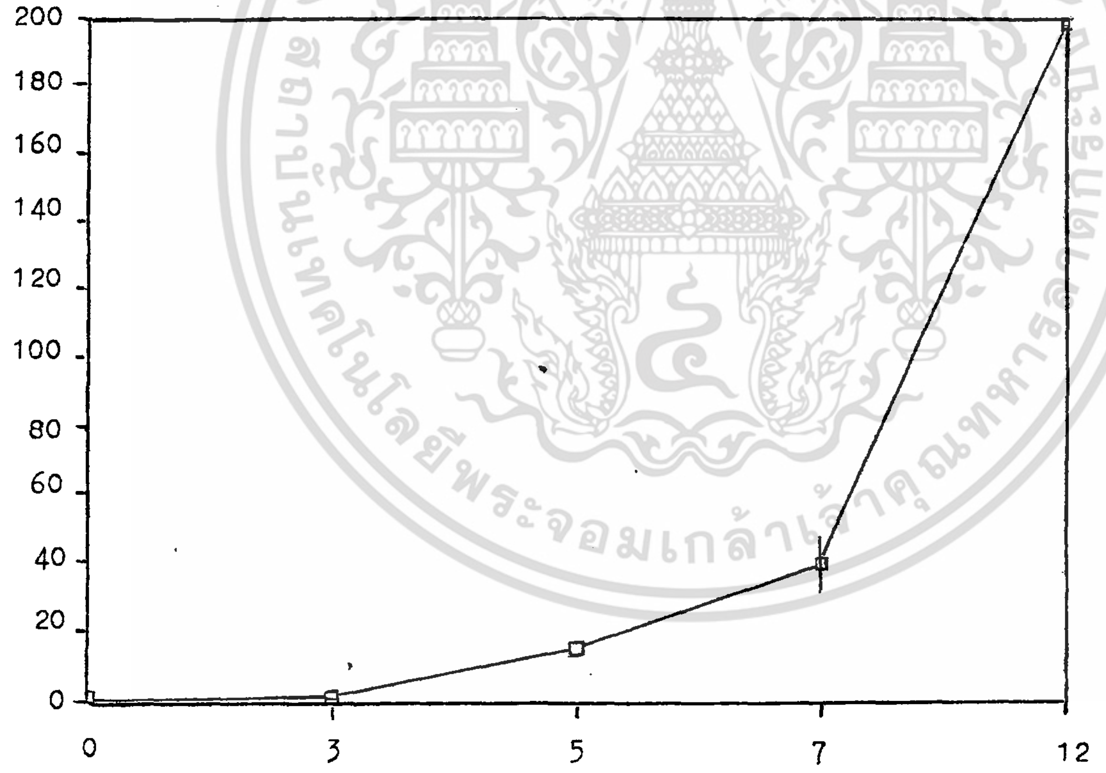
ชนิดของการบรรจุลูกชิ้นปลา	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะปรากฏ
		บูดและมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นคาวไม่แรง ความยืดหยุ่นลดลง เนื้อแน่นและแข็ง ลูกชิ้นมีสีขาวเหลือง
CN 82	22	ลักษณะภายในเนื้อลูกชิ้นมีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก มีกลิ่นก๊าซและกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ความยืดหยุ่นดี เนื้อแน่นและเหนียว ลูกชิ้นมีสีขาวเหลือง
CN 55	14	ลักษณะภายในเนื้อลูกชิ้นมีรูพรุนขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก มีกลิ่นก๊าซและกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ความยืดหยุ่นลดลง เนื้อแน่นและแข็ง ลูกชิ้นมีสีขาวเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. <u>ศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติในลูกชิ้นปลา ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)</u>

ลูกชิ้นปลาที่บรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและในบรรยากาศปกติเพื่อศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ชอบความเย็น (psychrophilic microorganisms) และแบคทีเรียพวก facultative anaerobe ที่เจริญได้ดีในที่ที่มีความเย็นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แสดงผลดังนี้คือ

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (ล้านโคโลนีต่อกรัม)

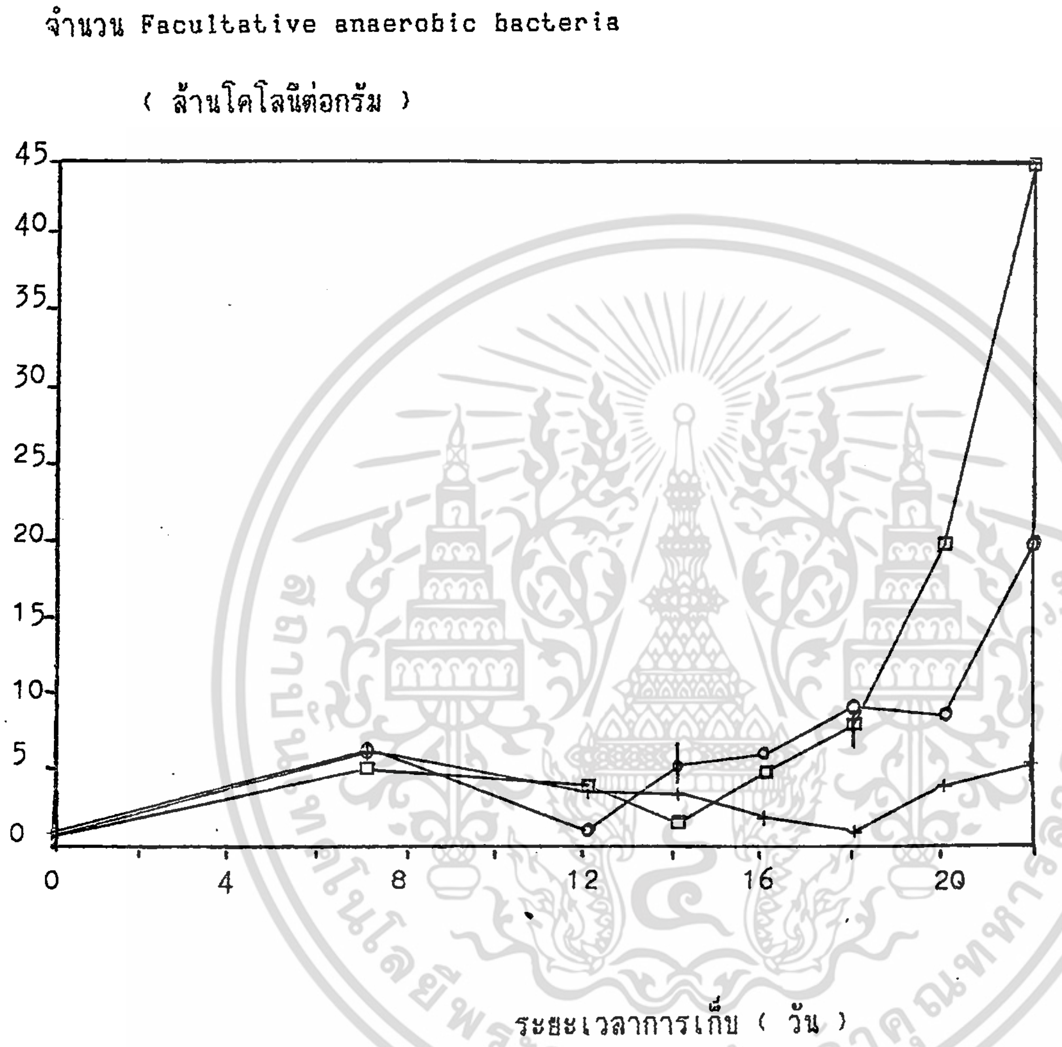


ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)

ภาพที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในลูกชิ้นปลาระหว่างการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)

| = สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 จำนวน Factative anerobic bacteria ระหว่างการเก็บรักษา

ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)

| = สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

□——□ Vacuum o——o CN 55 +——+ CN 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับจำนวนจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)	สภาพบรรยากาศ							
	AIR		VACUUM		CN 82		CN 55	
	*	การยอมรับของผู้ทดสอบ	**	การยอมรับของผู้ทดสอบ	**	การยอมรับของผู้ทดสอบ	**	การยอมรับของผู้ทดสอบ
0	$7*10^5$	ยอมรับ	$6*10^5$	ยอมรับ	$8*10^5$	ยอมรับ	$9*10^5$	ยอมรับ
3	$1*10^6$	ยอมรับ	-	ยอมรับ	-	ยอมรับ	-	ยอมรับ
5	$1.5*10^7$	ยอมรับ	-	ยอมรับ	-	ยอมรับ	-	ยอมรับ
7	$4*10^7$	ไม่ยอมรับ	$50*10^5$	ยอมรับ	$6*10^5$	ยอมรับ	$6.2*10^6$	ยอมรับ
12	$2*10^3$	ไม่ยอมรับ	$4*10^6$	ยอมรับ	$3.5*10^6$	ยอมรับ	$1*10^5$	ยอมรับ
14	-	-	$1.5*10^5$	ยอมรับ	$3.4*10^5$	ยอมรับ	$5.2*10^6$	ไม่ยอมรับ
16	-	-	$4.8*10^6$	ยอมรับ	$1.8*10^5$	ยอมรับ	$6*10^6$	ไม่ยอมรับ
18	-	-	$8*10^5$	ไม่ยอมรับ	$1*10^5$	ยอมรับ	$9*10^5$	ไม่ยอมรับ
20	-	-	$2*10^7$	ไม่ยอมรับ	$4*10^5$	ยอมรับ	$8.5*10^6$	ไม่ยอมรับ
22	-	-	$4.5*10^7$	ไม่ยอมรับ	$5.3*10^5$	ไม่ยอมรับ	$2*10^7$	ไม่ยอมรับ
24	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ * หมายถึง จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)

** หมายถึง จำนวน facultative anaerobic bacteria (โคโลนีต่อกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเก็บรักษาลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 สภาพสุญญากาศ และบรรยากาศปกติ พบว่าผู้ทดสอบยอมรับลักษณะโดยรวมของลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศทั้ง 3 แบบ เป็นระยะเวลานานกว่าลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ ซึ่งพบว่าการเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 สภาพสุญญากาศ และในบรรยากาศปกติ มีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 22 14 18 และ 7 วันตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในลูกชิ้นปลา พบว่าลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $7 * 10^{5}$ โคโลนีต่อกรัม และจำนวนแบคทีเรียพวก facultative anaerobe ของลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 สภาพสุญญากาศเท่ากับ $8 * 10^{5}$, $9 * 10^{5}$ และ $6 * 10^{5}$ โคโลนีต่อกรัมตามลำดับ

ลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในวันที่ 7 ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $4 * 10^{7}$ โคโลนีต่อกรัม จำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจากวันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ในขณะที่แบคทีเรียพวก facultative anaerobe ในลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 และสภาพสุญญากาศมีแนวโน้มจะเพิ่มจำนวนอย่างช้าๆ หลังจากนั้นจะลดจำนวนลงและในที่สุดจำนวนแบคทีเรียพวก facultative anaerobe จะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง และคุณภาพของลูกชิ้นปลาเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ เมื่อจำนวนแบคทีเรียพวก facultative anaerobe เท่า $5.3 * 10^{6}$, $5.2 * 10^{6}$ และ $8 * 10^{6}$ เมื่อเก็บเป็นเวลา 22 14 และ 18 วันตามลำดับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศนั้นช่วยยับยั้งและชลอการเจริญของจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลา จึงเป็นผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 เพิ่มจำนวนช้ากว่าจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ จึงสามารถยืดอายุการเก็บของลูกชิ้นปลาได้ และในสภาพสุญญากาศจำนวนจุลินทรีย์บางชนิดถูกยับยั้งทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก จึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลามีความสัมพันธ์กับคุณภาพของลูกชิ้นปลา กล่าวคือจำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในอาหารจะบ่งบอกถึงคุณภาพของอาหาร อาหารที่มีจำนวนจุลินทรีย์มากนอกจากจะมีคุณภาพไม่ดี ยังมีแนวโน้มเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคด้วย จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหารถ้ามีค่าสูง ประสิทธิภาพในการยับยั้งภายใต้สภาพปรับบรรยากาศจะลดลง การเจริญของจุลินทรีย์ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ เมื่อจุลินทรีย์เจริญพ้นระยะ lag phase เข้าสู่ exponential phase แล้ว ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลง (วราภา , 2531) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่พบว่าลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 นั้น มีจำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นช่วงหลังของระยะเวลาการเก็บ

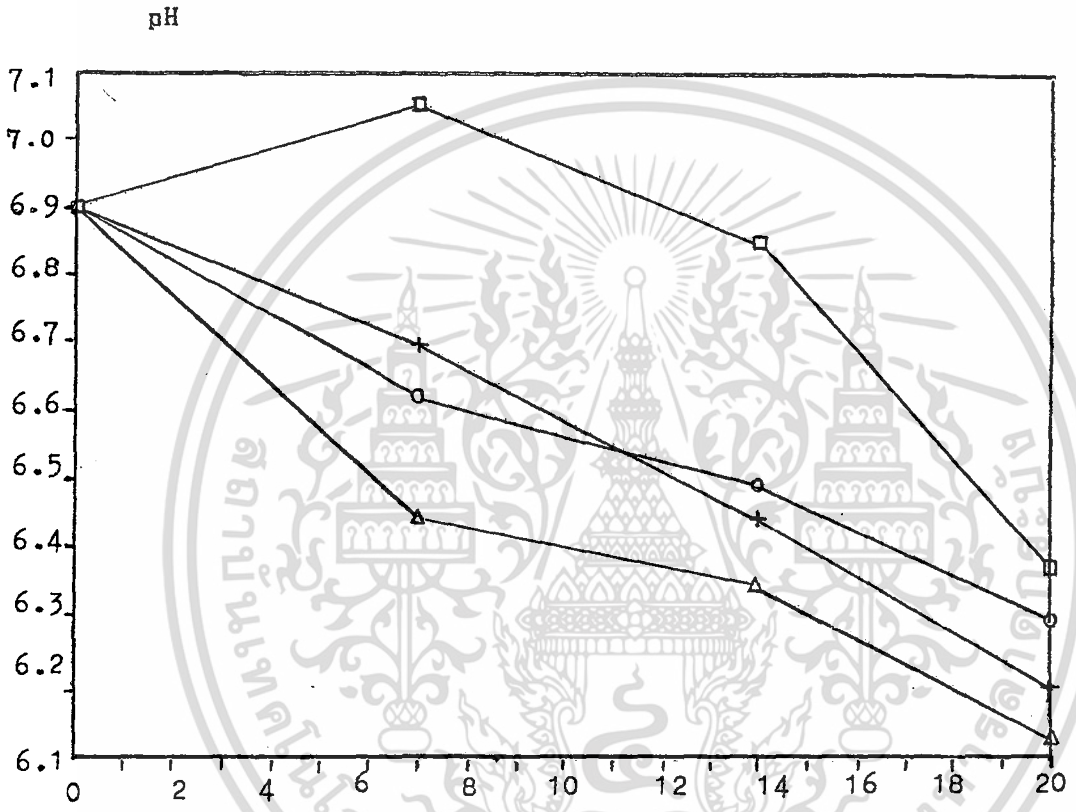
สำหรับการเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 นั้นพบว่า มีอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาได้นานที่สุดคือ 22 วัน โดยที่จำนวนจุลินทรีย์จะค่อยเพิ่มขึ้นในช่วงแรก ต่อมาจะลดลงและจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงหลัง คาดว่าภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติเน่าเสีย จึงเป็นผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ลดลงในช่วงหนึ่ง แต่เมื่อจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ เจริญและเพิ่มจำนวนมากขึ้นในลูกชิ้นปลา ลูกชิ้นปลาจะเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ กลไกการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาที่เป็นไปได้ คือการปรับบรรยากาศช่วยลดปริมาณก๊าซออกซิเจนจึงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย strictly aerobe ในขณะเดียวกันก็กระตุ้นการเจริญของแบคทีเรีย facultative anaerobe , microaerophile และ strictly anaerobe ให้มีจำนวนเพิ่มขึ้น (วราภา , 2531) จากการทดลองคาดว่าลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ แบคทีเรียที่ไม่ต้องการที่พบจะเป็นพวก psychrophile เช่นเดียวกับจุลินทรีย์ที่พบในลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ ดังนั้นแบคทีเรียที่คาดว่าสามารถรอดชีวิตได้ในลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดออกไซด์เป็นชนิดที่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการเจริญน้อย ทนต่อความเป็นกรดและที่สำคัญสามารถทนต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงได้ แบคทีเรียดังกล่าวบางชนิดมีความสามารถในการย่อยโปรตีนจึงทำให้ลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศเกิดกลิ่นเหม็นและเน่าเสียได้ในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของลูกชิ้นปลาที่บรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิตู้เย็น (ประมาณ 4 องศาเซลเซียส)



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของลูกชิ้นปลาระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส)

x ——x Vacuum

o ——o CN 55

Δ ——Δ CN 82

□ ——□ Air

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในลูกชิ้นปลาที่บรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศและบรรยากาศปกติ พบว่า ค่า pH มีแนวโน้มลดลง ผลของการเปลี่ยนแปลง pH ที่มีค่าต่ำลงไม่สามารถบอกได้ถึงการเสื่อมเสียของอาหาร (Wang and Brown, 1983) แต่ค่า pH ที่ต่ำลงมีผลต่อระบบการทำงานของแบคทีเรีย ลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ ในช่วง 7 วันแรกค่า pH เพิ่มขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ในขณะนั้น สามารถสร้างสารประกอบอัลคาไลท์ เช่น แอมโมเนียได้ จึงทำให้ค่า pH สูงขึ้น ในขณะที่การเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ ค่า pH มีแนวโน้มลดลงตลอด อาจเป็นไปได้ว่าแบคทีเรียเหล่านี้ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตและการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถละลายน้ำแล้วได้กรดคาร์บอนิคนั้นก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่า pH ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการปรับสภาพบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 80/20 50/50 (CN 82 CN 55) และในสภาพสุญญากาศ เพื่อยืดอายุการการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาซึ่งบรรจุในถุง LLDPE ลามิเนตด้วยไนลอน พบว่า สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 80/20 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาได้เป็นเวลานานที่สุด โดยพิจารณาการประ เมินผลด้านประสาทสัมผัสร่วมกับการวิเคราะห์ผลทางด้านจุลินทรีย์

การศึกษาผลทางด้านจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 และ สภาพสุญญากาศ ปรากฏว่า ลูกชิ้นปลามีปริมาณ facultative anaerobic bacteria เริ่มต้นเท่ากับ $8 * 10^3$, $9 * 10^3$ และ $6 * 10^5$ โคโลนี/กรัมตามลำดับ และในบรรยากาศปกติมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $7 * 10^5$ โคโลนี/กรัม เมื่อเก็บรักษาลูกชิ้นปลาให้เป็นเวลานาน 22 14 18 และ 7 วัน ตามลำดับ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศมีจำนวนต่ำกว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ แสดงว่าการปรับสภาพบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 50 และในสภาพสุญญากาศสามารถยับยั้งและชลอการเจริญของจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลายังผลให้ลูกชิ้นมีอายุการเก็บยาวนานขึ้น เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลาที่เก็บภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 สภาพสุญญากาศและในบรรยากาศปกติ ในช่วงการเก็บรักษาพบว่า ลูกชิ้นปลาจะเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียเมื่อมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด $5.3 * 10^6$, $5.2 * 10^6$, $8 * 10^5$, $4 * 10^7$ โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ

ภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 CN 55 สภาพสุญญากาศและในบรรยากาศปกติ พบว่าการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ CN 82 มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน สภาพสุญญากาศ 18 วัน CN 55 14 วัน และในบรรยากาศปกติอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 7 วัน จากผลการทดลองคาดว่าภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 50 ไม่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาจึงเป็นผลทำให้อายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาต่ำกว่าในสภาพสุญญากาศ ดังนั้นอัตราส่วนผสมของก๊าซภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาที่เหมาะสมควรจะมีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ควรวางมาตรฐานของการทดสอบลักษณะต่างๆ ที่ต้องการทดสอบได้เพื่อให้ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสสมบูรณ์มากขึ้น ระดับการทดสอบเป็นไปตามความจริงถูกต้องและสม่ำเสมอ ควรมีการฝึกผู้ทดสอบให้มีความชำนาญและคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทดสอบ เพื่อให้ผลการทดลองมีความผิดพลาดน้อยที่สุด

2. เพื่อศึกษาผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในลูกชิ้นปลาจึงควรศึกษาชนิดและการเจริญของจุลินทรีย์ที่สามารถรอดชีวิตในสภาพปรับบรรยากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย (pathogenic microorganisms) ซึ่งก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิราวรรณ แย้มประยูร และคณะ . 2523 . ศึกษาคุณภาพของลูกชิ้นปลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ . รายงานวิชาการและการทดลองประจำปี 2523 . กรมประมง, กรุงเทพฯ 190 น.

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ . 2533 . บทบาทของก๊าซในการเก็บรักษาอาหาร . วารสารอุตสาหกรรมเกษตร . 1(2) : 42-43

พิมลพรรณ อั๋นไพศาล . 2532 . การใช้ไขมันเป็นส่วนประกอบในการทำลูกชิ้นปลา .ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพฯ

________________. 2533 . การปรับปรุงคุณภาพลูกชิ้นปลาแช่แข็ง . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ

ยุพิน ไทยเจริญ . 2532 . การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในบรรยากาศควบคุม . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร . คณะเทคโนโลยีการเกษตร . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง , กรุงเทพ ฯ

วราภา วรพงษ์ . 2531 . การเก็บรักษากุ้งแห้งภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ

สุขใจ ชูจันทร์ . 2533 . ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร . ภาควิชาชีววิทยาศาสตร์ประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์ . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ,กรุงเทพฯ

สุรชัย ทิมแจ่ม . 2530 . การบรรจุสุญญากาศ . เอกสารประกอบการสัมนาเรื่องการบรรจุหีบห่อด้วยฟิลม์พลาสติก . ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย , กรุงเทพฯ

วรุณ กาญจนกู และ วิไลรัตน์ มณีเสถียรรัตนา . 2530 . การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดแช่แข็ง . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Brown ,W,.D.M Albright,D.A.Watts,B.spruceand R.J.price.1980 Modified atmosphere storage of rockfish(*Sebastes miniatus*) and silver salmon (*Oncorhychus Kisutch*).J.of Foos Sci. 45:93-96

Difco manual,1984. Dehydrated cultures media and reagents for microbiology.Tenth edition,Michigan,USA.

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

_____________.1975.Influence of carbon dioxideupon the metabolism of *Pseudomonas aeruginosa*. J.ofFood Sci. 40 :362-366.

Lannelongue characteristics of brown shrimp (*Panaeus aztecus*) stored in retail packages containing CO_2 -eniched atmosphere. J. of Food Sci. 47:911-913,923

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

Parekh,K.G.and M.Solberg.1970. Comparative growth of *Clostridium perfringens* in carbon dioxide and nitrogen atmospheres. J. of Food Sci. 35:156-159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scott,D.N.,G.c. Fietcher and M.G. Hogg.1986.Storage of snapper fillets in modified atmosphere at -1 c. Food technol. In Australia. 38(6)234-238

Smith ,D.G. and B.W. Wailes.1986 .A novel use of gases to extend the storage life of foodstuffs :a note. Food Technol. In Australia 38(5):205 .

Statham <J.a> 1984. Modified atmosphere storage of fisheries product: the state of the art .Food Technol. inAustralia 36(5):233-239.

Taylor,A.A.1985. Packaging fresh meat. Elseviert applied science publisher,Bristol,UK.

Wang,M.Y.and W.D. Brown .1983.Effect of elevated CO_2 atmosphere on storage of freshwater crayfish (*Pacifastacus leniuscus*).J. of Food sci. 48:158-162.

Wel,C.I. ,C.M. Chen.,J.A. Koburger.,W.S.Otwell and M.R. Marshall.1990. Bacterial growth and histamine production on vacuum packaged Tuna .J. of Food Sci.55(1):59-63

Wolfe,S.K.1980.Use of CO- and CO_2 - enriched atmosphere for meat ,fish and produce. Food Technol. 34(3):55-58,63.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

1. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ (Difco , 1984)

<u>Plate count agar</u> (PCA)

tryptone	5	กรัม
yeast extract	2.5	กรัม
dextrose	1	กรัม
agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร
final pH	7.0 ± 1.0	

ละลายส่วนผสมต่างๆ ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้ส่วนผสมทั้งหมดละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

<u>Reinforced clostridial medium</u> (RCM)

yeast extract	3	กรัม
beef extract	10	กรัม
peptone	10	กรัม
soluble starch	1	กรัม
dextrose	5	กรัม
cystein hydrochloride	0.5	กรัม
sodium acetate	3	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sodium chloride	3	กรัม
agar	0.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

final pH 6.8 ± 0.2

ละลายส่วนผสมต่างๆ ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้ส่วนผสมทั้งหมดละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

Peptone salt dilution fluid (DF)

peptone	1	กรัม
sodium chloride	8.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

final pH 7.0 ± 1.0

ผสมสารในน้ำกลั่นให้เข้ากัน เทใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 9 ลบ.ซม. และในขวดสารละลายเจือจางขวดละ 90 ลบ.ซม. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. หลักการเจือจางตัวอย่างอาหาร (สุขใจ , 2533)

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ด้วยวิธีต่างๆ นั้นมีความจำเป็นต้องทำให้ตัวอย่างอาหารเจือจางลงไปจนถึงระดับที่จะตรวจนับด้วยวิธีนั้นๆ ได้ถูกต้องและแม่นยำซึ่งมีข้อกำหนดไว้ในแต่ละวิธี และต้องเขย่าให้ตัวอย่างอาหารกระจายอยู่ในน้ำยาสำหรับเจือจาง (dilulent) อย่างทั่วถึงเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) ขั้นตอนในการปฏิบัติมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 น้ำยาสำหรับเจือจาง (dilulent)

น้ำยาสำหรับเจือจางที่จะใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และชนิดของจุลินทรีย์ที่จะตรวจวิเคราะห์ดังนี้

วัตถุประสงค์การใช้	น้ำยาสำหรับเจือจาง
ตรวจวิเคราะห์ทั่วๆ ไป	1. phosphate buffer
	2. น้ำเกลือปกติ (0.85%)
	3. เปปโตน 0.1% ในน้ำ
	4. เปปโตน 0.1% + tween 80,0.05%
อาหารที่มีไขมันสูง	เปปโตน 0.1% + วุ้น 0.15%
ตรวจวิเคราะห์ osmophile	น้ำยาซูโครส 10%
ตรวจวิเคราะห์ halophile	น้ำเกลือ 3 - 18 %

2.2 วิธีการทำให้ตัวอย่างอาหารเจือจาง

2.2.1 การเจือจางขั้นต้น

การเจือจางขั้นต้นนี้โดยทั่วๆไปนิยมทำให้อาหารเจือจาง 1:10 เท่า เรียกว่า dilution 1:10

2.2.1.1 สำหรับตัวอย่างอาหารที่เป็นของเหลว เขย่าอาหารแรงๆ อย่างน้อย 25 ครั้ง ใช้ไปเปตดูดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดซึ่งมี dilulent 90 มิลลิลิตร โดยเป่าตัวอย่างอาหารในไปเปตลงใน dilulent ให้หมดแล้วดูด dilulent กลับขึ้นมาใหม่ ทำเช่นนี้สองสามครั้ง เพื่อล้างตัวอย่างอาหารที่ติดอยู่ข้างไปเปต เขย่าขวดแรงๆ ประมาณ 25 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 สำหรับตัวอย่างอาหารที่เป็นของแข็ง ชั่งอาหาร 10 กรัม ใส่ในเครื่องตีปั่นไฟฟ้า (stromucher) เท dilulent 90 มิลลิลิตร ลงในเครื่องตีปั่น ตีปั่นอาหารเป็นเวลาประมาณ 5 นาที

2.2.2 การทำให้เจือจางลงตามลำดับ (Serial dilution)

โดยทั่วๆไปนิยมทำให้เจือจางลงลำดับละ 10 เท่า (1 : 10 dilution) ใช้ไปเปตดูดตัวอย่างเจือจาง 1:10 จากข้อ 2.2.1 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด dilulent 9 มิลลิลิตร หรือใช้ตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดบรรจุ dilulent 90 มิลลิลิตร เป่าตัวอย่างอาหารให้หมดแล้วดูด dilulent กลับขึ้นไปใหม่สองสามครั้ง เขย่าหลอดให้ผสมเข้ากันดี ตัวอย่างอาหารในขั้นนี้จะมีความเจือจาง 1:100 (10^{-2}) โดยวิธีเดียวกันนี้จะได้ตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางตามต้องการและควรเปลี่ยนไปเปตใหม่ๆ ทุกๆ ระดับความเจือจาง

3. <u>การตรวจวิเคราะห์จำนวนโดยวิธี pour plate หรือ shake plate</u> (สุขใจ , 2533)

3.1 อุ่นอาหารเลี้ยงเชื้อให้ละลายแล้วทิ้งให้เย็นประมาณ 50 องศาเซลเซียส

3.2 เตรียมตัวอย่างอาหารให้เจือจางตามความต้องการ 3 ระดับความเจือจาง

3.3 ใช้ไปเปตดูดอาหารแต่ละความเจือจางโดยเริ่มจากตัวอย่างที่เจือจางมากที่สุดใส่ในจานเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตร แต่ละระดับความเจือจางทำอย่างน้อย 2 จานและระดับความเจือจางอย่างน้อย 3 ระดับ เรียงจานทั้งสี่ซ้อนกัน ดูดอาหารใส่จานใบล่างสุดก่อนแล้วไล่ขึ้นมาจนถึงใบบนสุด เทอาหารเลี้ยงเชื้อในจานประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร โดยเริ่มจากจานใบล่างสุดเช่นเดียวกัน เขย่าจานที่ซ้อนอยู่ทั้ง 4 ใบพร้อมกันโดยหมุนไปทางขวา 3 - 4 ครั้ง หมุนไปทางซ้าย 3 - 4 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้จนวุ้นแข็ง กรณีวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศให้เทวุ้นทับผิวหน้าอีกชั้นหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างอาหารแห้งติดจานเพาะเชื้อซึ่งจะทำให้ยากต่อการกระจายของเชื้อไม่ควรใส่ตัวอย่างอาหารไว้ในจานเกิน 10 นาที ก่อนที่จะเทอาหารเลี้ยงเชื้อ และเพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ใน dilulent ควรกะระยะเวลาระหว่างการทำให้อาหารเจือจางในครั้งแรกจนถึงการเทอาหารเพาะเชื้อจานสุดท้ายไม่ให้เกิน 20 นาที

3.4 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 4 - 5 วัน โดยกลับจานเพาะเชื้อสำหรับการบ่มเชื้อแบคทีเรียและการตรวจนับจำนวนทั้งหมด

3.5 นับจำนวนโคโลนีทั้งบนผิวหน้าและที่ฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับการนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด นับจำนวนโคโลนีที่ฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับการนับจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ เลือกเฉพาะความเจือจางที่มีโคโลนีระหว่าง 30 - 300 โคโลนีต่อจานเพาะเชื้อ รายงานจำนวนที่นับได้ต่ออาหาร 1 กรัม โดยคูณค่าเฉลี่ยนั้นด้วยระดับความเจือจางที่ตรวจนับ ในกรณีที่ระดับความเจือจางที่ทำในครั้งนั้นๆ มีจำนวนโคโลนีมากกว่า 300 ต่อจาน ควรรายงานผลว่ามีจุลินทรีย์โดยคูณค่าเฉลี่ยนั้นด้วยระดับความเจือจางที่ตรวจนับ เช่น เมื่อตรวจนับที่ระดับความเจือจาง 10^{-4} หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่ตรวจนับจาก 2 จานได้ 120 ดังนั้นตัวอย่างอาหารจะมีจุลินทรีย์ $120 * 10^{4}$ เซลต่อกรัมหรือต่อมิลลิลิตร ในกรณีที่ระดับความเจือจางสูงสุดที่ทำในครั้งนั้นๆ ตรวจพบโคโลนีมากกว่า 300 โคโลนี ควรรายงานลว่ามีจุลินทรีย์ 300 * ระดับความเจือจางสูงสุด เช่น เมื่อตรวจนับที่ระดับความเจือจาาง 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} พบว่าที่ระดับความเจือจาง 10^{-5} มีจำนวนโคโลนีมากกว่า 300 รายงานผลว่าตัวอย่างอาหารมีจุลินทรีย์ $300 * 10^{5}$ เซลต่อกรัมและควรทำการทดลองซ้ำ โดยเพิ่มระดับความเจือจางให้สูงขึ้นจนตรวจนับได้และเมื่อนับจำนวนในตัวอย่างซึ่งเจือจางน้อยที่สุดได้น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อจาน ควรรายงานผลว่าตัวอย่างอาหารมีจุลินทรีย์ 30 * ระดับความเจือจางต่ำสุดโดยบอกจำนวนที่แท้จริงกำกับด้วย เช่น ในการทดลองคราวเดียวกันนั้นพบว่าที่ระดับความเจือจาง 10^{-4} และ 10^{-5} ไม่มีจุลินทรียเจริญอยู่เลยและที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} นับค่าจำนวนโคโลนีจาก 2 จานได้ 12 โคโลนี ให้รายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลว่า ตัวอย่างอาหารมีจุลินทรีย์ 30 * 10^3 (12 * 10^3) และควรทำการทดลองซ้ำโดยลดระดับความเจือจางลงจนสามารถตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ได้ระหว่าง 30 - 300 โคโลนีต่อจาน

4. การบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนในสภาพปรับบรรยากาศ

แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ทำให้เกิดสภาพสุญญากาศในถุงที่บรรจุลูกชิ้นปลาเรียบร้อยแล้ว ด้วยเครื่อง Multivac A-300 การทำงานของเครื่องจะเกิดสภาพสุญญากาศถึง 99 %

4.2 ฉีดก๊าซผสมที่เตรียมไว้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ / ก๊าซไนโตรเจนในแต่ละอัตราส่วน (CN 82 และ CN 55) จากถังซึ่งบรรจุโดย บริษัท ไทยอินดัสเตรียลแก๊ส จำกัด โดยใช้เข็มฉีดก๊าซ (syrings) ปริมาตร 20 ลบ.ซม. ฉีดก๊าซให้ชิดบริเวณมุมถุงที่ถูกปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศมากที่สุด ระหว่างการฉีดแต่ละครั้งต้องป้องกันไม่ให้ก๊าซผสมรั่วไหลออกมาภายนอกถุง โดยใช้กระดาษกาวปิดรูฉีดก๊าซไว้ ฉีดก๊าซผสมทั้งหมด 5 ครั้ง จนได้ปริมาตรภายในถุง 100 ลบ.ซม.

4.3 ปิดผนึกถุงที่บรรจุก๊าซผสมเรียบร้อยแล้วด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน (heat sealer)

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน

ก๊าซผสมระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนที่ใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศในการทดลองครั้งนี้ผลิตโดย บริษัท ไทยอินดัสเตรียลแก๊ส จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณของก๊าซทั้งสองซึ่งบรรจุในถุง LLDPE เคลือบไนลอน ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี (gas chromatography)โดยเครื่องโครมาโตกราฟก๊าซ(delsi chromatograph) ผลการตรวจสอบเป็นดังนี้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพปรับบรรยากาศที่วิเคราะห์โดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี

สภาพปรับบรรยากาศ (CO_2,ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วิเคราะห์โดยวิธีก๊าซโครมา-โตกราฟฟี (ร้อยละ)	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (ร้อยละ)
50	52.55,54.20,55.45, 54.90,53.03	54.15
80	84.99,82.10,85.22, 81.08,85.58	83.79

หมายเหตุ การวิเคราะห์ครั้งนี้วิเคราะห์ได้เฉพาะปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาดว่าก๊าซส่วนที่เหลือเป็นก๊าซไนโตรเจนและก๊าซอื่นที่ปะปนในตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GAS ANALYSIS

1 = Helium gas

2 = CO_2

Condition

Column temp : 90 °c

Injection temp : 120 °c

Detector temp : 120 °c

Flow rate : 100 ml/min

Carrier gas : Helium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แบบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลา

ชื่อผลิตภัณฑ์ ____________

ชื่อผู้ทดสอบ ____________ เพศ ____________ อายุ______ วันที่________________

ข้อปฏิบัติ

1. เมื่อชิมแต่ละตัวอย่างแล้วให้ใช้น้ำเปล่าบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างต่อไป
2. การชิมให้ชิมแต่ละตัวอย่างแล้วให้คะแนนเลย ไม่ต้องเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด
3. การให้คะแนน

6 - 7 คะแนน ดีมาก

4 - 5 คะแนน เป็นที่ยอมรับ

1 - 3 คะแนน ไม่เป็นที่ยอมรับ

ระดับคะแนนที่มากกว่าหมายถึง คุณภาพที่ดีกว่า

คุณภาพ / ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	การยอมรับ

ข้อเสนอแนะ ________________________________

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การวิเคราะห์ทางสถิติคุณภาพทางประสาท สัมผัสของลูกชิ้นปลา

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในบรรยากาศปกติ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	0.87	0.29	0.54[NS]	2.875
error	36	19.50	0.54		
Total	39	20.37			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	44.37	14.79	31.47*	2.875
error	36	17.0	0.47		
Total	39	61.3			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่น โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	3	5	7
	5.3	5.1	4.3	2.9

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาที่เก็บในบรรยากาศปกติ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	114.8	38.27	34.17*	2.875
error	36	40.3	1.12		
Total	39	155.1			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	3	5	7
	5.2	4.8	3.8	2.5

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในบรรยากาศปกติ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	25.4	8.47	14.60*	2.875
error	36	21.0	0.58		
Total	39	46.4			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับโดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	3	5	7
	5.5	4.8	4.0	4.5

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในบรรยากาศปกติ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	69.08	23.03	19.35*	2.875
error	36	42.7	1.19		
Total	39	117.78			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	3	5	7
	5.7	4.7	4.2	2.1

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพสุญญากาศ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	5	2.49	0.50	0.15 NS	2.39
error	54	180.5	3.34		
Total	59	182.99			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสุญญากาศ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	5	39.33	7.87	6.50*	2.39
error	54	65.6	1.21		
Total	59	104.93			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่น โดยวิธี Duncan's new multiple test

เวลาที่เก็บ	0	7	12	14	16	18
	5.3	5.1	5.0	4.7	4.2	2.9

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสุญญากาศ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	5	42.35	8.47	6.32*	2.39
error	54	72.5	1.34		
Total	59	114.85			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14	16	18
	5.2	4.4	4.2	4.0	3.4	2.5

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพสุญญากาศ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	5	16.53	3.31	1.75 NS	2.39
error	54	102.2	1.89		
Total	59	118.73			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพสุญญากาศ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	5	76.93	15.39	39.45*	2.39
error	54	21.0	0.39		
Total	59	97.93			

* มีความแ ตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14	16	18
	5.7	5.0	4.8	4.6	4.0	2.1

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	2.4	0.8	1.6[NS]	2.875
error	36	18	0.5		
Total	39	20.4			

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	9.4	3.13	5.40*	2.875
error	36	21	0.58		
Total	39	30.4			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่น โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14
	5.3	5.0	4.9	4.0

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	33.9	11.3	16.14*	2.875
error	36	25.2	0.7		
Total	39	59.1			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14
	5.2	4.8	4.5	2.8

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	9.4	3.13	1.59[NS]	2.875
error	36	71	1.97		
Total	39	80.4			

NS ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพทางด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	3	34.2	11.4	7.08*	2.875
error	36	57.8	1.61		
Total	39	92			

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14
	5.7	5.0	4.8	2.5

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 17</u> การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	7	39.95	5.71	1.69^{NS}	2.154
error	72	243.6	3.38		
Total	79	283.55			

NS ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นปลาที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	7	70.85	10.12	9.28*	2.154
error	72	78.70	1.09		
Total	79	149.55			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่น โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14	16	18	20	22
	5.3	5.3	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	3.0

(ค่า 5.3 ถึง 4.8 ขีดเส้นใต้ร่วมกัน; ค่า 3.0 ขีดเส้นใต้แยก)

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	7	41.19	5.88	5.25*	2.154
error	72	80.70	1.12		
Total	79	121.89			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านรสชาติ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14	16	18	20	22
	5.2	5.0	4.6	4.6	4.3	4.3	4.0	2.7

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	7	12.4	1.77	1.01[NS]	2.154
error	72	126.8	1.76		
Total	79	139.2			

NS ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของลูกชิ้นปลา ที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศ CN 82

ANOVA

SOV	df	SS	MS	Fcalculated	Ftable (0.05)
Treatment	7	70.6	10.09	14.21*	2.154
error	72	51.4	0.71		
Total	79	122.0			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เวลาที่เก็บ (วัน)	0	7	12	14	16	18	20	22
	5.7	5.1	5.0	4.8	4.8	4.6	3.4	2.6

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ภาพที่ 1 การเก็บรักษาลูกชิ้นปลาในบรรยากาศปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 การเก็บลูกชิ้นปลาในสภาพสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 การเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 50/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 การเก็บลูกชิ้นปลาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนในอัตราส่วน 80/20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการบรรจุในสภาพปรับบรรยากาศ CN 55 และ CN 82

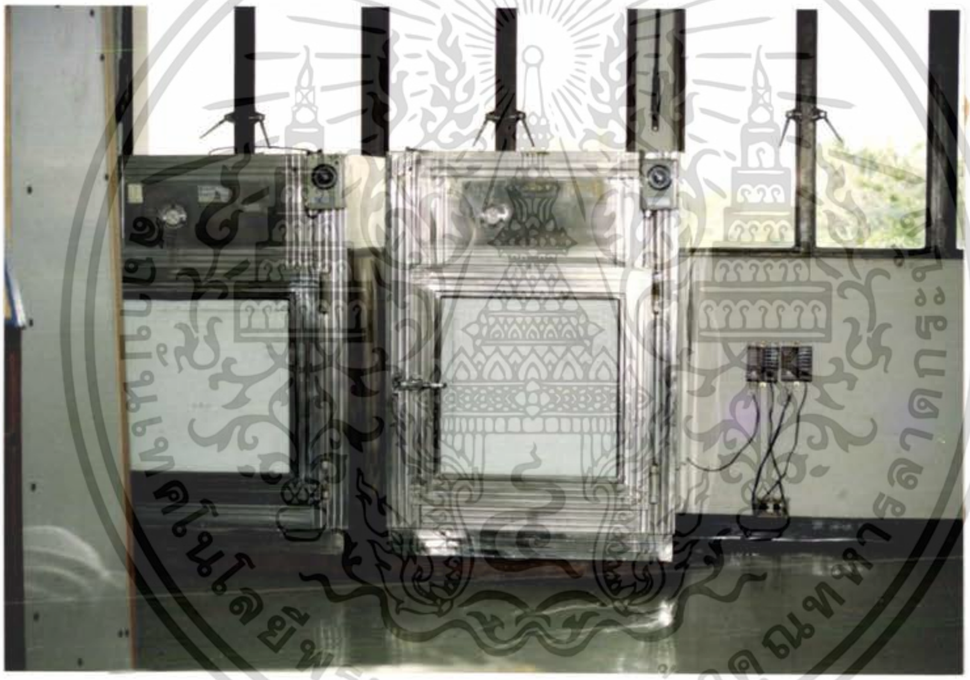
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการบรรจุในสภาพบรรยากาศ CN 55 และ CN 82 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 ถังบ่มในสภาพไร้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ตู้บ่ม (อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้