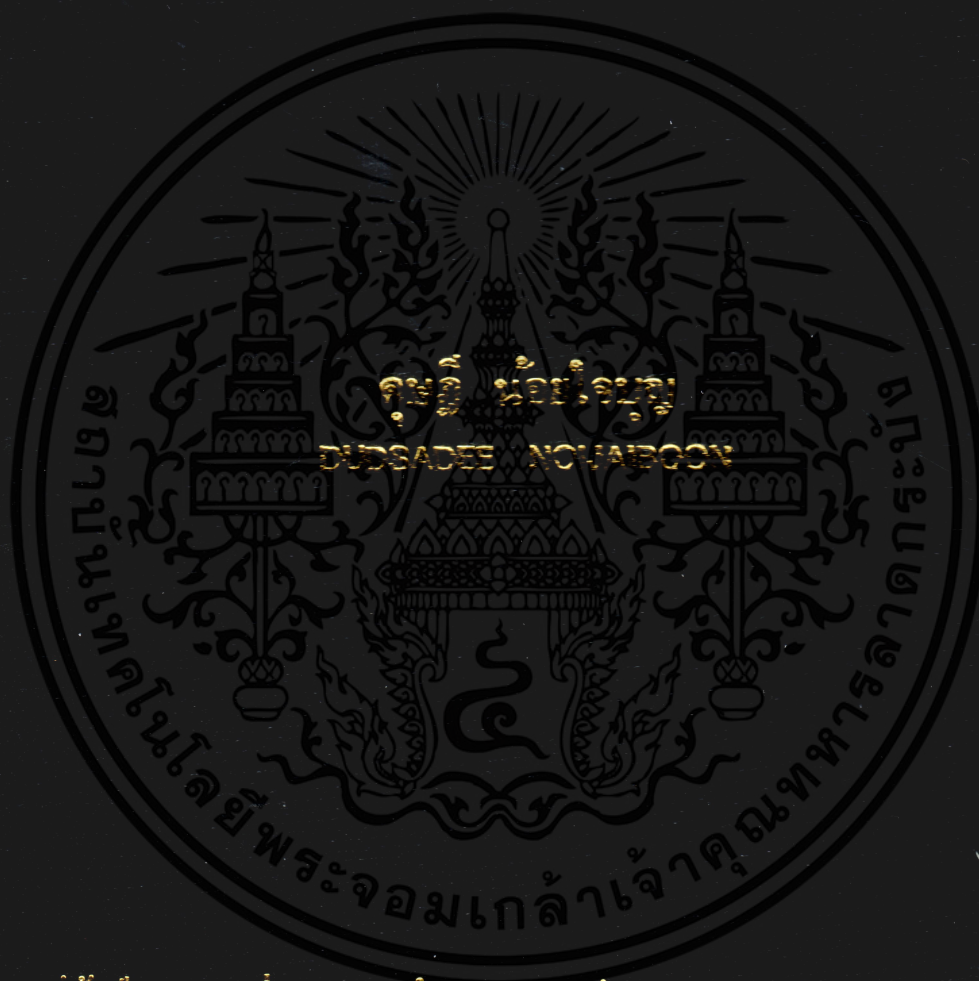


ผลของการใช้เกลือไอโอดีนต่อคุณภาพของปลาสดลิ้นคดเคี้ยว

QUALITY OF SEMI DRIED SEPAT SIAM (*Trichogaster pectoralis*)
AS AFFECTED BY THE UTILIZATION OF IODIZED SALT



ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญา

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล

คณะสัตวแพทยศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

KMITL-2012-AI-M-053-156

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการใช้เกลือไอโอดีนต่อคุณภาพของพลาสติกแคคเดียว

**QUALITY OF SEMI DRIED SEPAT SIAM (*Trichogaster pectoralis*)
AS AFFECTED BY THE UTILIZATION OF IODIZED SALT**



T123759

ดุษฎี น้อยใจบุญ

DUDSADEE NOIJAIBOON

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...123759
วัน, เดือน, ปี 29 11 2555

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **KMITL-2012-AI-M-053-156** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**QUALITY OF SEMI DRIED SEPAT SIAM (*Trichogaster pectoralis*)
AS AFFECTED BY THE UTILIZATION OF IODIZED SALT**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2012

KMITL-2012-AI-M-053-156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2012

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

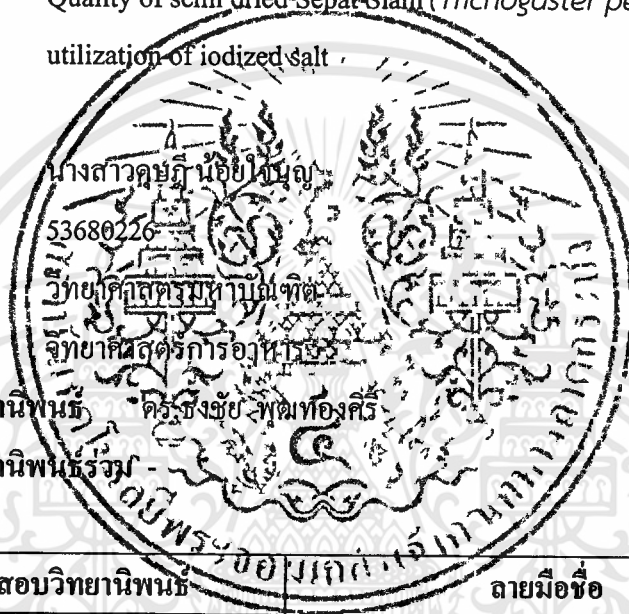
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้เกลือไอโอดีนต่อคุณภาพของปลาสดเค็มเคียว
 Quality of semi dried-Sepat-Siam (*Trichogaster pectoralis*) as affected by the utilization of iodized salt

ชื่อนักศึกษา
รหัสประจำตัว
ปริญญา
สาขาวิชา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.ธงชัย พนมทองศิริ	ธงชัย พนมทองศิริ
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรตม	
ดร.นภัสพร ใหลียงสกุล	
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิเชียร	

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
 วัน / เดือน / ปีที่สอบ 18 ตุลาคม 2555 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป
 สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ตั้งเจริญชัย)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่..... 24เดือน..... ตุลาคม..... พ.ศ. 2555.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้เกลือไอโอดีนต่อคุณภาพของพลาสติกแฉกเดี่ยว
ชื่อนักศึกษา	นางสาวศุภฎี น้อยใจบุญ
รหัสประจำตัว	53680226
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาปริมาณไอโอดีนในพลาสติกแฉกเดี่ยว ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 8 แห่ง พบว่า พลาสติกแฉกเดี่ยวมีปริมาณไอโอดีนอยู่ในช่วง 4.3-13.4 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง และมีความชื้นในช่วงร้อยละ 42.5-75.0 และจากการศึกษาการผลิตพลาสติกแฉกเดี่ยว เสริมไอโอดีน โดยใช้เกลือผสมไอโอดีนปริมาณร้อยละ 4 , 5 และ 6 แทนเกลือสมุทร พบว่าปริมาณไอโอดีนในพลาสติกแฉกเดี่ยวแปรตามปริมาณเกลือที่ใช้ แต่การใช้เกลือไอโอดีนปริมาณต่างกันไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ แต่มีผลต่อความเค็มของพลาสติกแฉกเดี่ยวที่ได้ โดยเมื่อใช้เกลือไอโอดีนร้อยละ 4 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตพลาสติกแฉกเดี่ยวเสริมไอโอดีน เมื่อนำพลาสติกแฉกเดี่ยวเสริมไอโอดีน และพลาสติกแฉกเดี่ยวที่ใช้เกลือสมุทรมาศึกษาเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษา โดยศึกษาสภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิในการเก็บ พบว่าพลาสติกแฉกเดี่ยวทั้ง 2 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 2 วัน พลาสติกแฉกเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 7 วัน การบรรจุในถุงกระดาษมีความชื้นลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า พลาสติกแฉกเดี่ยวเสริมไอโอดีนที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีนเป็นเวลา 7 วัน มีค่าความแข็งคงที่ ส่วนที่บรรจุในถุงกระดาษทุกตัวอย่างมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสูญเสีย น้ำ การตรวจวัดค่าสี ค่า L* และค่า a* ทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น เมื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์รา พบว่าตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์และปริมาณยีสต์ราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และพบเชื้อ *S. aureus* จำนวน 3 ตัวอย่าง และพบว่าสภาวะการเก็บพลาสติกแฉกเดี่ยวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างพลาสติกแฉกเดี่ยว การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ พบว่าพลาสติกแฉกเดี่ยวเสริมไอโอดีนและพลาสติกแฉกเดี่ยวตัวอย่างควบคุม เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และบรรจุในถุงกระดาษมีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการใช้เกลือไอโอดีนในการผลิตพลาสติกแฉกเดี่ยวไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของพลาสติกแฉกเดี่ยวที่ได้

Thesis Title	Quality of Semi dried Sepat Siam (<i>Trichogaster pectoralis</i>) as affected by the Utilization of iodized salt
Student	Miss. Dudsadee Noiijaiboon
Student ID.	53680226
Degree	Master of Science
Program	Food Science
Year	2012
Thesis Advisor	Dr. Tongchai Puttongsiri

ABSTRACT

The content in iodine and moisture in semi-dried salted Sepat Siam available in 8 commercial sources was investigated. The result showed that all samples contained the iodine ranged from 4.3 to 13.4 mg./100 g and moisture ranged from 42.5 to 75.0%. The semi-dried salted Sepat Siam was prepared by iodized salt at 4, 5 and 6% by weight. It was found that the iodine content increased with the increasing level of iodized salt added. The use of iodized salt to the control sample (4% seasalt).

The sample prepared with iodized salt at 4% by weight was found to be suitable level according to the sensory evaluation. The semi-dried salted Sepat Siam was then packed in paper bags and polypropylene bags and stored at 4 and 30 degree celcius.

The changes of moisture content, aw, lightness (L value), pH, iodine content, total plate count, yeast and mold count, Staphylococcus aureus and sensory quality (both in raw and fried sample) of the sample during the storage for 7 days were evaluated as most likely favorable on this study.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่ได้กรุณาให้คำที่ปรึกษา และข้อเสนอแนะในการวางแผนการทดลอง ตลอดจนให้ความสะดวกในการใช้ห้องทดลอง เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งให้ความรู้ด้านเทคนิคและวิธีการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณบุญนียง –คุณฉลวย แสนบัณฑิต ผู้ประกอบการพลาสติกแคคเดียวที่ให้ความรู้และให้ความอนุเคราะห์ในการผลิตสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การทำพลาสติกแคคเดียวและคุณลำพามั่งมีผล ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการผลิตพลาสติกแคคเดียวเพื่อใช้ในการทดลอง

ขอบคุณ คุณนันทยา จงใจเทศ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือทดลอง และให้ความรู้ด้านการตรวจวิเคราะห์ไอโอดีนในอาหาร

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วิพิศย์ อารีกุล ดร.ประมวธ ศรีกาหลง ผลิตเกลือเสริมไอโอดีนและเครื่องผสมเกลือไอโอดีน คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณอัสนี วิจิตรระกะ นักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยเหลือระหว่างทำการทดลอง

งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยทุนการศึกษาและทุนวิจัยตลอดหลักสูตร จากโครงการตามแผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการถ่ายทอดให้แก่แก่นักเรียนนักศึกษาในลำดับต่อไป เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนที่ดีในอนาคต

ขอขอบพระคุณคุณพ่อประเมิน คุณแม่บุษกร น้อยใจบุญ ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณหญิง น้อยใจบุญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก.....	3
2.2 แนวโน้มตลาดพลาสติก.....	4
2.3 พลาสติกแคะเดี่ยวและกระบวนการผลิต.....	5
2.4 การถนอมอาหาร.....	14
2.5 การนำเสียของปลา.....	16
2.6 สารไอโอดีน.....	18
2.7 เกลือ.....	22
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน.....	28
3.1 อุปกรณ์.....	28
3.2 วิธีการทดลอง.....	30
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	33
4.1 ผลการศึกษาปริมาณไอโอดีนในพลาสติกแคะเดี่ยวที่จำหน่ายในท้องตลาด.....	33
4.2 ผลการศึกษาการใช้เกลือไอโอดีนในการผลิตพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีน.....	34
4.3 ผลการศึกษาสภาวะและอายุการเก็บพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีน.....	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	59
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี	60
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางกายภาพ.....	64
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์.....	65
ภาคผนวก ง การประเมินผลทางประสาทสัมผัส.....	70
ภาคผนวก จ ขั้นตอนวิธีการทำพลาสติกเคดเดี่ยว.....	72
ภาคผนวก ฉ เชื้อ Staphylococcus sp.....	73
ประวัติผู้เขียน.....	74

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ปริมาณความชื้นและไอโอดีนในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวจากแหล่งต่าง ๆ.....	33
4.2 ค่าพีเอช (pH) a_w และสีของพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีน.....	34
4.3 ปริมาณ ไอโอดีนและความชื้นในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวดิบ.....	35
4.4 ปริมาณ ไอโอดีนและความชื้นในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวทอด.....	35
4.5 ค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพลาสติกแคะเดี่ยวดิบ.....	36
4.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพลาสติกแคะเดี่ยวทอด.....	36
4.7 ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบความเค็มของการประเมินทางประสาทสัมผัสพลาสติกแคะเดี่ยวทอด.....	36
4.8 ผลของสภาวะการเก็บที่มีต่อคุณภาพด้านปริมาณความชื้น a_w ค่าความแข็ง และ pH ของพลาสติกแคะเดี่ยวเมื่อผลิตด้วยเกลือต่างกัน เก็บนาน 6 วัน	40
4.9 ผลของสภาวะการเก็บที่มีต่อคุณภาพด้านสีของพลาสติกแคะเดี่ยวเมื่อผลิตด้วยเกลือต่างกัน เก็บนาน 6 วัน	42
4.10 ปริมาณ ไอโอดีนในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน โดยทำการ ตรวจวัด วันที่ 0, 2 และ 7 ของการเก็บรักษา.....	44
4.11 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/ml) ในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะ และอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน.....	45
4.12 จำนวนยีสต์ราทั้งหมด (log CFU/ml) ในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะ และอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน.....	46
4.13 จำนวน <i>Staphylococcus aureus</i> ในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะ และอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน.....	48
4.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของพลาสติกแคะเดี่ยวดิบที่เก็บ ภายใต้สภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 6 วัน.....	50
4.15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของพลาสติกแคะเดี่ยวที่ผ่านการทอด ซึ่งเก็บภายใต้สภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 6 วัน.....	52
4.16 การทดสอบด้านความเค็มของพลาสติกแคะเดี่ยวที่ผ่านการทอด ซึ่งเก็บภายใต้สภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 6 วัน.....	54

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การขนส่งพลาสติก	7
2.2 การแช่ปลาในน้ำแข็ง	7
2.3 การขอดเกล็ดพลาสติก	8
2.4 การตัดหัวปลา.....	9
2.5 การควักไส้.....	9
2.6 การคัดขนาดปลา.....	10
2.7 การชั่งน้ำหนักและใส่เกลือ	11
2.8 การเขย่าปลากับเกลือ.....	12
2.9 การแช่เย็นพลาสติก.....	12
2.10 การตากพลาสติก	13
2.11 การเก็บพลาสติก.....	13
2.12 ถุงกระดาษที่นิยมใช้บรรจุพลาสติก.....	14

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะการขาดสารไอโอดีนนับเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญในประเทศไทย จากการสำรวจสภาวะสุขภาพประชากร โดยกรมอนามัยได้สำรวจสถานการณ์โรคขาดสารไอโอดีน พบว่าประชากรในภาคเหนือเป็นโรคคอพอก ร้อยละ 58 และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 15-21 (กรมอนามัย, 2550) ปริมาณไอโอดีนมีความสำคัญต่อพัฒนาการทางสมอง หากขาดไอโอดีนย่อมส่งผลกระทบต่อสมอง ทำให้เซลล์ประสาทมีรูปร่างผิดปกติ ไอโอดีนใช้สร้างไทรอยด์ฮอร์โมนซึ่งมีบทบาทควบคุมการทำงานของร่างกาย การเจริญเติบโตและพัฒนาการ (เนาวรัตน์ บุญรักษ์, 2553) จากการศึกษาการได้รับไอโอดีนจากแหล่งต่าง ๆ ของประชากรไทย โดยกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ตั้งแต่ พ.ศ. 2543-2548 พบว่าการขาดสารไอโอดีนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะหญิงตั้งครรภ์ ใน พ.ศ. 2548 พบว่าภาวะการขาดสารไอโอดีนยังคงมากกว่าร้อยละ 30 (กรมอนามัย, 2550) จะเห็นได้ว่าการเฝ้าระวังการขาดสารไอโอดีนเพิ่มมากขึ้น โดยใน พ.ศ. 2553 รัฐบาลได้ปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง เกือบบริโภคเกลือบริโภคต้องมีปริมาณไอโอดีนไม่น้อยกว่า 30 มิลลิกรัม

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า สารไอโอดีนนับว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับหญิงมีครรภ์ และเด็กวัยทารก วัยเรียน แต่ปัจจุบันยังพบการขาดสารไอโอดีน จึงมีผู้คิดค้นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมไอโอดีน เช่น น้ำปลา บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ไข่ไก่ ปลาแร่ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการแก้ไขปัญหาการขาดสารไอโอดีน โดยได้ศึกษาตลาดการบริโภคปลาสด พบว่ามีผู้หันมาบริโภคปลาสดแฉกเพิ่มขึ้น เนื่องจากปลาสดแฉกเดี๋ยวมีรสชาติดี มีกลิ่นหอม นำมาประกอบอาหารง่ายสะดวกรวดเร็ว เพียงนำมาทอดกรอบก็สามารถบริโภคได้ เหมาะกับวิถีชีวิตที่รีบเร่งของสังคมปัจจุบัน และหาซื้อง่าย นอกจากนี้ปลาสดยังเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีการจำหน่ายเป็นอันดับ 5 รองจากปลานิล ปลาดุก กุ้งก้ามกาม และปลาตะเพียนตามลำดับ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545) อีกทั้งกระแสผู้บริโภคในปัจจุบันหันมาใส่ใจอาหารเพื่อสุขภาพและคำนึงถึงสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องโภชนาการมากกว่าเดิม ปลาสดแฉกเดี๋ยวจึงจัดอยู่ในกลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพเพราะโปรตีนจากเนื้อปลาเป็นโปรตีนคุณภาพสมบูรณ์ ย่อยง่ายและมีไขมันต่ำเหมาะสมกับสมาชิกทุกเพศทุกวัยในครอบครัว ในการผลิตปลาสดแฉกเดี๋ยวที่จำหน่ายในท้องตลาดจะใช้เกลือสมุทรในการผลิต ทำให้ปลาสดแฉกเดี๋ยวที่ได้มีปริมาณของไอโอดีนไม่สูงนัก เพื่อเทียบกับปลาทะเลทั่วไป ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสดแฉกเดี๋ยวโดยเสริมไอโอดีนด้วยการใช้เกลือไอโอดีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดแทนเกลือสมุทรใส่ในกระบวนการทำเค็ม นับเป็นการเสริมคุณค่าทางโภชนาการของอาหารอีกวิธีหนึ่งที่ผู้บริโภคมารับ และได้รับสารไอโอดีนที่เพียงพอ นับเป็นการเพิ่มทางเลือกผลิตภัณฑ์อาหารเสริมไอโอดีนให้แก่ผู้บริโภครูปอีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณไอโอดีนในพลาสติกแคะเคียวที่จำหน่ายในท้องตลาด

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการใช้เกลือไอโอดีนในการผลิตพลาสติกแคะเคียวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้

1.2.3 เพื่อศึกษาสถานะและอายุการเก็บพลาสติกแคะเคียวเสริมไอโอดีน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

เป็นการศึกษาปริมาณไอโอดีนในพลาสติกแคะเคียว และการพัฒนาพลาสติกแคะเคียว ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ในรูปแบบเดิมซึ่งหมักจากเกลือสมุทร เป็นการหมักด้วยเกลือไอโอดีนแทน และศึกษาผลของเกลือไอโอดีนที่มีต่อคุณภาพของพลาสติกแคะเคียวในการเก็บรักษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์พลาสติกแคะเคียวเสริมไอโอดีน เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่ต้องการรับประทานอาหารเสริมไอโอดีน

1.4.2 เพิ่มมูลค่าทางการค้าของพลาสติกแคะเคียวด้วยการเติมสารไอโอดีนเพื่อผลิตและจำหน่าย

1.4.3 ได้สูตรในการผลิตพลาสติกแคะเคียวเสริมไอโอดีน ด้วยการใส่ปริมาณเกลือไอโอดีนที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต ได้รสชาติที่ได้รับความนิยม และมีคุณภาพเทียบเท่าผลิตภัณฑ์เดิมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

1.4.4 ทราบความแตกต่างของอายุการเก็บพลาสติกแคะเคียวเสริมไอโอดีน เมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติกแคะเคียวที่ใช้เกลือสมุทรในการผลิต

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปลาสด

ปลาสดหรือปลาใบไม้ เป็นปลาน้ำจืดพื้นบ้านของประเทศไทย มีแหล่งกำเนิดอยู่ในที่ลุ่มภาคกลาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Trichogaster pectoralis* regan ส่วนที่พบในประเทศไทยเพื่อนบ้าน เช่น กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย ศรีลังกา และฟิลิปปินส์ เป็นพันธุ์ปลาที่ส่งไปจากเมืองไทย เมื่อประมาณ 80-90 ปีที่ผ่านมา และเรียกว่าสยามหรือเซียม แหล่งผลิตมากที่สุดอยู่ที่อำเภอบางป่อง จังหวัดสมุทรปราการ แต่ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมขยายตัวทำให้น้ำในธรรมชาติมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม กรมประมงจึงส่งเสริมให้เลี้ยงปลาสดในพื้นที่จังหวัดอื่น เช่น จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อการบริโภค และส่งเสริมเป็นสินค้าส่งออกในรูปแบบผลิตภัณฑ์ปลาสดเค็มตากแห้ง (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545)

ปลาสดจัดอยู่ในวงศ์ปลากัด (Family belontiidae) เป็นวงศ์ปลาที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีอวัยวะช่วยหายใจในช่องเหงือกตอนบน และทำรังหรือก่อหอคเพื่อวางไข่ ลำตัวแบนข้าง หัวโต ตาโต ปากเล็ก ครีบหลังสั้น แต่ครีบท้องยาว มีครีบท้องเล็กหรือเป็นเส้นเรียวยาว ครีบหางเว้าตื้น เกือบเล็กเป็นแบบขอบหยัก พบในประเทศไทยประมาณ 15 ชนิด มักมีขนาดเล็กและมีสีส้มสวยงาม เปลี่ยนสีได้ตามสภาพแวดล้อม ส่วนมากเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม เช่น ปลากัดต่าง ๆ ปลากัดกริม ปลากระดี่มุก แต่มี 3 ชนิดที่ใช้เป็นอาหาร ได้แก่

2.1.1 ปลากระดี่นาง

รูปร่างเป็นรูปไข่ ส่วนท้ายเรียวยาว ลำตัวแบนข้างมาก ส่วนหลังยกสูงเล็กน้อย ครีบอกเล็ก ครีบท้องเป็นเส้นยาว ครีบหางเว้าตื้น ลำตัวมีสีเทาหรือสีเงินวาวอมฟ้า ครีบสีจางใส มีขอบสีเหลืองอ่อน เรื่อ ๆ ส่วนมากอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง และในแม่น้ำลำคลองที่มีพืชน้ำขึ้นริมฝั่ง บริโภคโดยทำปลาแห้ง ปลารำ และเลี้ยงเป็นปลาสวยงามได้

2.1.2 ปลากระดี่หม้อ

รูปร่างป้อมกว่ากระดี่นาง ส่วนท้ายไม่เรียวยาว หัวเล็ก ตาเล็ก และปากเล็กอยู่ปลายสุดของจะงอยปาก ลำตัวแบน ส่วนหลังยกสูงเล็กน้อย ครีบอกเล็ก ครีบท้องเป็นเส้นยาว ครีบหางเว้าตื้นปลายมน เกือบใหญ่ ตัวมีสีเทาอมฟ้าหรือสีคล้ำ มีลายเล็กสีคล้ำตามแนวขวางหรือพาดเฉียง ตลอดลำตัวลายแถบรวมถึงที่ข้างแก้ม กลางลำตัวด้านข้าง และโคนครีบหางมีจุดสีดำแห่งละจุด ครีบกันมีจุดปะสีส้มหรือเหลืองและขอบสีเหลือง ครีบอื่นใส ครีบหางใสมีสีคล้ำ ปลาจะทำรังวางไข่โดยก่อหอคปนกับเศษหญ้า ตัวผู้เป็นผู้ดูแลไข่ อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไปทุกภาค นำมาบริโภคเช่นเดียวกับปลากระดี่นาง

2.1.3 ปลาสดหรือปลาใบไม้

รูปร่างคล้ายปลากระดูกอ่อนแต่ตัวหนา และยาวกว่า หัวโต ตัวผู้มีครีบหลังส่วนปลายยื่นยาว เช่นเดียวกับครีบกัน ครีบอกโต ตาโต ปากเล็กอยู่ปลายสุดของจะงอยปาก ครีบหางเว้าด้านบน ปลาชนิดนี้มีสีเขียวมะกอกหรือสีน้ำตาลคล้ำ มีแถบขาววางตามลำตัวตั้งแต่ข้างแก้มถึงกลางลำตัว และมีแถบเฉียงสีคล้ำตลอดแนวลำตัวด้านข้าง และหัว ครีบสีคล้ำพบในแหล่งน้ำนิ่ง ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ เลี้ยงในบ่อที่มีหญ้าขึ้น โดยฟันหญ้าให้เป็นปุ๋ย และเกิดแพลงก์ตอนเพื่อเป็นอาหาร มีพื้นที่การเลี้ยงมากที่สุดที่ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นแหล่งแปรรูปปลาสดเค็มที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีอีกแหล่งที่อำเภอดอนก้า ยาน จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีปลาสดคุณภาพดี ปัจจุบันมีการเลี้ยงปลาสดในบ่อทุกภาค โดยเฉพาะทางภาคใต้ เป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยรองจากปลาทู มีการนำพันธุ์ปลาเข้าไปเลี้ยงในมาเลเซีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ มีชื่อภาษามาเลย์ว่า “sepatsiam” (ชวลิต วิทยานนท์, 2549)

รูปร่างลักษณะ ปลาสดมีรูปร่างคล้ายปลากระดูกอ่อน แต่ขนาดโตกว่า ลำตัวแบนข้างมีครีบที่ยาวครีบอก สีของลำตัวมีสีเขียวออกเทาหรือมีสีคล้ำเป็นพื้นและมีริ้วดำพาดยาวตามลำตัวจากหัวถึงโคนหาง เกือบปากเล็กยืดหดได้ ปลาสดซึ่งมีขนาดใหญ่เต็มที่จะมีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร

ลักษณะเพศ ปลาสดตัวผู้และตัวเมียมีความแตกต่างกันซึ่งสามารถสังเกตได้จากความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดคือ ปลาตัวผู้มีลำตัวยาวเรียว สันหลังและสันท้องเกือบเป็นเส้นตรงขนานกัน มีครีบหลังยาวจรดหรือเลย โคนหางมีสีดำ ลำตัวเข้มน ตัวผู้สวกว่าตัวเมียส่วนตัวเมีย มีสันท้องยาวมนไม่ขนานกับสันท้องและครีบหลังมนไม่ยาวจนถึงโคนหาง ในฤดูวางไข่ท้องจะอูมโป่งออกมาทั้งสองข้าง อัตราการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาสด 1 : 1 เป็นปลาขนาดกลาง น้ำหนัก 10-12 ตัวต่อกิโลกรัม ดีที่สุด

วิธีการเพาะเลี้ยงปลาสดเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย อดทนต่อความเป็นกรดและน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนน้อยได้ดี มีห่วงโซ่อาหารสั้น คือกินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ต้นทุนการผลิตต่ำ โดยจะเลี้ยงอยู่ในนา คนเลี้ยงปลาสดเรียกว่า ชาวนาปลาสด และบ่อเลี้ยงปลาสด เรียกแปลงนาปลาสดหรือล้อมปลาสด กรมประมงจึงได้ส่งเสริมให้เลี้ยงปลาสดในพื้นที่จังหวัดอื่น เช่น จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อการบริโภค (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545)

2.2 แนวโน้มการตลาดของปลาสด

ในอนาคตปลาสดมีแนวโน้มด้านการตลาดเพิ่มมากขึ้นเพราะปลาสดเป็นผลผลิตที่ตลาดต้องการสูง สามารถนำมาประกอบอาหารได้ทั้งในรูปแบบสด และทำเค็มตากแห้ง ผลิตภัณฑ์ปลาสดตากแห้ง ถือเป็นแปรรูปอย่างหนึ่งซึ่งช่วยให้สามารถเก็บไว้บริโภคได้เป็นเวลานานมากขึ้นและ

ได้รับความนิยมน้อยกว่าหลายทั่วทุกภูมิภาค ทั้งในประเทศและต่างประเทศโดยนับเป็นสินค้าส่งออกของประเทศอีกชนิดหนึ่ง

จากข้อมูลปริมาณสัตว์น้ำจืดจากการเพาะเลี้ยงจำแนกตามชนิดสัตว์น้ำปี 2551 ปริมาณของปลาสดนับเป็นปลาที่นิยมเพาะเลี้ยงเป็นลำดับที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 5.5 รองมาจาก ปลานิล ปลาดุก กุ้งก้ามกราม ปลาดุกเทศ ตามลำดับ และในปี 2547 – 2551 มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ระหว่าง 1,468.9-1,676.3 ล้านบาท (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545)

2.3 ปลาสดเคดเคดเดี่ยวและกระบวนการผลิต

ปลาสดเคดเคดเป็นผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันแพร่หลาย และได้รับความนิยมนอกจากผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและประเทศเพื่อนบ้านเป็นอย่างมาก การทำปลาสดเคดเคดเป็นการแปรรูปอย่างหนึ่ง ซึ่งช่วยถนอมปลาสดให้สามารถเก็บไว้บริโภคได้เป็นเวลานานมากขึ้น เนื่องจากช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด ไม่เน่าเสีย ในระหว่างการเก็บได้รับความนิยมน้อยกว่าหลายทั่วทุกภูมิภาค ทั้งยังส่งเป็นสินค้าออกอีกส่วนหนึ่งด้วย ปลาสดเคดเคดเดี่ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาสดสดทั้งตัวหรือที่ได้ตัดแต่งแล้ว ล้างให้สะอาด คลุกกับเกลือหรือแช่ในน้ำเกลือ แล้วทำให้แห้งโดยการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือจากแหล่งพลังงานอื่น

2.3.1 คุณลักษณะที่ต้องการของปลาสดเคดเคดเดี่ยว มีดังนี้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส., 2552)

2.3.1.1 ลักษณะทั่วไป ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน ลำตัวหรือผิวหนังต้องไม่แตกหรือฉีกขาด

2.3.1.2 กลิ่น ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของปลาสดเคดเคดเดี่ยว ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นเน่า

2.3.1.3 รส ต้องมีรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

2.3.1.4 ลักษณะเนื้อต้องแน่น ไม่แข็งกระด้าง หรือนิ่มละ

2.3.1.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากมนุษย์หรือสัตว์

2.3.1.6 วัตถุเจือปนอาหาร ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

2.3.1.7 ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 65 โดยน้ำหนัก

2.3.1.8 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

จำนวนสตาฟีโลค็อกคัสออเรียสต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม เอสเชอริเชีย โคลิ โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 200 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

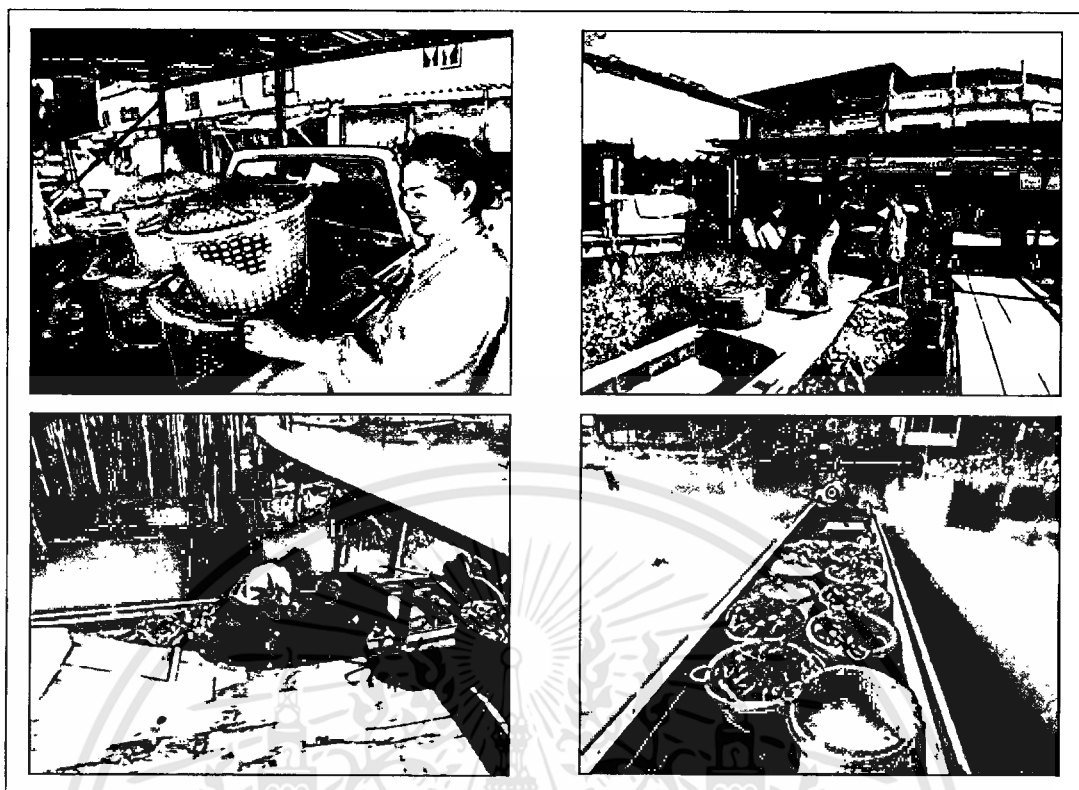
2.3.2 กระบวนการผลิตพลาสติกแตกเดี่ยว

การแปรรูปพลาสติกด้วยการทำพลาสติกเค็มเป็นการแปรรูปซึ่งช่วยถนอมพลาสติกให้สามารถเก็บไว้บริโภคได้เป็นเวลานาน และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาค โดยเริ่มจากนำพลาสติกที่ยังมีชีวิตอยู่เทใส่ถังน้ำแข็งประมาณ 20 นาที แล้วนำพลาสติกมาล้างน้ำเพื่อไม่ให้พลาสติกกลิ่นคาวของเกลือ ตัดหัวและชำแหละเอาไส้ออก ถ้ามีไขพลาสติกติดมาต้องแยกออก นำปลาที่ซอดเกลือแล้วไปผัดกับเกลือ หมักทิ้งไว้หนึ่งคืนในถังน้ำแข็ง จากนั้นล้างพลาสติกให้สะอาด นำไปตากบนแผงไม้ไผ่หรือกระดังที่เตรียมไว้ นำไปตากจนเนื้อทั้งสองด้านแห้งหรือประมาณ 7 ชั่วโมง ก่อนบรรจุถุงกระดาษเพื่อจำหน่าย

2.3.3 การควบคุมคุณภาพในการผลิตพลาสติกแตกเดี่ยว (บุญนึ่ง แสนบัณฑิตย์, 2553)

การควบคุมคุณภาพระหว่างการผลิตอาหาร การควบคุมคุณภาพอาหารแม้จะควบคุมคุณภาพวัตถุดิบแล้วก็ตาม มักพบข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์เสมอ การควบคุมคุณภาพระหว่างการผลิตจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในกระบวนการผลิตมีปัจจัยที่หลากหลาย เช่น เครื่องจักร วิธีการผลิต ส่วนประกอบของอาหาร คนผลิต เป็นต้น ดังนั้นในการควบคุมคุณภาพระหว่างการผลิตอาหาร ต้องควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน จุดที่ควบคุมระหว่างการผลิตพลาสติกแตกเดี่ยว ได้แก่

2.3.3.1 วัตถุดิบ พลาสติกสดที่จะนำมาทำพลาสติกแตกเดี่ยว เมื่อจับขึ้นจากบ่อจะต้องควบคุมคุณภาพโดยการรักษาคุณภาพปลาให้มีความสด ไม่ช้ำ ไม่เน่า ไม่มีแผลตามตัว การควบคุมความสดเบื้องต้นทำได้โดย การแช่น้ำแข็งในระหว่างการขนส่งจากบ่อเลี้ยง (ภาพที่ 2.1 และ 2.2) จนถึงสถานที่ผลิตการขนส่งพลาสติกสดที่วางซ้อนกันทำให้เนื้อปลาข้างจะทำให้เนื้อบริเวณนั้นเน่าเสียได้ง่าย ประกอบกับการไม่มีถังแช่เย็นหรือห้องเย็นระหว่างขนส่งจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจากการที่น้ำแข็งละลาย จึงมีสถานะเหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 2.1 การขนส่งพลาสติก

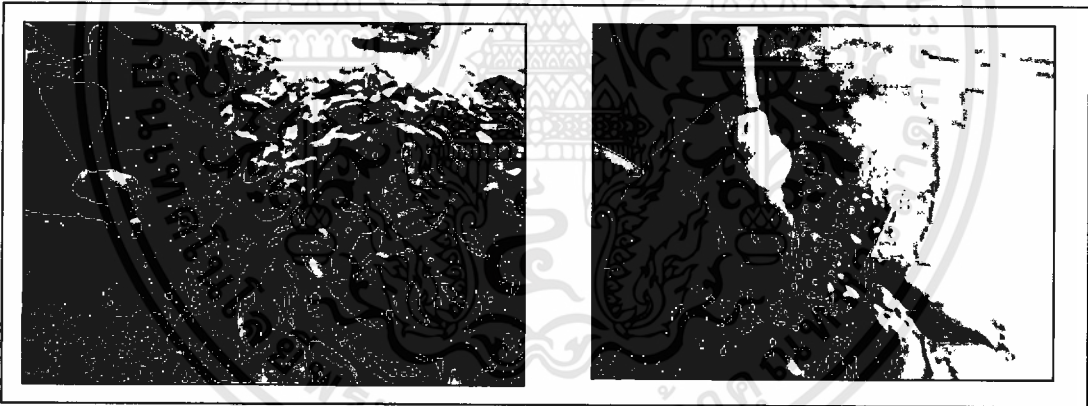


ภาพที่ 2.2 การแช่ปลาน้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

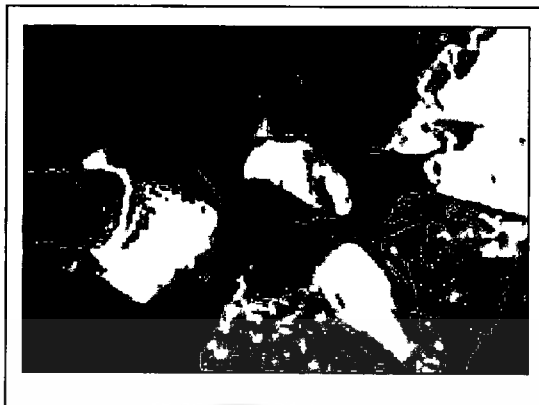
2.3.3.2 แช่ปลาในน้ำแข็ง เทปลาใส่ลงในถังน้ำแข็ง เติมน้ำลงไปให้เต็มถัง เพื่อเป็นการล้างทำความสะอาดปลาในน้ำเย็น และแช่เย็นระหว่างการรอการผลิต การเทปลาใส่ในถังทำให้ตัวปลาทับถมกันเกิดรอยชำได้ง่าย ตัวปลาอาจหลุดจากการถูกน้ำแข็งบาดจะทำให้เนื้อปลาไม่สวย ท้องปลาแตก และเน่าเสียได้ง่าย การใส่น้ำกับน้ำแข็งในถังใหญ่แช่ไว้จนกว่าจะทำปลาหมด ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ทำให้ความสดลดลง ควรแช่ในถังเย็นที่ใส่น้ำแข็งจะควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่า

2.3.3.3 การขอดเกล็ดปลา การขอดเกล็ดปลาให้จับตรงส่วนหัวปลา วางนอนให้ด้านใดด้านหนึ่งแนบเชิง ใช้ช้อนหรือมีดขอดเกล็ดไล่ออกจากปลายหางมายังหัวปลา หรือจากขวามาซ้าย ขวามือหรือช้อนตั้งตรง แล้วขูดหรือลากมาไว ๆ เมื่อขอดเสร็จแล้วก็พลิกกลับไปขอดเกล็ดด้านที่เหลือ (ภาพที่ 2.3) การขอดเกล็ดปลาถ้าไม่ชำนาญจะทำให้ปลาชำ เป็นแผล หนังปลาดลอกไม่สวย การเทปลาลงบนพื้นที่ไม่มีภาชนะรองรับพื้นอาจสกปรกจากฝุ่นละออง แมลง และรอยเท้าสัตว์เลี้ยงควรทำบนโต๊ะสแตนเลส ผู้ผลิตควรสวมหมวก ไม่ใส่เครื่องประดับ ถุงมือที่ใช้ควรเป็นถุงมือยาง เพราะถุงมือผ้าทำให้มีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ ไม่ควรสูบบุหรี่ อุปกรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสม เช่น ช้อน สังกะสีเคลือบสี อาจมีสีและสนิมติดหักลงในเนื้อปลา มีดควรใช้มีด สแตนเลส และเชิงไม้เก่า สกปรกและมีเชื้อรา ควรใช้เชิงพลาสติก



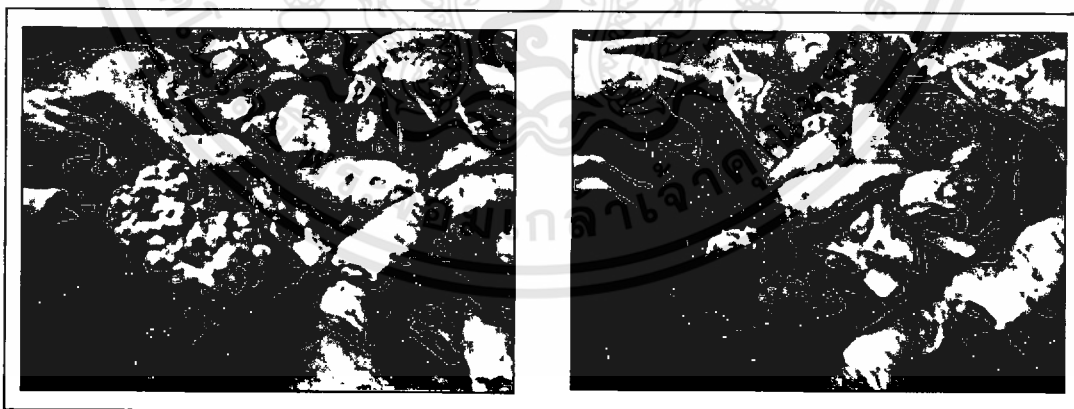
ภาพที่ 2.3 การขอดเกล็ดปลาสด

2.3.3.4 การตัดหัว ควักไส้ การตัดหัว ควักไส้ ใช้มือซ้ายจับหัวปลา มือขวาจับค้ำมีด เข็มหรือคัตได้เหงือกตรงรอยต่อของหัวกับตัวปลา ด้านหนึ่ง พร้อมกับใช้มือซ้ายหันหัวปลาที่หักออก ถ้าตัดหัวปลาไม่ชำนาญจะทำให้ตัดโคนส่วนเนื้อออกไปมากทำให้เสียน้ำหนัก การตัดหัวปลาไม่ควรวางมีดตัดตรง 90 องศา เพียง 1 ครั้ง ควรวางมีดเฉียง 45 องศา และตัด 2 ครั้ง ดังภาพที่ 2.4 โดยพลิกตัวปลาจะทำให้ไม่เสียน้ำหนักมาก แต่จะทำให้ใช้เวลามากขึ้น เพราะการตัดหัวปลาครั้งเดียวไม่ต้องพลิกตัวปลา มีดที่ใช้ทำปลาควรเป็นมีดสแตนเลส เพราะมีความคมและไม่เป็นสนิม

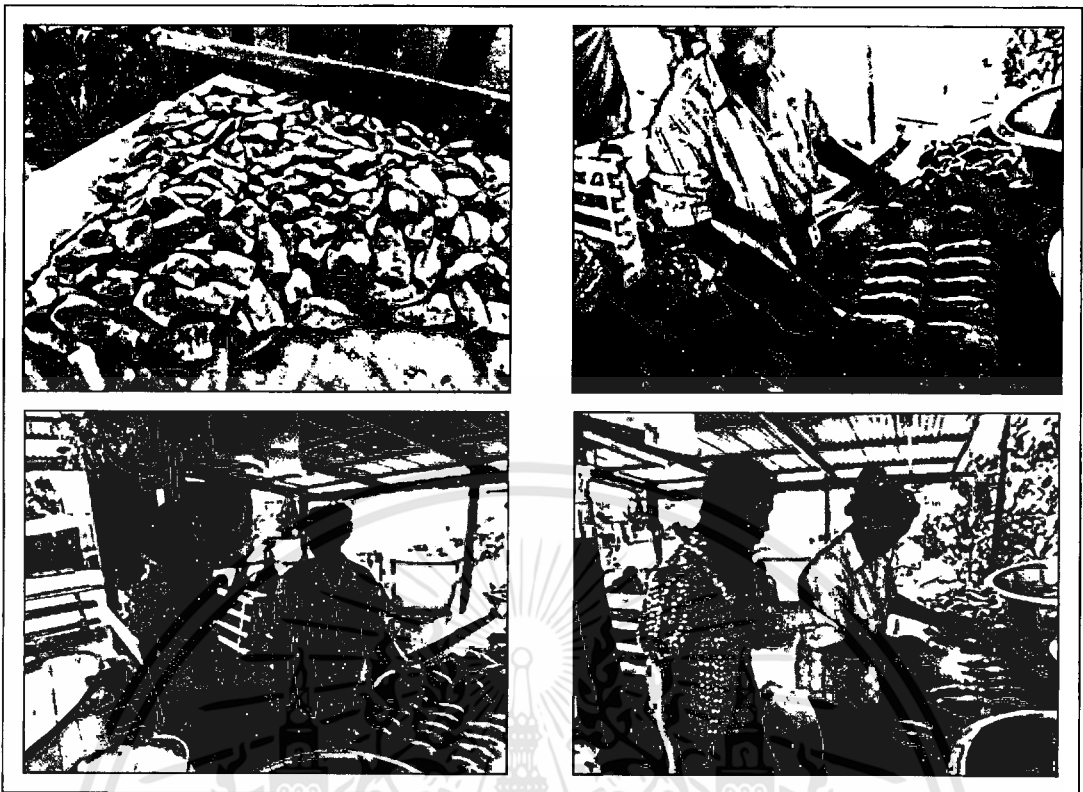


ภาพที่ 2.4 การตัดหัวปลา

2.3.3.5 การควักไส้ จะใช้มีดปลายแหลม หันหัวปลาออกนอกตัวและใช้ปลายมีดเขี่ยไส้ออกด้วยความระมัดระวังไม่ให้ดีปลาแตกจะทำให้ท้องปลาเหวียง และเมื่อส่องดูในตัวปลาจะเห็นท้องปลาสีขาวไม่ฉีกขาด ขั้นตอนนี้จะแยกไข่ปลาและไส้ปลาออกจากกัน (ภาพที่ 2.5) ขั้นตอนนี้ถ้าพบท้องปลาแตก ไส้แตก หรือดีแตก ควรคัดแยกปลาเพื่อไม่ให้ปลาสดกับปลาเน่าอยู่ร่วมกันทำให้กลิ่นรสเสีย เพราะไส้ปลามีเชื้อจุลินทรีย์อยู่มากที่สุดเป็นสาเหตุให้ปลาเน่าเสียได้ง่าย ไส้ปลาและไข่ปลาเป็นผลพลอยได้จากการผลิต เช่น ไข่ปลานำมาเคล้าเกลือ และตากขายได้ มันปลานำมาเจียวขายได้ เช่น ปลา 300 กิโลกรัม เจียน้ำมันได้ 2 ปีบ (36 ลิตร)



ภาพที่ 2.5 การควักไส้



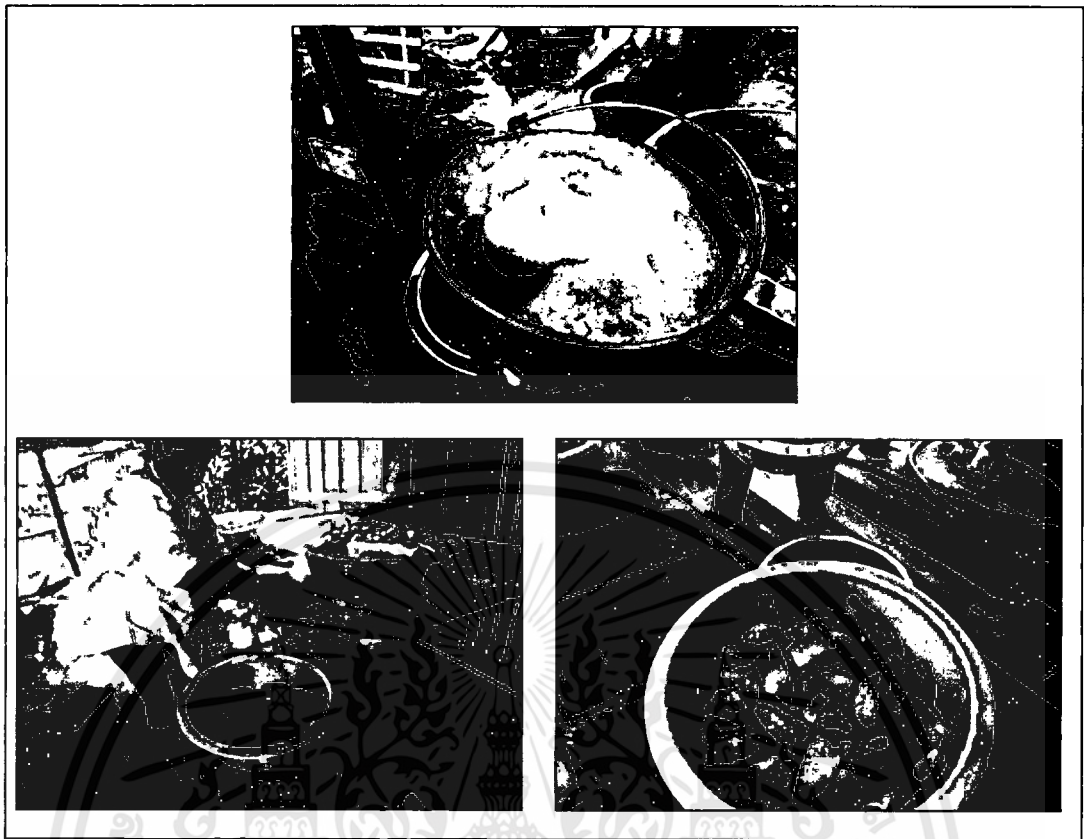
ภาพที่ 2.6 การคัดขนาดปลา

2.3.3.6 การคัดขนาด การคัดขนาดปลาจะคัดขนาดตามราคาขายจากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่ โดยปลาตัวใหญ่จะขายได้ราคาดีกว่าตัวเล็ก ปลาตัวใหญ่ใช้ปริมาณเกลือในการหมักที่มากกว่า และระยะเวลาในการหมักปลาตัวใหญ่จะใช้ระยะเวลาในการหมักนานกว่าปลาตัวเล็ก และขนาดของตัวปลายังมีผลต่อระยะเวลาในการตากแดด การคัดขนาดต้องมีความชำนาญ ซึ่งถ้าปลาในการหมัก 1 ชุด มีขนาดไม่เท่ากันปะปนกันไปจะทำให้ความเค็มไม่เท่ากันรสชาติไม่ได้มาตรฐาน การปรับปรุงโดยการสูบน้ำหนักเพื่อตรวจสอบ ขั้นตอนนี้มีผลต่อต้นทุนการผลิต เพราะถ้าปลาที่ซื้อมามีขนาดเล็กมากกว่าขนาดใหญ่ จะขายไม่ได้ราคาและค่าแรงจะสูงขึ้น เนื่องจากการทำปลาจะจ่ายค่าแรงเป็นตัว (1 หัว=2 บาท) (ภาพที่ 2.6)

2.3.3.7 การชั่งน้ำหนักและใส่เกลือ เกลือที่ใช้เป็นเกลือสมุทร โดยมีอัตราส่วนการคลุกปลากับเกลือ

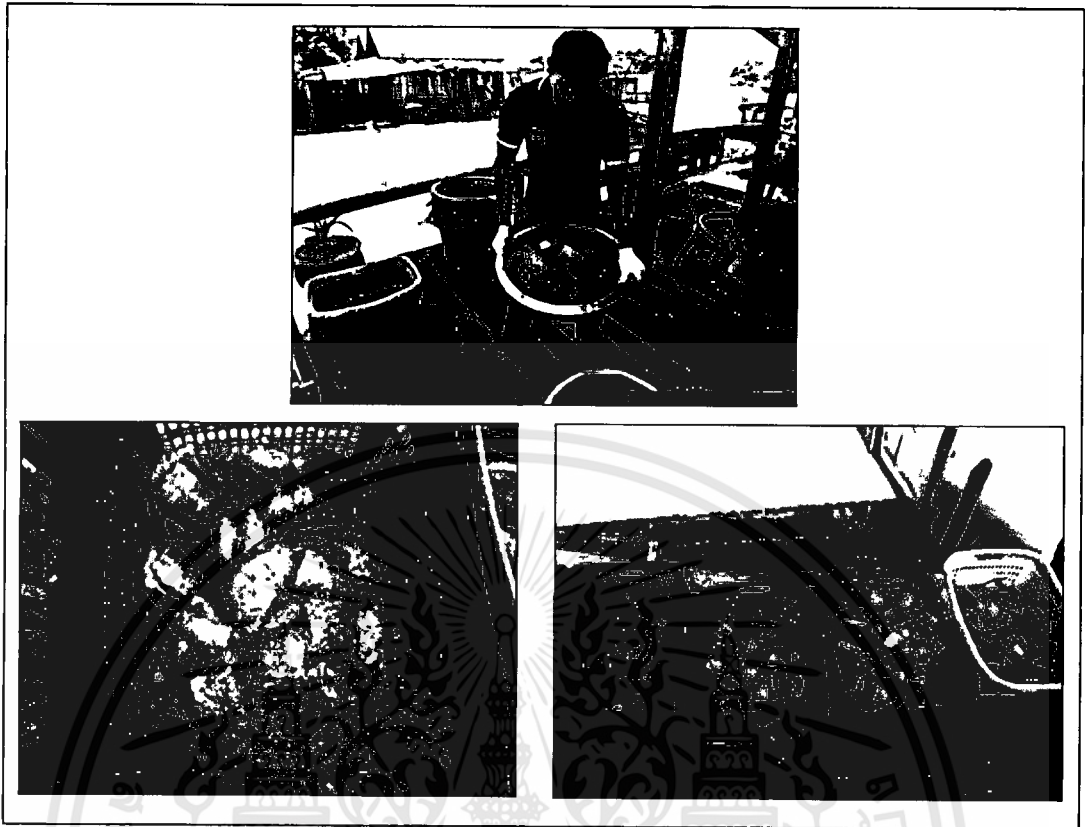
ปลาขนาดเล็ก 7 ก.ก.	ต่อเกลือ 300 กรัม
ปลาขนาดกลาง 8 ก.ก.	ต่อเกลือ 300 กรัม
ปลาขนาดใหญ่ 8 ก.ก.	ต่อเกลือ 300 กรัม

การใส่เกลือจะใส่ด้วยความชำนาญโดยใช้ถ้วยพลาสติก ตักเกลืออาจพูนบ้าง พร่องบ้าง เพราะน้ำหนักมือไม่เท่ากัน ทำให้ความเค็มไม่สม่ำเสมอ เกลือที่ไม่สะอาดจะทำให้ปลาเสียและปนเปื้อนได้ ดังนั้นควรใช้เกลือสมุทรที่เป็นดอกเกลือจะดีกว่า (ภาพที่ 2.7) ดังนี้ ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



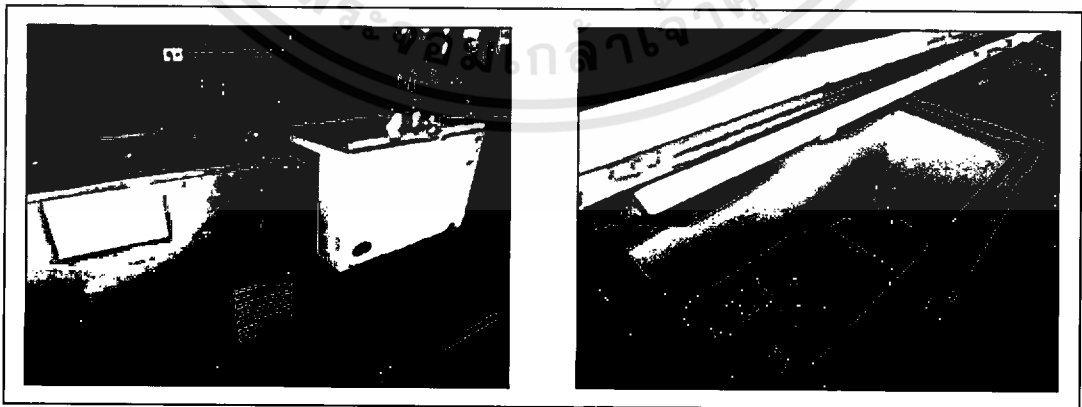
ภาพที่ 2.7 การล้างน้ำหนักและใส่เกลือ

2.3.3.8 การเขย่าเกลือ นำปลาใส่กะละมังอลูมิเนียม เพราะจะมีน้ำหนักเบา จะเขย่าและสั้ดให้ปลาพลิกกลับเพื่อให้เกลือเคลือบทั่วกัน (ภาพที่ 2.8) และการพักปลาในตะแกรงไม่ควรวางตะแกรงบนพื้นโดยตรง ควรมีตะแกรงซ้อนด้านล่าง หรือมีชั้นวาง



ภาพที่ 2.8 การเขย่าปลากับเกลือ

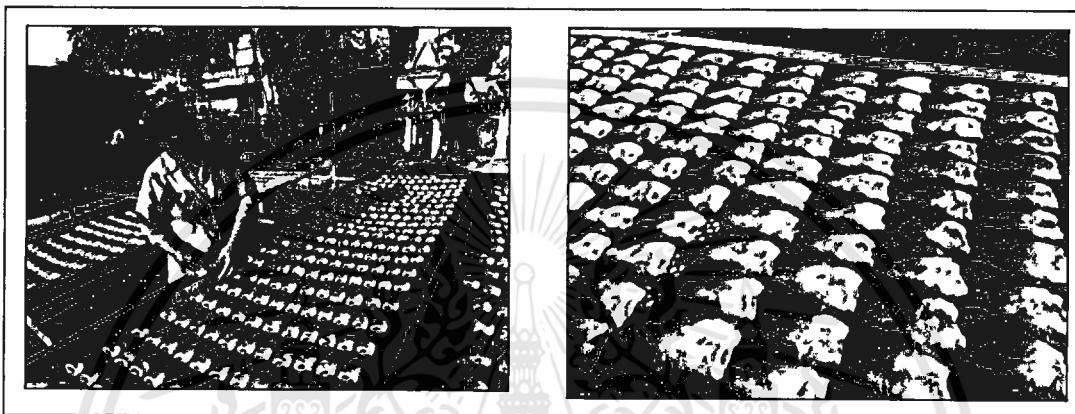
2.3.3.9 การแช่เย็นหมักทิ้งไว้ 1 คืน แสดงดังภาพที่ 2.9 เป็นการใช้ความเย็นรักษาปลาไม่ให้เน่าเสีย และยังเป็นกรหมักปลาเพื่อให้เกลือซึมเข้าในตัวปลาได้อย่างสม่ำเสมอ การแช่ปลาในตู้แช่จะต้องวางปลาทับซ้อนกันเป็นจำนวนมาก ทำให้ความเย็นไม่ทั่วถึง และน้ำเกลือจะลงไปในตะกร้าล่างทำให้ความเค็ม ความชื้นไม่สม่ำเสมอ ควรเก็บไว้ในห้องเย็นจะดีกว่า



ภาพที่ 2.9 การแช่เย็นพลาสติก

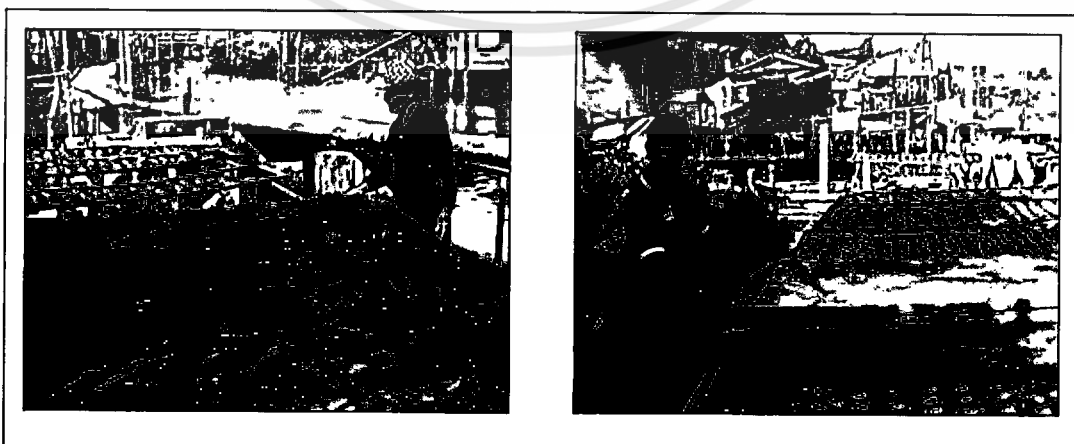
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.10 การตากปลา จะใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้คีบจากหางปลาไปส่วนหัวปลา และวางปลาโดยหันหัวปลาไปทางทิศตะวันออกให้รับแสงแดด (เริ่มตากเวลา 7.00 น.) เพราะแดดจะส่องเข้าทางท้องปลา และจะกลับปลาเวลาบ่ายโมง เพื่อให้ตัวปลาทั้ง 2 ข้างแห้ง เวลาที่ใช้ในการตากแดดจะเป็นตัวกำหนดความนุ่ม ความชื้น และความแห้งกรอบของตัวปลา ถ้าเป็นหน้าที่มีแมลงวันตอมจะใช้ตาข่ายมุ้งคลุม การตากปลาไม่ควรใช้วัสดุที่เป็นไม้ เพราะไม่จะทำให้เกิดเชื้อราและตะไคร่ ซึ่งสัมผัสกับปลาโดยตรง ควรใช้ตะแกรงพลาสติกในการตากปลา (ภาพที่ 2.10)



ภาพที่ 2.10 การตากปลาสด

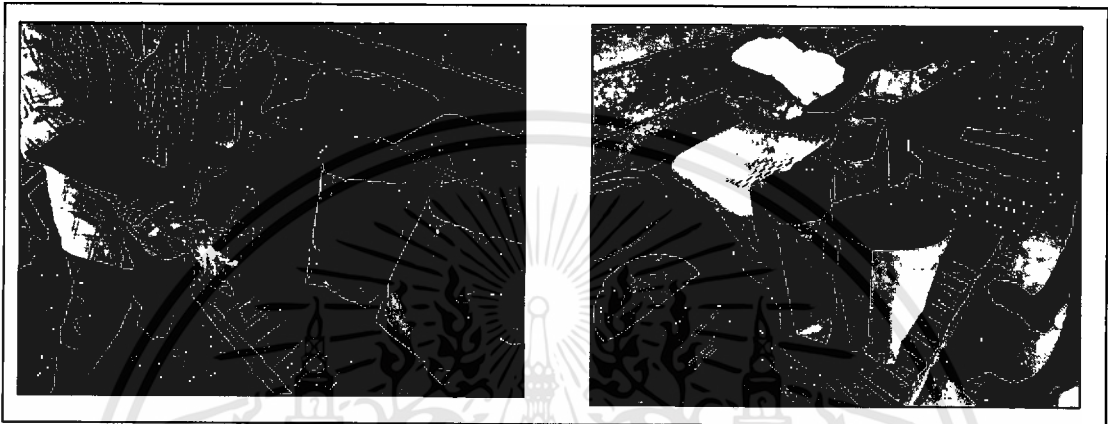
2.3.3.11 การเก็บพลาสติก พลาสติกแดดเดียวจะเก็บเพื่อจำหน่ายในวันรุ่งขึ้น การเก็บจะวางแผงปลาซ้อนกันและใช้ผ้าใบคลุม ถ้าเก็บปลาทับซ้อนกันโดยตรงจะทำให้ปลาชื้น และเสียดได้ง่าย มุ้งตาข่ายคลุมและผ้าใบที่ไม่ได้ซักล้างอาจมีเชื้อรา และมีไรฝุ่นละอองมาสัมผัสกับอาหารได้ ควรใช้ผ้าขาวบางคลุมก่อนจะคลุมผ้าใบ เพราะซักทำความสะอาดง่าย ถ้าเป็นหน้าฝนการเก็บพลาสติกระหว่างรอจำหน่ายจะยุ่งยาก เพราะบริเวณจะมีน้ำฝนทำให้ปลาชื้น ดังนั้นบริเวณเก็บควรเก็บในโรงเรือนที่มีหลังคา (ภาพที่ 2.11)



ภาพที่ 2.11 การเก็บพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.12 การบรรจุ จะบรรจุพร้อมจำหน่าย โดยใช้ถุงกระดาษสีน้ำตาล เพราะจะมีความหนาอุดซึมไขมันได้ดี และระบายความชื้นได้ (ภาพที่ 2.12) พลาสติกจะไม่อับชื้นเพราะถ้าใส่ถุงพลาสติกโดยตรงจะเสียเร็วและมีกลิ่นคาว ควรใส่ผิวมะกรูดเพื่อดับกลิ่นเหม็นระหว่างเดินทาง และบรรจุในถุงพลาสติกอีกครั้ง กระดาษควรเปลี่ยนหีบห่อ เป็นกล่องแข็งแรงสวยงามเพื่อเพิ่มมูลค่า หรือเพื่อควบคุมคุณภาพพลาสติกระหว่างเดินทางควรใส่กล่องโฟมบรรจุน้ำแข็ง



ภาพที่ 2.12 ถุงกระดาษที่นิยมใช้บรรจุพลาสติก

2.4 การถนอมอาหาร

การถนอมอาหาร เป็นกรรมวิธีที่ทำให้อาหารไม่เน่าเสีย สามารถเก็บไว้ได้นาน วิธีถนอมมีหลักสำคัญคือ ป้องกันการเน่าเสียจากจุลชีพต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรีย รา ยีสต์ โดยอาศัยหลักที่ว่าแบคทีเรียต้องการน้ำในการดำรงชีพ แบคทีเรียไม่สามารถทนต่อเกลือและความร้อน หรือวิธีการควบคุมกิจกรรมเอนไซม์ (enzyme activity) ทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่เอนไซม์ของแบคทีเรียไม่สามารถทำงานได้ หรือการใช้การแปรรูปเพื่อการถนอมอาหารดังต่อไปนี้ (วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล, 2537)

2.4.1 การควบคุมอุณหภูมิ

อาจทำได้ทั้งโดยการลดอุณหภูมิ เช่น แช่เย็น (Chilling) โดยการใส่น้ำแข็งทันทีที่จับสัตว์น้ำได้หรือการแช่แข็ง (Freezing) ส่วนวิธีการเพิ่มอุณหภูมิ ได้แก่ บรรจุกระป๋อง (Canning) หรือต้มให้เดือด (Boiling)

2.4.2 กำจัดความชื้นออก ได้แก่

2.4.2.1 การตากแห้ง สามารถแบ่งเป็น การใช้แสงแดดธรรมชาติ (Nature Drying)

กับการใช้เครื่องมือช่วยให้ผลิตภัณฑ์แห้ง เช่น ใช้เตาอบ เตารมควัน อุณหภูมิที่พอเหมาะสำหรับการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตากแห้ง คือ 75 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ระหว่างร้อยละ 50-55 วิธีการตากแห้ง ใช้กันมานานจนถึงปัจจุบัน หลักการทำให้อาหารแห้งก็เพื่อลดปริมาณน้ำที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ ออกจากผลิตภัณฑ์จึงทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นสามารถเก็บรักษาได้นานวันโดยปราศจากจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ที่นำมาตากแห้งนิยมคงเกลือก่อน เพราะเกลือมีคุณสมบัติในการลดปริมาณน้ำของอาหารลงนั่นเอง ในการถนอมอาหารจะต้องทำให้น้ำที่มีอยู่ในอาหาร หรือน้ำในผลิตภัณฑ์นั้น น้อยกว่าค่าต่ำสุดของปริมาณน้ำที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ อาหารนั้นจึงจะปลอดภัยจากจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น ค่าของแบคทีเรียทั่วไป 0.91 เซ็รรา 0.80-0.88 และยีสต์ 0.60-0.65 เป็นต้น

2.4.2.2 การทำเค็ม วิธีนี้ส่วนใหญ่ทำควบคู่ไปกับการตากแห้ง เช่น การทำปลาเค็ม จะต้องดองปลาในน้ำเกลือก่อน 4-5 วัน เพื่อให้น้ำจากตัวปลาลดลงร้อยละ 25-30 และทำให้เกลือซึมเข้าไปในเนื้อปลาร้อยละ 18-20 ความบริสุทธิ์ของเกลือที่ใช้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะถ้าเกลือที่ใช้ นั้นไม่ได้ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ชนิดเดียว แต่มีแคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมคลอไรด์ปนอยู่ด้วย เมื่อผลิตภัณฑ์นั้นแห้งแล้วจะกลับด้านอีก เพราะสิ่งที่ปะปนมากับโซเดียมคลอไรด์จะดูดความชื้นจากอากาศทำให้แบคทีเรียและราเจริญได้ บางครั้งทำให้ปลาเค็มมีสีชมพูหรือสีแดงซึ่งเกิดจากแบคทีเรียพวก red halophilic ซึ่งมีทั้งรูปร่างกลม ได้แก่ *Sarcina litoralis*, *Sarcina spp.* และรูปร่างเป็นแท่ง ได้แก่ *Bacterium crapanicum*, *Serratia salinalia*, *Serratia cutrubra*

2.4.2.3 การรมควัน ปัจจุบันการรมควันผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ เพื่อให้รสชาติผลิตภัณฑ์ดีขึ้นมากกว่าที่จะมุ่งถึงการเก็บรักษา กระบวนการรมควันมี 2 วิธี ที่ใช้กัน คือ Cold Smoking กับ Hot Smoking สำหรับ Cold Smoking อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 85 องศาฟาเรนไฮต์ และ Hot Smoking ใช้อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮต์ ระยะเวลาที่ใช้ในการรมควันขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์ เช่น ปลาขนาดหนัก 1-1.25 ปอนด์ ใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง อุณหภูมิไม่เกิน 80 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นต้น สารเคมีที่พบในควันไฟคือฟีนอล (phenols) ซึ่งสารดังกล่าวนี้จะช่วยยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรมควันสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น

2.4.2.4 กระบวนการหมัก การถนอมผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำโดยวิธีนี้เรียกผลิตภัณฑ์ดังกล่าวว่า เฟอร์เมนเตด ฟิช โปรดัค (Fermented Fish Product) หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหมัก ซึ่งต้องอาศัยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ โดยมีเกลืออยู่ในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ด้วย

2.4.2.5 การใช้รังสี การถนอมอาหารโดยวิธีนี้ยังไม่นิยมใช้กันแพร่หลายปริมาณรังสีที่พอเหมาะสามารถฆ่าจุลินทรีย์แมลง และปรสิตต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่ยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์

2.4.2.6 การใช้สารเคมี เป็นการถนอมอาหารโดยใส่สารเคมีเป็นสารกันหืนหรือสารกันบูด ซึ่งจัดเป็นสารเจือปน (Food Additive) กรดอินทรีย์และสารปฏิชีวนะเป็นต้น การใส่สารปรุงแต่ง เช่น น้ำตาล ผงชูรสในอาหารช่วยทำให้รสชาติดีขึ้น แต่ไม่ได้เป็นการถนอมอาหารโดยตรง

2.5 การนำเสียของปลา

2.5.1 จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเสียของปลา (วิหคชา สังข์แก้ว, 2554)

ปลาสดแช่แข็งนำเสียโดยเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ขณะที่ปลาแห้งและปลาเค็มมีแนวโน้มจะนำเสียโดยเชื้อรา แบคทีเรียที่ทำให้ปลานำเสียเป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ และอื่น ๆ แบคทีเรียหลายชนิดที่ทำให้ปลานำเสียสามารถเจริญได้ดี การเสียของปลาน้ำจืดและปลาน้ำเค็ม มักจะเกิดขึ้นในลักษณะที่คล้ายกัน โดยจะเกิดการนำเสียได้ง่ายจากการกระทำของเอนไซม์ย่อยสลายตัวเอง การเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และการเจริญของจุลินทรีย์ เหงือกปลาเป็นส่วนของนำเสียได้ง่ายที่สุด สัญญาณเริ่มแรกของการนำเสียคือการเกิดกลิ่นผิดปกติ หลังจากจับปลาถ้าไม่เอาเครื่องในออกโดยทันที แบคทีเรียในลำไส้จะเข้าสู่ส่วนของช่องท้อง และจะเกิดการไฮโดรลิซิสของโปรตีน โดยเอนไซม์โปรติเนส กรดไขมันไม่อิ่มตัว ไขมันปลาจะเกิดการออกซิเดชัน การเสียโดยจุลินทรีย์เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ สิ่งแวดล้อม ชนิดของปลา วิธีการจับปลา การขนส่งและการเก็บรักษา เนื้อปลามีปริมาณสารประกอบต่าง ๆ สูงเช่น เปปไทด์ โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ไม่มีคาร์โบไฮเดรต แบคทีเรียชนิดที่สำคัญที่เป็นสาเหตุการเสียของปลา ได้แก่ แบคทีเรียแกรมลบรูปท่อน และแบคทีเรียรูปท่อนที่เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ ได้แก่ แบคทีเรียโคลิฟอร์ม เจริญได้ทั้งที่อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิสูงเล็กน้อย

2.5.2 จุลินทรีย์ที่พบในปลานำเสีย

จุลินทรีย์ที่พบในปลานำเสีย อันดับแรกจะสร้างสารที่ให้กลิ่นไม่ดีซึ่งระเหยได้ แบคทีเรียแกรมลบรูปท่อนจะเริ่มเมแทบอลิซึมสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนและสร้างสารประกอบที่ระเหยได้ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นนำ สารประกอบที่ระเหยได้ที่สร้างขึ้นได้แก่ แอมโมเนีย ไตรเมทิลเอมีน ฮีสตามีน พิพทรีซิน คาคาวาริน อินโดล ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมอแคปแทน ไดเมทิลซัลไฟด์ และสารประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งกรดอะมิโนบางชนิดลดลงในระหว่างการเสียของปลา และมีการสร้างไตรเมทิลเอมีน แอมโมเนีย ฮีสตามีน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารประกอบอื่น ๆ เนื้อปลาสดเกิดการย่อยสลายตัวเองได้เร็วกว่าเนื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม การย่อยสลายตัวเองร่วมกับการนำเสียโดยจุลินทรีย์ช่วยเร่งให้การนำเสียเกิดได้เร็วขึ้น แบคทีเรียผลิตเอนไซม์ย่อยโปรตีนภายนอกเซลล์ซึ่งจะไฮโดรไลสโปรตีนในตัวปลา ให้เปปไทด์และกรดอะมิโนสำหรับเมแทบอลิซึมในขั้นต่อไป การเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการสร้างเมือก การเปลี่ยนสีของตาและเหงือกของปลาและเกิดการสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้ามเนื้อปลาที่ทำให้มีลักษณะอ่อนนิ่มลง

2.5.3 การตรวจสอบปลานำ

การตรวจสอบการนำเสียของปลา ได้ตรวจสอบการรีดิวซ์ไตรเมทิลเอมีนออกไซด์ TMAO ไปเป็นไตรเมทิลเอมีน (TMA) เป็นสารประกอบปกติที่มีในปลาทะเล ปลาสดที่เพิ่งจับมาใหม่ ๆ จะไม่ผ่านการหมักทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มี TMA หรือมีน้อยมาก แบคทีเรียสามารถรีดิวซ์ (TMAO) ได้ไม่เท่ากัน วิธีการตรวจหา TMA จะต้องสกัดสารนี้ออกจากปลาด้วยโทลูอินและโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ตามด้วยการทำปฏิกิริยาด้วยกรดพิริค และสกัดต่อไปด้วยสารละลายโพแทสเซียมแมงกานेट จากนั้นใช้แก๊สโครมาโทกราฟีใช้ตรวจหา headspace TMA การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์สามารถทำสำเร็จภายใน 5 นาที

2.5.4 การเก็บปลาในสภาพสูญอากาศ

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สามารถช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียที่ต้องการอากาศ แต่แบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ และแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีอากาศ สามารถเจริญได้ เช่น จุลินทรีย์กลุ่มแรกที่พบหลังจากที่ปล่อยการเน่าเสียดำเนินต่อไปในสภาพที่มีอากาศ พบจุลินทรีย์เหล่านี้ถึงร้อยละ 62-95 ในปลาที่เน่าเสีย แต่เมื่อปล่อยให้การเน่าเสียของปลาเกิดขึ้นในสภาพที่คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าขึ้นปลา herring มี lactobacilli เจริญเด่นเกือบทั้งหมด ในกรณีขึ้นปลาที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 80 และอีกร้อยละ 20 เป็นอากาศปกติ สำหรับการถนอมปลาไว้ด้วยเกลือ ถ้าหากเติมเกลือเพียงเล็กน้อยปลาอาจเน่าเสียโดยแบคทีเรียที่ชอบความเค็ม อาจยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียส่วนใหญ่ แต่เชื้อราสามารถเจริญที่ผิว สำหรับปลาที่ผ่านการแปรรูปและอาหารทะเลเทียมที่ทำจากเนื้อปลาอาจมีแบคทีเรียเริ่มต้น ชนิดของแบคทีเรียที่พบ ได้แก่ แบคทีเรียที่มีอยู่ดั้งเดิมในปลา และแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการแปรรูป ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะเน่าเสียโดยแบคทีเรียแกรมลบรูปท่อน ถ้าไม่นำไปแช่แข็งอย่างรวดเร็วหรือไม่ใช้ทันทีหลังจากทำให้ละลาย

2.5.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเน่าเสียของปลา

2.5.5.1 ชนิดของปลา ปลาแต่ละชนิดจะเน่าเสียได้ยากง่ายแตกต่างกัน พบว่า ปลาตัวแบนจะเน่าเสียเร็วกว่าปลาตัวกลม เนื่องจากผ่านระยะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วกว่า และปลาที่มีไขมันมากจะเสียเร็วเนื่องจากมีไขมันที่ไม่อิ่มตัว จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดการเหม็นหืนเกิดขึ้น

2.5.5.2 สภาพของปลาในขณะที่ถูกจับ ปลาที่ตื่นมากในขณะที่ถูกจับจะอ่อนเพลียขาดออกซิเจนและบอบช้ำ จึงเสียเร็วกว่าปลาที่ตายทันที และปลาที่ได้รับการระมัดระวังในการขนส่งเป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการที่กำลังคืนต่อสู้ทำให้ไกลโคเจนเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติกหมด ทำให้ pH ต่ำลง และเมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่มีอาหารเต็มกระเพาะในขณะที่ถูกจับก็จะเสียเร็วกว่าปลาที่ไม่มีอาหารอยู่ในกระเพาะเลย

2.5.5.3 ชนิดและจำนวนของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับปลาสดเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียส่วนใหญ่อาจมาจาก โคลน น้ำ เมือก ลำไส้ของปลา และการขนส่ง แบคทีเรียเหล่านี้ อาจเข้าไปทางเหงือกผ่านเข้าเส้นเลือด และแทรกเข้าไปในเนื้อเยื่อ หรือมีการแทรกจากลำไส้เข้าสู่เนื้อเยื่อโดยผ่านช่องว่างของลำตัว การเจริญของแบคทีเรียมักจะเกิดขึ้นแบบเฉพาะที่ แต่ผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการเจริญจะแพร่กระจายไปทั่วปลาอย่างรวดเร็ว และถ้ามีแบคทีเรียปนเปื้อนมาจากการ

เน่าเสียจะเกิดขึ้นเร็วขึ้น ซึ่งการปนเปื้อนอาจมาจากอวนลาก เรือจับปลา ภาชนะบรรจุและโรงงานปลาตัวกลมที่ไม่ได้ฆ่าและเอาไส้ออก มีการปนเปื้อนกับแบคทีเรียในลำไส้จะมีกลิ่นเหม็น เมื่อมีการสลายตัวของอาหารที่อยู่ในลำไส้ และผลผลิตที่เกิดขึ้นจะแพร่เข้าไปในเนื้อปลา ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเอนไซม์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารจะทำการย่อยสลายผนังลำไส้ การฆ่าและไส้ทั้งบนเรือจับปลาจะทำให้แบคทีเรียจากลำไส้ และจากเมือกกระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของปลาได้ และการแตกซำของผิวหนังปลาไม่ว่าจะเป็นแบบใดก็ตามจะทำให้การรักษาคุณภาพของปลาทำได้ลำบากมาก

2.5.5.4 อุณหภูมิ การแช่เย็นปลา เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุดในการป้องกันการเจริญของแบคทีเรีย การแช่เย็นปลาควรทำให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยให้มีอุณหภูมิ 0-1 องศาเซลเซียส และคงที่ไว้ที่อุณหภูมิต่ำตลอด ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น อายุการเก็บของปลาจะสั้นลง ซึ่งแช่เยือกแข็งปลาอย่างรวดเร็ว จะทำให้การถนอมรักษาและอายุการเก็บรักษาปลาเพิ่มขึ้น (Fraser and Sumar, 1998)

2.6 สารไอโอดีน

ไอโอดีน เป็นธาตุเคมีที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติแต่มีการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอ และมีมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ในภาคเหนือ ภาคอีสาน พบปริมาณไอโอดีนในธรรมชาติน้อยกว่าภาคกลาง ส่วนใหญ่พบมากในดินและน้ำแถบที่ราบลุ่มปากแม่น้ำ ชายทะเล และทะเล อาหารที่มีปริมาณไอโอดีนสูง ได้แก่ พืชผักและสัตว์จากทะเลทุกชนิด เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา สาหร่ายทะเล เป็นต้น

2.6.1 ความสำคัญของไอโอดีน (เนาวรัตน์ บุญฤทธิ์, 2553)

ไอโอดีนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อสุขภาพของร่างกายมาก เนื่องจากเป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์ ซึ่งเป็นต่อมไร้ท่อที่มีขนาดใหญ่อยู่บริเวณลำคอด้านหน้า เป็นรูปผีเสื้อต่อมไทรอยด์นี้จะถูกสร้างขึ้นตั้งแต่ทารกอยู่ในครรภ์มารดา เมื่ออายุได้ 5-6 สัปดาห์ และมีหน้าที่ผลิตฮอร์โมนไทรอกซิน หรือไทรอยด์ฮอร์โมนเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย มีบทบาทสำคัญในกระบวนการการเผาผลาญอาหารและพลังงาน ในเซลล์ของร่างกาย ฮอร์โมนนี้มีความจำเป็นสำหรับการสร้างความเจริญเติบโตของร่างกาย ระบบประสาทสมอง และมีตัวควบคุมระดับอุณหภูมิในร่างกาย เพื่อให้ร่างกายมนุษย์อยู่ได้อย่างปกติ เมื่อร่างกายได้รับสารไอโอดีนทางอาหารหรือน้ำ ไอโอดีนจะถูกดูดซึมผ่านลำไส้เข้าสู่กระแสโลหิตภายในเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นต่อมไทรอยด์ก็จะจับเอาสารไอโอดีน ผ่านกระบวนการทางเคมีหลายขั้นตอน เพื่อทำการสังเคราะห์เป็นไทรอยด์ฮอร์โมน เพื่อนำไปใช้ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เช่น สมอง หัวใจ ตับ กล้ามเนื้อ ไอโอดีนที่เหลือจากการใช้ของต่อมไทรอยด์จะถูกขับออกทางไต ปนออกมา กับน้ำปัสสาวะ มีส่วนน้อยมากที่จะถูกขับออกทางลำไส้ปนมากับอุจจาระ การสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์จะอยู่ภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า ซึ่งจะหลั่งฮอร์โมนอีก

ชนิดหนึ่งชื่อ Thyroid stimulating hormone (TSH) ฮอร์โมนนี้จะทำหน้าที่กระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้สร้างไทรอยด์ฮอร์โมน เมื่อปริมาณไทรอยด์ฮอร์โมนมีมากเกินไปเกินความต้องการ ขณะเดียวกันในภาวะที่มีไทรอยด์ฮอร์โมนเพียงพอแล้ว ภาวะต่าง ๆ ก็จะส่งสัญญาณไปยังต่อมใต้สมอง เพื่อลดการผลิตไทรอยด์ฮอร์โมน เป็นผลทำให้ต่อมไทรอยด์ลดการผลิตไทรอยด์ฮอร์โมนลง เป็นการป้องกันไม่ให้สารไทรอยด์ฮอร์โมนมีมากเกินไปเกินความต้องการ ซึ่งจะเป็นผลร้ายต่อร่างกาย นั่นคือ เมื่อใดที่ปริมาณของฮอร์โมนมีมากหรือน้อยเกินไป จะทำให้เกิดภาวะผิดปกติในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ และมีอาการแทรกซ้อนตามมาอีกหลายประการ โดยร่างกายมนุษย์จะมีความต้องการสารไอโอดีนในปริมาณแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอายุและสภาพร่างกายในแต่ละช่วงเวลา โดยเฉพาะผู้หญิงตั้งครรภ์ และหญิงให้นมบุตร จะมีความต้องการสารไอโอดีนมากกว่าปกติ

ไอโอดีนได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นแร่ธาตุสำคัญในการสร้างไทรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาทางสติปัญญา ร่างกาย และควบคุมระบบการเผาผลาญอาหารของร่างกายก่อนที่เด็กทารกจะเกิด สมองของเด็กก็จำเป็นที่จะต้องได้รับไอโอดีนเพื่อพัฒนาเครือข่ายของระบบเซลล์ประสาท ให้สามารถเชื่อมโยงได้อย่างหนาแน่น หากปราศจากสารไอโอดีนอย่างเพียงพอ การเชื่อมโยงของระบบประสาทจะไม่หนาแน่น ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อความสามารถทางสติปัญญาของเด็กไปตลอดชีวิตได้ ระดับสติปัญญา (ไอคิว) โดยเฉลี่ยในกลุ่มประชากรที่ได้รับสารไอโอดีนอย่างไม่เพียงพออาจต่ำกว่าประชากรที่ได้รับสารไอโอดีนอย่างเพียงพอได้ถึง 10-15 จุด

2.6.2 ผลกระทบของการขาดไอโอดีน

การขาดสารไอโอดีนทำให้ร่างกายเกิดภาวะพร่องไทรอยด์ฮอร์โมน ส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อการเจริญเติบโต ในระบบอวัยวะต่างๆของมนุษย์ทุกกลุ่มตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา วัยแรกเกิด วัยเด็ก วัยหนุ่มสาว จนถึงวัยชรา โดยมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการขาดสารไอโอดีน ถึงแม้ว่าความต้องการสารไอโอดีนของร่างกายจะมีปริมาณไม่มาก แต่ร่างกายจำเป็นที่จะต้องได้รับสารไอโอดีนทุก ๆ วัน เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมน เพราะสารไอโอดีนที่เรารับประทานเข้าไป ส่วนที่เหลือจากการใช้ของต่อมไทรอยด์แล้วจะถูกขับออกมาทางปัสสาวะเกือบทั้งหมดไม่สามารถเก็บสะสมไว้ในร่างกายได้ในปริมาณมาก ถ้าร่างกายรับสารไอโอดีนไม่มีเพียงพอจะทำให้ไทรอยด์ฮอร์โมนต่ำ เกิดการเสียสมดุลในการควบคุมการทำงานของต่อมไทรอยด์ ทำให้กระตุ้นไทรอยด์ฮอร์โมนและกระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์แบ่งตัวออกมาทำให้มีขนาดโต เรียกว่า คอพอก นอกจากนี้การขาดสารไอโอดีนยังก่อให้เกิดผลกระทบอื่น ๆ ทางด้านสุขภาพ ทำให้ร่างกายเกิดภาวะผิดปกติต่าง ๆ หลายประการ เรียกว่า ภาวะผิดปกติจากการขาดสารไอโอดีน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของการขาดสารไอโอดีน และความยาวนานของการขาดสารไอโอดีน หากมีภาวะผิดปกติตั้งแต่แรกเกิด เรียกว่า ภาวะพร่องไทรอยด์ฮอร์โมนแต่กำเนิด (Congenital hypothyroidism) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย และการพัฒนาการทางกาย และการพัฒนาของเซลล์ระบบประสาทของทารก

โรคขาดสารไอโอดีนเคยเป็นปัญหาทางด้านร่างกายเท่านั้น เพราะผลกระทบเพียงแต่ทำให้ต่อมไทรอยด์โต (โรคคอพอก) แต่ปัจจุบันโรคขาดสารไอโอดีนได้รับการยอมรับว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติทางระบบประสาทมากที่สุดจากภาวะการขาดสารไอโอดีนทั้งหมด นับตั้งแต่พัฒนาการทางสมองและร่างกายต่ำ โรคเอื้อ และโรคคอพอก การขาดสารไอโอดีนเพียงเล็กน้อยในกลุ่มประชากรทั่วไปอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้และระดับสติปัญญาของมนุษย์ (ไอคิว) การขาดสารไอโอดีนในหญิงตั้งครรภ์จะทำให้ตัวอ่อนมีพัฒนาการช้า ทั้งยังอาจทำให้เกิดการแท้ง ทารกตายตั้งแต่อยู่ในครรภ์และปัญหาอื่น ๆ นอกจากนั้นผลกระทบของโรคขาดสารไอโอดีน ยังทำให้เกิดโรคเอื้อ ผลการเรียนรู้ไม่ดี สติปัญญาดำ สำหรับในผู้ใหญ่จะทำให้ทำงานได้น้อยกว่าที่ควร

2.6.3 สาเหตุของการขาดสารไอโอดีน

การขาดสารไอโอดีนมีสาเหตุที่สำคัญหลายประการ ที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ลักษณะทางธรรมชาติ ภูมิประเทศ ภาวะเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งมาตรการในการควบคุมและป้องกันการขาดสารไอโอดีน มีรายละเอียดดังนี้

2.6.3.1 สาเหตุทางธรรมชาติ สภาพแวดล้อมที่ขาดสารไอโอดีนพบมากทั่วโลก ไม่จำกัดเฉพาะบริเวณห่างไกลทุรกันดาร หรือบริเวณภูเขาเหมือนที่เคยเข้าใจกัน เนื่องจากไอโอดีนถูกชะล้างออกจากดิน และไหลลงสู่ทะเลเป็นระยะเวลากว่าล้านปี ทำให้ผลผลิตอาหารในภาคเกษตร และน้ำดื่มมีปริมาณไอโอดีนต่ำอยู่ตลอด ส่งผลให้พืชและสัตว์ ซึ่งประชาชนใช้บริโภคอยู่เป็นประจำ มีปริมาณสารไอโอดีนต่ำด้วย ตัวอย่าง เช่น ผักที่ปลูกในจังหวัดแพร่จะมีปริมาณสารไอโอดีนที่ต่ำกว่าผักที่ปลูกในกรุงเทพมหานคร 6 ถึง 16 เท่า ทำให้ผู้ที่บริโภคอาหารในท้องถิ่นนั้นจะมีความเสี่ยงต่อการขาดสารไอโอดีน หากไม่ได้รับการเสริมสารไอโอดีนจากแหล่งอาหารอื่น ๆ จึงพอจะกล่าวได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคขาดสารไอโอดีน คือ การขาดสารไอโอดีนในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ดังนั้นถ้าหากหญิงตั้งครรภ์ไม่ได้รับสารอาหารที่มีการเสริมไอโอดีนจากแหล่งอื่น ก็จะทำให้เกิดภาวะการขาดสารไอโอดีนได้ง่าย

2.6.3.2 อำนาจในการซื้ออาหารที่มีปริมาณสารไอโอดีนสูง เนื่องจากพื้นที่ ที่มีปัญหาการขาดสารไอโอดีน มักจะเป็นพื้นที่ห่างไกลการคมนาคมขนส่งไม่สะดวก การขนส่งอาหารทะเลเป็นอาหารที่มีปริมาณสารไอโอดีนสูง หรือการกระจายเกลือไอโอดีนในพื้นที่ เป็นไปไม่สม่ำเสมอ ประชาชนไม่สามารถหาซื้ออาหารทะเล และเกลือไอโอดีนซึ่งมีราคาแพงกว่าเกลือที่ไม่เสริมไอโอดีน จึงก่อให้เกิดภาวะขาดสารไอโอดีนได้ง่าย

2.6.3.3 ความรู้ความเข้าใจต่อปัญหาและสาเหตุของโรคขาดสารอาหาร การรับรู้ของประชาชนเรื่องโรคคอพอก จะมีผลต่อการดำเนินการควบคุมและป้องกันโรคคอพอก ประชาชนโดยทั่วไปยังขาดความรู้ถึงสาเหตุ และความรุนแรงของโรคขาดสารอาหารต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการทางสติปัญญาของร่างกาย และประชาชนส่วนใหญ่เห็นว่าโรคคอพอกยังเป็นภาวะปกติ

ของร่างกาย ถ้าสามารถทำงานได้ตามปกติ และไม่ถือว่าโรคคอปอกเป็นสิ่งที่น่ารังเกียจหรือเป็นโรคติดต่อ ตลอดจนเชื่อว่าเป็นเรื่องของเวรกรรมหรืออำนาจเหนือธรรมชาติ ฉะนั้นการที่ประชาชนมีการรับรู้ในสิ่งดังกล่าว อาจทำให้ประชาชนไม่ตระหนักในความสำคัญของปัญหาการขาดสารไอโอดีน และไม่สนใจในการแก้ไขปัญหามาของการขาดสารไอโอดีน

2.6.3.4 มาตรการในการควบคุมและป้องกันการขาดสารไอโอดีน เนื่องจากยังพบปัญหาการขาดสารไอโอดีนจำนวนมาก รัฐบาลจึงมีมาตรการดำเนินงานเสริมไอโอดีนจึงต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ มีความยืดหยุ่นสูง สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่น สาเหตุที่ทำให้โรคขาดสารไอโอดีนยังไม่สามารถขจัดให้หมดไปจากประเทศไทย ประการที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ปริมาณสารไอโอดีนโดยเฉพาะเกลือไอโอดีนอย่างต่อเนื่อง และสาเหตุอื่น ๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงนโยบายและการให้ความสำคัญของปัญหาโภชนาการของประเทศ ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญยิ่ง ครอบครัว เศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งหญิงตั้งครรภ์ซึ่งเป็นวัยวิกฤตที่การเจริญเติบโตพัฒนาการของสมอง และระบบประสาทส่วนกลางจะได้รับความกระทบกระเทือนมากที่สุดจากการขาดสารไอโอดีน

สารไอโอดีนมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ และความสามารถละลายในน้ำเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งถ้าหากวิธีการเก็บรักษาไม่ดี ก็จะทำให้การคงสภาพของระดับความเข้มข้นของสารไอโอดีนในเกลือลดลงไปด้วย และถ้าระยะตั้งแต่การผลิตจนถึงการนำมาบริโภคใช้เวลานาน จะทำให้การคงสภาพของระดับความเข้มข้นของสารไอโอดีนในเกลือลดลงได้ นอกจากนี้วิธีการปรุงอาหารโดยใช้ความร้อน จะทำให้สารไอโอดีนในเกลือสูญเสียไปได้ง่าย โดยเฉพาะภาชนะและอุปกรณ์ที่เป็นโลหะใน การปรุงอาหารจึงอาจทำให้ประชาชนได้รับสารไอโอดีนน้อยลงไปด้วย (เนาวรัตน์ บุญรักษ์, 2553)

2.6.4 ปริมาณไอโอดีนที่ร่างกายต้องการ

โดยปกติร่างกายคนเราต้องการสารไอโอดีน 150 ไมโครกรัมต่อคนต่อวัน เท่านั้น แต่ก็ขาดไม่ได้แม้แต่วันเดียว เพราะร่างกายไม่สามารถสะสมไว้ได้ จึงจำเป็นต้องกินอาหารที่มีสารไอโอดีนทุกวัน สารไอโอดีนบางส่วนจะถูกนำไปใช้ในการสร้างฮอร์โมนสำหรับการเติบโตของร่างกายและสมอง ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกจากร่างกาย โดยความต้องการไอโอดีนแต่ละวัยจะแตกต่างกัน โดยมีข้อกำหนดการบริโภคไอโอดีนขององค์การอนามัย ระบุว่า การบริโภคสารไอโอดีนประจำวัน ในระดับที่ปลอดภัยอยู่ระหว่าง 50 ไมโครกรัม ถึง 1000 ไมโครกรัม โดยทั่ว ๆ ไปปริมาณไอโอดีนที่เหมาะสมสำหรับ ผู้ใหญ่ คือ วันละ 100-300 ไมโครกรัม สำหรับประเทศไทย กรมอนามัยและคณะกรรมการอาหารและยา จัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกาย ควรได้รับของประชาชนชาวไทย ได้กำหนดปริมาณสารไอโอดีนที่ควรได้รับในบุคคลต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารไอโอดีนที่ควรได้รับในบุคคลต่าง ๆ

ประเภทของประชากร	ปริมาณสารไอโอดีนที่ควรได้รับใน 1 วัน (ไมโครกรัม)
เด็กต่ำกว่า 3 เดือน	ได้รับเพียงจากนมแม่ของแม่ที่ไม่ขาดสารไอโอดีน
เด็กอายุ 3-11 เดือน	50
เด็กอายุ 1-3 ปี	70
เด็กอายุ 4-6 ปี	90
เด็กอายุ 7-9 ปี	120
วัยรุ่นและผู้ใหญ่	150
หญิงมีครรภ์	175
หญิงให้นมบุตร	200

ที่มา : (กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2535)

2.7 เกลือ (Salt)

เกลือ เป็นแร่ธาตุทางโภชนาการชนิดหนึ่ง โดยหลักแล้ว คือโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) ซึ่งสามารถสกัดได้จากสัตว์ และพืช แต่เกลือจากพืชบางครั้งอาจเป็นพิษ เกลือบริโภคสามารถผลิตได้จากน้ำทะเลหรือดินเค็ม เป็นเครื่องปรุงอาหารที่ให้รสเค็มที่มีมาตั้งแต่โบราณ สามารถใช้ถนอมอาหารในประวัติศาสตร์ เกลือเคยถูกใช้เป็นค่าตอบแทนในกองทัพโรมัน และในหลายศาสนาก็มีการกล่าวถึงเกลือไว้ด้วย

เกลือที่นิยมใช้บริโภคและในอุตสาหกรรมปลาหมักคือเกลือสมุทร เพราะเป็นเกลือที่หาง่าย ราคาถูก การขนส่งไปมาสะดวก เกลือสมุทรที่ใช้เป็นเกลือที่ยังไม่ได้ฟอกแบ่งออกได้เป็น เกลือขาว และเกลือหม่น เกลือขาวเป็นเกลือสีขาวที่สะอาด แต่เกลือหม่นมีละอองดิน ทราาย และทำให้สากรปาก เป็นเกลือที่ไม่บริสุทธิ์ (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538)

2.7.1 เกลือที่ใช้ในอุตสาหกรรมปลาหมัก

2.7.1.1 เกลือ มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมปลาหมัก เพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับลักษณะเนื้อสัมผัส ของเนื้อปลา การซึมซาบของเกลือเข้าไปในเนื้อปลา กลิ่นรสและคุณสมบัติในการเก็บรักษาปลา เกลือสมุทรที่ยังไม่ได้ฟอก เช่นเกลือที่ทำในประเทศ นอกจากโซเดียมคลอไรด์ ฟูนละอง ดิน ทราาย แล้วยังมีสารประกอบอื่น ๆ อีกหลายชนิดปะปนอยู่ ได้แก่ เกลือจำพวก alkaline earth salts เช่น แคลเซียม แมกเนเซียม โซเดียมซัลเฟต และคาร์บอเนต เป็นต้น

สารประกอบเหล่านี้ทำให้อาหารปลาหมักมีคุณภาพต่ำลง โดยแคลเซียม และแมกนีเซียม คลอไรด์ที่อยู่ในเกลือขึ้นง่าย เพราะเป็นสารดูดความชื้นจากอากาศ การที่เกลือมีความชื้นมากจะทำให้ปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ต่ำลง เมื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมปลาหมักจึงอาจจะทำให้ปลาเสียได้ง่าย เพราะความเค็มไม่พอที่จะป้องกันการเสียของปลาได้

ถ้ามีเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียมปนอยู่ด้วย เกลือจะซึมเข้าไปในปลาได้ช้า พวกเกลือซัลเฟตก็มีผลอย่างเดียวกันแต่น้อยกว่า ในเมืองหนาวปัญหาในเรื่องนี้สำคัญนัก แต่ในเมืองร้อนถ้าปลาหมักเนื้อหนาอาจทำให้เนื้อปลาที่อยู่ข้างในเสียได้

2.7.1.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเกลือ คุณสมบัติที่สำคัญขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดเกลือถ้าเม็ดเกลือใหญ่ก็ละลายได้ช้าจะให้เกลือละลายเร็วเพื่อให้ซึมซาบเข้าไปในปลาได้เร็ว ก็ต้องใช้เกลือที่มีเม็ดละเอียดแต่สำหรับการทำปลาหมัก ใช้เกลือเม็ดละเอียดเกินไปก็ไม่ดี เพราะเกลือจะไปละลายน้ำกล้ามเนื้อของปลาทำให้ความชื้นของเนื้อเยื่อบริเวณผิวหนังแห้งไปเร็ว และทำให้รวมตัวกันเป็นก้อน ป้องกันไม่ให้เกลือซึมซาบเข้าไปถึงเนื้อภายในได้ง่าย ถ้าใช้เกลือเม็ดใหญ่เกินไป ก็จะทำให้การซึมซาบของเกลือช้า ทำให้ปลาเสียได้ง่าย

2.7.2 ชนิดของเกลือ

เกลือเรียกตามแหล่งที่มา มี 2 ประเภทได้แก่

2.7.2.1 เกลือสมุทร (Sea salt) คือ เกลือที่ได้จากสูบน้ำทะเลเข้ามาขังไว้ในที่นา ผึ่งแดด และลมจนน้ำระเหยเหลือแต่ผลึกเกลือสีขาว

2.7.2.2 เกลือสินเธาว์ หรือ เกลือหิน คือ เกลือที่ได้จากดินเค็ม โดยการปล่อยน้ำลงไปละลายหินเกลือที่อยู่ใต้ดินแล้วจึงสูบน้ำกลับขึ้นมาตากหรือต้มให้น้ำระเหยไป

2.7.3 ลักษณะของเกลือ

เกลือเม็ด ผลิตโดยชาวนาเกลือทะเลและผู้ผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยวิธีตาก นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การดองผักผลไม้ และไอศกรีม และเกลือป่น ผลิตโดยโรงงานเกลือป่นที่ซื้อเกลือเม็ดจากชาวนาเกลือมาแปรรูปเป็นเกลือป่น และผู้ผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยวิธีการต้ม เกลือป่นที่ไม่ต้องผ่านการแปรรูปนิยมทำเป็นเกลือบริโภคตามบ้านเรือน

2.7.4 แหล่งกำเนิดของเกลือ

แหล่งกำเนิดของเกลือ คือ ทะเล ทะเลสาบน้ำเค็ม บ่อน้ำเกลือ ดินและใต้ดินเกลือที่ผลิตได้ใช้ชื่อตามแหล่งกำเนิดของเกลือ

2.7.4.1 เกลือทะเลหรือเกลือสมุทร ในการผลิตเกลือทะเลชาวนาเกลือได้สูบน้ำทะเลให้ไหลเข้าแปลงนาเกลือ เพื่อตากแดดให้น้ำเกลืออึดตัวจนกระทั่งเกลือตกผลึกแล้ว ใช้เครื่องมือที่ทำด้วยไม้เรียกว่า คทาชวยผลึกของเกลือที่จับกันเป็นแผ่นให้แตกออกจากกันเป็นเม็ด และลากเม็ด

เกลือให้รวมกันเป็นกอง จากนั้นก็ระบายน้ำเกลือที่เหลือออกจากรานเกลือจนหมดและทิ้งเกลือตากแดดไว้ 2-3 วันจนแห้งแล้วจึงขนเข้าเก็บในถังฉาง

2.7.4.2 เกลือสินเธาว์ผลิตได้ด้วยการต้มหรือตากแดดน้ำเกลือจาก 3 แหล่ง

1) บ่อน้ำเกลือซึ่งเกิดจากน้ำผิวดินไหลแทรกซึมลงใต้พื้นดินผ่านชั้นเกลือหินแล้วละลายเกลือขึ้นไปส่วนหนึ่ง สารละลายเกลือที่เกิดขึ้นก็ไหลไปสู่พื้นที่ระดับต่ำแล้วซึมขึ้นบนผิวดินบ้าง หรือพุขึ้นตามแอ่งบ้าง จนกลายเป็นบ่อน้ำเกลือ

2) กราบเกลือบนผิวดินหรือพื้นที่บ่อตื้น ๆ ที่แห้งแล้ว เมื่อนำดินจากผิวดินหรือพื้นที่บ่อมาสกัดด้วยน้ำ จะได้น้ำเกลือ

3) น้ำเกลือใต้ดิน โดยการเจาะพื้นดินลงไปจนพบน้ำเกลือที่เค็มจัด แล้วใช้ถังชัก

2.7.5 ปริมาณไอโอดีนในเกลือบริโภค

จากการสำรวจปริมาณไอโอดีนในเกลือบริโภคจากแหล่งต่าง ๆ พบว่าทั้งเกลือทะเลและเกลือสินเธาว์ มีปริมาณไอโอดีนไม่แตกต่างกัน คือมีน้อยมากอยู่ในช่วง 2-5 ไมโครกรัมต่อเกลือ 1 กิโลกรัมเท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ปริมาณที่ร่างกายต้องการไอโอดีนเฉลี่ยวันละ 150 ไมโครกรัม

กระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศกระทรวง ฉบับที่ 153 เมื่อ ปีพุทธศักราช 2537 เรื่องเกลือบริโภค เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน โดยจะต้องมีปริมาณไอโอดีนไม่น้อยกว่า 30 ส่วนในล้านส่วน (30 มิลลิกรัมต่อเกลือบริโภค 1 กิโลกรัม) นอกจากนี้เกลือบริโภคอาจมีแร่ธาตุอื่น ๆ ปนได้ ดังนี้ (ราชกิจจานุเบกษา, 2553)

2.7.6. การผลิตเกลือไอโอดีน

การผลิตเกลือไอโอดีน คือ การนำเอาเกลือสินเธาว์ หรือเกลือทะเลมาเติมสารเคมีที่ใช้มีหลายชนิด เช่น โซเดียมไอโอไดด์ (NaI) โปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) และโปแตสเซียมไอโอเดท (KIO₃) กรมอนามัยเลือกใช้โปแตสเซียมไอโอเดท เนื่องจากมีความคงตัวสูงกว่าโซเดียมไอโอไดด์และโปแตสเซียมไอโอไดด์ โปแตสเซียมไอโอเดท สามารถทนได้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง เกิดความสูญเสียของไอโอดีนในเกลือระหว่างการขนส่ง และระหว่างการเก็บรักษา น้อยกว่าใช้โซเดียมไอโอไดด์และโปแตสเซียมไอโอไดด์

ไอโอเดทเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยน (Reduce) เป็นไอโอไดด์ (Iodide) เพื่อให้ร่างกายนำไปใช้จากการทดลองในหนูและกระต่าย พบว่ามีไอโอไดด์ ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นหลังจากให้กินโปแตสเซียมไอโอเดทเพียง 2-3 นาที

สารละลายโปแตสเซียมไอโอเดท ที่เติมในสัดส่วนของไอโอดีน 50 ส่วนต่อปริมาณ เกลือ 1 ล้านส่วน (50 ppm) วิธีการผสมเกลือไอโอดีน มีหลายวิธี เช่น โรงงานเล็ก ๆ ใช้วิธีผสมไอโอดีนด้วยมือ ฝักบัวรดน้ำ พลับหรือฟ็อกกี้ที่ฉีดน้ำ โรงงานขนาดใหญ่ ใช้วิธีการตักเกลือ ใส่สายพาน ให้เกลือ

ไหลไปตามสายพานผ่านท่อฉีดพ่นสารละลายละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ แล้วปล่อยให้เกิดไอไหลลงไปสู่ถังผสม เพื่อผสมให้เกลือกับไอไอดินเข้ากัน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุตินา และคณะ (2543) ศึกษาการเสริมไอโอดินในระดับแปลงปลูกข้าวด้วยการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ ซึ่งทำการทดลองในข้าว 2 สายพันธุ์คือ พันธุ์แพร์ 1 และพันธุ์คลองหลวง 1 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวสองสายพันธุ์ใน 3 ตัวอย่างคือ ข้าวที่ไม่มีการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์(ตัวควบคุม) ข้าวที่มีการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ในระยะแตกหน่อจนถึงระยะที่มีการผสมเกสร และข้าวที่มีการฉีดพ่นไอโอไดด์ในระยะเกิดช่อจนถึงระยะผสมเกสร พบว่าการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์มีผลต่อการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์ และทำให้ปริมาณไอโอดินในข้าวกล้องเป็น 6.62 ถึง 7.23 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และในข้าวสารเป็น 4.89 ถึง 5.04 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 มีปริมาณไอโอดินสูงกว่าข้าวพันธุ์แพร์ 1 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาถึงการเสริมไอโอดินในข้าวด้วยการเคลือบโดยใช้สารเคลือบเป็นเจลแบ่งข้าว 2 ชนิด และสารละลาย MPMC (Methylcellulose ร่วมกับ Hydroxy propyl methyl cellulose) ทำการเคลือบ 3 ระดับคือ ร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่า ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่มีการเคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ ร้อยละ 3 มีปริมาณของไอโอดินสูงสุด (ไอโอดิน 32.88 ถึง 40.37 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ส่วนข้าวพันธุ์แพร์ 1 จะมีปริมาณไอโอดินสูงที่สุดเป็น 47.93 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้งเมื่อเคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ ร้อยละ 5 และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเคลือบทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าข้าวที่เคลือบด้วยเจลแบ่งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมสูงกว่าข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์

อรประพันธ์ และคณะ (2546) ได้ศึกษาถึงการเสริมสารไอโอดินในอาหารไก่ เพื่อให้ไข่ที่ได้มีปริมาณไอโอดินสูงขึ้น โดยตรวจปริมาณไอโอดินใน 3 ตัวอย่างคือ ไข่ดิบ ไข่ที่ผ่านการต้มเป็นระยะเวลาสั้น และไข่ที่ผ่านการต้มเป็นเวลานาน จากผลการทดลองพบว่าปริมาณไอโอดินในไข่แดงที่วิเคราะห์ได้ จากแต่ละฟาร์ม รวมทั้งจากค่าเฉลี่ยของทุกฟาร์ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และปริมาณไอโอดินที่สะสมอยู่ในไข่แดง จะมีความคงทนต่อความร้อนที่ใช้ในการปรุงอาหารได้โดยการต้ม ซึ่งเปลือกไข่ถือเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้เนื้อไข่ภายในสัมผัสกับความร้อนและอากาศภายนอก จึงช่วยป้องกันการสูญเสียของสารที่ให้คุณค่าที่โภชนาการภายในเปลือกไข่ได้

สมบุรณ์ และคณะ (2551) ได้การศึกษการเสริมไอโอดินในปลาร้า เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ปลาร้าเป็นที่ยอมรับมากขึ้น โดยทำการศึกษาในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นและหนองบัวลำภู ให้มีการใช้เกลือไอโอดินในการหมักปลาร้า และสุ่มตัวอย่างจากผู้ผลิตและจำหน่ายจำนวน 6 ราย เพื่อวิเคราะห์การ

ยอมรับของผู้ผลิต รวมถึงการเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งพบว่าการใช้เกลือไอโอดีนในการหมัก จะทำให้ปลาร้ามีปริมาณไอโอดีนเพิ่มสูงขึ้นทุกตัวอย่าง เปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในปลาร้าเมื่อเริ่มต้น และหมักครบ 3 เดือน พบว่าปลาร้าที่หมักด้วยเกลือไอโอดีน เมื่อเริ่มต้นทดลองจะมีปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาร้า คือมีปริมาณไอโอดีน 2,374 – 1,484 ไมโครกรัมต่อร้อยละ เปรียบเทียบไอโอดีนในปลาร้าดิบ ปลาร้าสุก ปลาร้าปรุงแต่งหมักนาน 3 เดือน พบว่าปลาร้าสุกมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าปลาร้าดิบ และปลาร้าปรุงแต่งมีปริมาณไอโอดีน ต่ำกว่าปลาร้าดิบ และปลาร้าสุก การยอมรับ ด้านสีปลาร้าเสริมไอโอดีนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด คือร้อยละ 60.7 รองมาเป็นกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ร้อยละ 57.8 , 54.8 และ 44.4 ตามลำดับ

มยุรี และคณะ (2551) อธิบายถึงกระบวนการเก็บรักษาปลาสดตากแห้ง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของปลาสด ปัจจัยที่สำคัญคือ ความชื้นและปริมาณเกลือ โดยปริมาณความชื้นไม่ควรเกินร้อยละ 30 และปริมาณเกลือควรอยู่ระหว่างร้อยละ 2-3 จากข้อมูลยืนยันถึงอิทธิพลของความชื้นที่ส่งผลโดยตรงต่อความแข็งของปลา นอกจากนี้ยังมีการใช้สารกันเชื้อราเพื่อยืดอายุการเก็บ ได้แก่ กรดไพรนิโอนิก (Propionic acid) และสารโซเดียมไพรนิโอเนต (Sodium propionate) ซึ่งการใช้สารดังกล่าวควบคุมกับบรรจุภัณฑ์จะทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 8 เดือน

Warune *et al* (2004) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาปลาสดเคเดเดี่ยวและกระดุกทอด โดยเปรียบเทียบกระบวนการก่อนการทอด การทอดธรรมดาที่ทอดสุญญากาศ สภาวะการเก็บรักษาในกระป๋องแบบ easy-open ที่สภาวะต่างๆ กระบวนการผลิตประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การลดปริมาณความชื้นก่อนทอดด้วยการทอดที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 10 นาทีสามารถลดความชื้นจากร้อยละ 78.35 เหลือร้อยละ 62.31 ซึ่งให้ผลดีกว่าการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที 2) การเลาะกระดุก ครีบ และหางออก 3) ทอดแบบใช้ความดันธรรมดา (760mmHg) อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที ทำให้ปลาสดเคเดเดี่ยวและกระดุกทอดมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 33.05 เมื่อเทียบกับปลาที่ทอดในสภาวะสุญญากาศที่มีความดันต่ำ (150 มิลลิเมตรปรอท) ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที ซึ่งมีไขมันเท่ากับร้อยละ 16.59 อายุการเก็บรักษาของปลาที่ทอดแบบธรรมดาที่ทอดแบบสุญญากาศที่เก็บในกระป๋อง easy-open วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 2 องศาเซลเซียส และมีสารดูดออกซิเจนสามารถเก็บได้นาน 18 สัปดาห์ และมากกว่า 20 สัปดาห์ แต่หากไม่ใส่สารดูดออกซิเจนจะเก็บได้นาน 12 และ 18 สัปดาห์ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของปลาสดเคเดเดี่ยวทอด 100 กรัม ให้พลังงาน 517.81 กิโลแคลอรี โปรตีน 55.37 กรัม ไขมัน 30.05 กรัม คาร์โบไฮเดรต 6.47 กรัม ไฟเบอร์ 0.58 กรัม แคลเซียม 312.01 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 29.81 มิลลิกรัม โซเดียมคลอไรด์ 4.31 กรัม

Eckhoff และ Maage (1997) วัดปริมาณไอโอดีนในปลาน้ำจืดและน้ำเค็มที่บริโภคในแถบแอฟริกาตะวันออก โดยตัวอย่างจะถูกทำแห้ง ปั่นรวมเป็นเนื้อเดียวกัน และวัดปริมาณไอโอดีนด้วย Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) และใช้ tellurium เป็น internal standard

ผลการวิเคราะห์พบว่าในเนื้อปลาทะเลมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าปลาน้ำจืด 5-10 เท่า โดยปลา change มีปริมาณไอโอดีนสูงสุด 920 มิลลิกรัม ไอโอดีนต่อกิโลกรัม น้ำหนักเปียก ต่ำสุดเป็นเนื้อปลา babus จากทะเลสาบ Awasa มีเพียง 5-8 มิลลิกรัม ไอโอดีนต่อกิโลกรัม น้ำหนักเปียก ปริมาณไอโอดีนสะสมในหนังสูงกว่าบริเวณเนื้อและยิ่งปลาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จะทำให้มีปริมาณไอโอดีนสูงขึ้นด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 วัสดุดิบ

พลาสติกที่ใช้สำหรับศึกษาตลอดการวิจัย ซื้อมาจากอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ มีขนาดเฉลี่ย 10-13 ตัวต่อกิโลกรัม ขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ล้างน้ำสะอาด แขน้ำแข็งในกล่องโฟม ขนาด 42×33×30 เซนติเมตร ขณะขนส่ง

เกลือสมุทรที่ใช้สำหรับการหมักพลาสติกซื้อมาจาก ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

เกลือไอโอดีน มีปริมาณไอโอดีน 32.80 พีพีเอ็ม จากงานวิจัย การออกแบบสร้างการศึกษา ประสิทธิภาพของเครื่องผสมเกลือไอโอดีนชนิดรีบบอนดันแบบ พุทธศักราช 2553 (วิฬัย อารีย์กุล, 2553)

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

ถังสำหรับหมักพลาสติก

กะละมังขนาดใหญ่

ตะกร้าพลาสติก

บีกเกอร์พลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร

ถุงพลาสติก โพลีโพรพิลีน (polypropylene, PP) ขนาด 10×17 เซนติเมตร²

เครื่องปิดผนึกถุง

กล่อง โฟมขนาด 42×33×30 เซนติเมตร เก็บรักษาพลาสติกในห้องเย็น

ขวด Polyethylene สำหรับใส่ตัวอย่างอาหารทดสอบไอโอดีน

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตู้เขี่ยเชื้อ

Astec Microflow ประเทศอังกฤษ

เครื่องวิเคราะห์ความชื้น

Mettler Toledo รุ่น MJ 33

ประเทศเยอรมนี

เครื่องวัดค่า water activity

AQUA LAB series 3 TE Washington

ประเทศสหรัฐอเมริกา

เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter)

Suntex รุ่น SP-701 ประเทศไต้หวัน

ตู้บ่มเชื้อ

Hereaus รุ่น B6420 ประเทศเยอรมนี

ตู้อบลมร้อน	Memmert รุ่น UM 400 ประเทศเยอรมนี
เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	Ohaus ARC 120 ประเทศสหรัฐอเมริกา
เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)	Tomy รุ่น SS-325 ประเทศญี่ปุ่น
Water bath	Memmert W22 ประเทศเยอรมนี
Vortex Mixer	Wiggen Hauser ประเทศเยอรมนี
ไมโครเวฟ	Samsung ประเทศเกาหลีใต้
เครื่องตีปั่น	Interscience ประเทศเยอรมนี
เครื่องกวน	IKA รุ่น C-Mg HS7 ประเทศเยอรมนี
เครื่องวัดสี Minolta color meter	Minolta CR-400 ประเทศญี่ปุ่น
Hotplate	Cimarec 3
Furnace	Thermolyne
Centrifuge	CR 422
Spectronic	BEC ประเทศไทย
เตาอบ	Termaks
เครื่องแก้ว ที่จำเป็นในการวิเคราะห์ ห้องชิมและอุปกรณ์สำหรับทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	
3.1.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	Scharlau ประเทศสเปน
Hydrogen phosphate trihydrate	Carlo Erba ประเทศฝรั่งเศส
Glycerol	Carlo Erba ประเทศฝรั่งเศส
NaOH	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Alcohol 95%	กรมสรรพสามิต ประเทศไทย
PotassiumHydrogen phosphate	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Potassium tellurite	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Potassium Carbonate	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Zinc Sulfate	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Potassium thiocyanate	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Soclium nitrite	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Ammoniom Iron sulfat	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี

3.1.5 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์

Plate Count Agar	Kemmar RCI Labscan ประเทศไทย
Baired – Parker medium	KemmarRCI Labscan ประเทศไทย
Lauryl sulfate tryptose broth	KemmarRCI Labscan ประเทศไทย
EC broth	Scharlau ประเทศสเปน
Dichloran Glycerol (DG18)-Agar	Merck KGaAประเทศเยอรมนี
EMB-agar	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Potassium dihydrogen phosphate	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Meat Peptone	Criterion Hardy Diagnostics ประเทศสหรัฐอเมริกา
D+Glucose monohydrate (Dextrose)	SP Science ประเทศไทย
Hydrogen phosphate trihydrate	Carlo Erba ประเทศฝรั่งเศส
Tryptone (Indole)	Merck KGaA ประเทศเยอรมนี
Simmon citrate	Kemmar RCI Labscan ประเทศไทย

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาปริมาณไอโอดีนในพลาสติกแคะเดี่ยวที่จำหน่ายในท้องตลาด

เก็บตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวจาก แหล่งการผลิตที่แตกต่างกัน 8 แหล่งโดยซื้อจากแหล่งผลิตคือจังหวัดปราจีนบุรี สุพรรณบุรี สิงห์บุรี สมุทรสงคราม นครปฐม ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ 2 แหล่ง แล้วนำมาวิเคราะห์ดังนี้

3.2.1.1 ปริมาณไอโอดีน (Moxon and Dixon, 1980)

3.2.1.2 ปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)

วิเคราะห์ผลการทดลอง ด้วยแผนการทดลอง Completely Randomized design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและตรวจสอบความแตกต่างหาค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาความแตกต่างของปริมาณไอโอดีนและความชื้นของพลาสติกแคะเดี่ยวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

3.2.2 ศึกษาผลของการใช้เกลือไอโอดีนในการผลิตพลาสติกแคะเดี่ยวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้

3.2.2.1 การผลิตพลาสติกแคะเดี่ยว

1. นำพลาสติก ขนาด 9- 11 ตัวต่อกิโลกรัม มาล้างน้ำโดยแช่ในถังน้ำแข็งประมาณ 20 นาทีเพื่อไม่ให้ปลาหมึกลินคาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขอดเกล็ดปลา คัดหัว แล้วควักไส้ออก ถ้ามีไข่ปลาสดติดมาให้แยกออก
3. นำปลาที่ขอดเกล็ดเรียบร้อยแล้วมาเคล้าเกลือสมุทร ในอัตราส่วนร้อยละ 4 ของน้ำหนักปลาสด หมักปลาสดในถุงพลาสติก แช่ในถังน้ำแข็ง 12 ชั่วโมง
4. นำปลาสดที่หมักค้างคืนมาล้างน้ำสะอาด และตากแดดวางบนตะแกรง โดยคลี่กริบปลาทั้งครึ่งล่างและครึ่งบนออก หันท้องปลาไปทางทิศตะวันออก เพื่อให้แดดส่องเข้าไปในท้องปลา ตากแดดประมาณ 3 ชั่วโมง พลิกปลาอีกด้านหนึ่งเพื่อกลับด้านและตากแดดต่ออีก 3 ชั่วโมง

5. เก็บปลาที่ตากแล้ว นำมาทำการทดลอง โดยใช้เวลาในการเดินทางมาถึงห้องปฏิบัติการภายในเวลา 20 นาที

3.2.2.2 การเสริมไอโอดีนในปลาสดสดเค็ดเคียว

ทดลองเตรียมปลาสดเค็ดเคียวตามวิธีในข้อ 3.2.2.1 โดยใช้เกลือไอโอดีนที่ระดับร้อยละ 4 , 5 และ 6 จากนั้นนำตัวอย่างปลาสดเค็ดเคียวที่ได้จากข้อ 3.2.2.1 และ 3.2.2.2 มาวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ปลาสดเค็ดเคียว

1. ปริมาณความชื้น (Moisture Analyzer MJ-33, Germany)
2. เครื่องวัดค่า water activity (AQUA LAB series 3 TE, Washington, USA)
3. เครื่องวัด pH meter (CG 842 Schott, German)
4. เครื่องวัดสี Minolta color meter (Minolta CR-400, Japan)
5. ปริมาณไอโอดีน (Mon และ Dixon, 1980)
6. ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับ โดยนำปลาสดเค็ดเคียวสดมาทดสอบด้านกลิ่นโดยวิธีดมกลิ่น และลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ความชอบ กำหนดระดับคะแนนความชอบ 1 ถึง 7 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 =เฉยๆ 5 = ชอบปานกลาง 6 =ชอบมาก 7 =ชอบมากที่สุด) ใช้ปลาสดเค็ดเคียวที่ผลิตด้วยเกลือสมุทรร้อยละ 4 เป็นตัวอย่างควบคุม วิเคราะห์ผลการทดลอง ข้อ 1 ถึง 5 ด้วยแผนการทดลอง Completely Randomized design (CRD) และวิเคราะห์ผลการทดลองการทดสอบทางประสาทสัมผัสตามด้วยแผนการทดลอง Randomized completely block design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปลาสดเค็ดเคียวทอดเพื่อคัดเลือกระดับเกลือที่เหมาะสม นำตัวอย่างปลาสดเค็ดเคียวดิบมาทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำมันบนตะแกรงเป็นเวลา 10 นาที นำมา วิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. ปริมาณไอโอดีน (Mon และ Dixon, 1980)
2. ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยนำปลาสดเค็ดเคียวแบบทอดมาทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม (โดยทอดปลาสดเค็ดเคียวที่อุณหภูมิ

180 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที) โดยกำหนดระดับคะแนนการยอมรับ 1 ถึง 7 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบปานกลาง, 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 4 = เฉยๆ, 5 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบมาก 7 = ชอบมากที่สุด) และทดสอบความเค็มของผลิตภัณฑ์โดยกำหนดระดับคะแนน 1 ถึง 5 (1=ไม่เค็ม, 2= เค็มเล็กน้อย, 3=เค็มปานกลาง, 4 = เค็มมาก, 5 =เค็มมากที่สุด) วิเคราะห์ผลการทดลองข้อ 1 ถึง 3 ด้วยแผนการทดลอง Completely Randomized design (CRD) และวิเคราะห์ผลการทดลองการทดสอบทางประสาทสัมผัสตามข้อ 4)ด้วยแผนการทดลอง Randomized completely block design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาปริมาณเกลือไอโอดีนที่ดีที่เหมาะสมในการผลิตพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีน

3.2.3 ศึกษาสถานะและอายุการเก็บพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีน

นำพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนที่ผลิตโดยใช้ระดับเกลือไอโอดีนที่เหมาะสมตามผลการทดลอง ข้อ 3.2.2 มาบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน ขนาด 10x17 เซนติเมตร² ถุงละ 500 กรัมเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการบรรจุด้วยถุงกระดาษสีน้ำตาลที่บรรจุพลาสติกแคะเดี่ยวจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ติดตามการเปลี่ยนแปลงทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยใช้พลาสติกแคะเดี่ยวที่ผลิตด้วยเกลือสมุทรเป็นตัวอย่างควบคุม โดยวิเคราะห์คุณภาพตามข้อ 3.2.2.1 และ 3.2.2.2 วิเคราะห์คุณภาพของพลาสติกแคะเดี่ยวที่ได้ตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ตามข้อ 3.3.1, 3.3.2 และ 3.3.3 และทดสอบทางประสาทสัมผัส

การตรวจสอบจุลินทรีย์

3.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (AOAC, 1990)

3.2.2 ยีสต์และรา (Yeast and Mold) (AOAC, 1990)

3.2.3 ตรวจสอบเชื้อ *Staphylococcus aureus* (AOAC, 1990)

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาปริมาณไอโอดีนในพลาสติกแคะเดี่ยวที่จำหน่ายในท้องตลาด

จากการเก็บตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจากแหล่งต่าง ๆ จำนวน 8 แหล่ง คือ จังหวัดปราจีนบุรี สุพรรณบุรี สิงห์บุรี สมุทรสงคราม นครปฐม ฉะเชิงเทราและสมุทรปราการ 2 แหล่ง มาวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน และความชื้น ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นและไอโอดีนในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวจากแหล่งต่าง ๆ

แหล่งจำหน่ายพลาสติกแคะเดี่ยว	ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม/100 กรัมตัวอย่าง)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
ปราจีนบุรี	8.2±0.9	66.7±8.4
สุพรรณบุรี	8.3±0.8	71.4±5.9
สิงห์บุรี	6.7±0.9	42.5±6.1
สมุทรสงคราม	12.4±0.7	75.0±9.4
นครปฐม	13.4±0.9	72.3±9.8
ฉะเชิงเทรา	5.2±0.8	64.3±7.2
สมุทรปราการ (แหล่งที่ 1)	4.3±0.6	57.5±8.4
สมุทรปราการ (แหล่งที่ 2)	12.0±0.9	43.8±8.1

จากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวจากจังหวัดสมุทรสงครามจะมีปริมาณความชื้นสูงที่สุด คือร้อยละ 75.0±9.4 รองลงมาเป็น จังหวัดนครปฐม และสุพรรณบุรี ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 72.3±9.8 และ 71.4±5.9 ตามลำดับ ขณะที่ตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวจากจังหวัดสิงห์บุรีจะมีปริมาณความชื้นต่ำที่สุดคือร้อยละ 42.5±6.1 ซึ่งปริมาณความชื้นสามารถเป็นตัวชี้วัดอายุการเก็บรักษาของพลาสติกแคะเดี่ยว เนื่องจากปริมาณความชื้นมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่มีปริมาณความชื้นสูง จึงมีโอกาสเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์มากกว่าตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำ

ในขณะที่ปริมาณไอโอดีนจะพบสูงในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวจากจังหวัดนครปฐม สมุทรสงคราม และสมุทรปราการ (แหล่งที่ 2) คือ 13.4±0.9, 12.4±0.7 และ 12.0±0.9 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ตามลำดับ โดยปริมาณไอโอดีนต่ำที่สุด (ร้อยละ 4.3±0.6) พบในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวจากจังหวัดสมุทรปราการ (แหล่งที่ 1)

จากข้อมูลของปริมาณไอโอดีนที่พบแสดงให้เห็นว่าในพลาสติกแคะเดี่ยวที่บริโภคตามท้องตลาดมีปริมาณไอโอดีนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ซึ่งปริมาณไอโอดีนที่ร่างกายควรบริโภคอยู่ที่ 150

ไมโครกรัมต่อวัน ดังนั้นการเสริมไอโอดีนในพลาสติกแคคเคียวจึงเป็นการเพิ่มปริมาณไอโอดีนที่ผู้บริโภคจะได้รับอีกทางหนึ่ง (กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2535)

4.2 ผลการศึกษาผลของการใช้เกลือไอโอดีนในการผลิตพลาสติกแคคเคียวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้

จากการศึกษาการใช้เกลือไอโอดีนทดแทนเกลือสมุทรในการผลิตพลาสติกแคคเคียว โดยใช้เกลือไอโอดีนทดแทนที่ความเข้มข้นร้อยละ 4, 5 และ 6 และผลิตตามกระบวนการผลิตปกติ นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ค่าพีเอช และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สี ปริมาณไอโอดีน ทดสอบทางประสาทสัมผัส และหาค่าที่วิเคราะห์ทั้งหมดได้ผล ดังตารางที่ 4.2 - 4.7

ตารางที่ 4.2 ค่าพีเอช (pH) a_w และสีของพลาสติกแคคเคียวเสริมไอโอดีน

ตัวอย่าง	pH	a_w	สี		
			L*	a*	b*
ตัวอย่างควบคุม	6.68±0.05 ^c	0.99 ^a	57.85±0.92 ^a	2.24±0.27 ^c	0.816±0.25 ^{ab}
ร้อยละ 4	6.87±0.02 ^a	0.97 ^b	55.47±0.72 ^b	5.08±0.32 ^b	0.490±0.32 ^b
ร้อยละ 5	6.91±0.02 ^a	0.98 ^{ab}	54.39±0.41 ^b	4.13±0.39 ^c	1.813±0.82 ^a
ร้อยละ 6	6.74±0.01 ^b	0.97 ^c	49.01±0.73 ^c	5.47±0.29 ^a	1.040±0.38 ^a

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าพีเอช และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ในทุกตัวอย่างมีปริมาณใกล้เคียงกัน และพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับในส่วน of ค่าสี แสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวอย่างมีปริมาณไอโอดีนเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ค่าความสว่าง (Lightness, L*) มีแนวโน้มลดลง ขณะที่ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างควบคุม (ไม่มีการเติมเกลือไอโอดีน) จะมีค่า L* สูงที่สุดคือ 57.85±0.92 และมีค่า a* ต่ำที่สุดคือ 2.24±0.27 แต่ในทางกลับกันตัวอย่างพลาสติกแคคเคียวที่มีการเติมเกลือไอโอดีนร้อยละ 6 จะให้ค่า L* ต่ำที่สุด และ a* สูงที่สุดคือ 49.01±0.73 และ 5.47±0.29 ตามลำดับ จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่าไอโอดีนมีผลทำให้ค่าความเข้มสีของตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้น

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน และปริมาณความชื้นในตัวอย่างพลาสติกแคคเคียวที่ใช้ปริมาณเกลือต่างกัน พบว่าตัวอย่างคิปที่มีการเติมเกลือไอโอดีนร้อยละ 6 จะพบปริมาณไอโอดีนสูงที่สุด (96.5±8.74 ไมโครกรัม/100 กรัมตัวอย่าง) และแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ปริมาณไอโอดีนจะแปรผกผันกับปริมาณความชื้น ซึ่งปริมาณความชื้นจะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณเกลือไอโอดีนเพิ่มสูงขึ้น โดยพบปริมาณความชื้นสูงที่สุดร้อยละ 48.35±2.30 ในตัวอย่างควบคุม (เกลือสมุทร) (ภาพที่ 4.1) ในอีกด้านหนึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนและ

ปริมาณความชื้นในตัวอย่างพลาสติกแคคเตียวทอดพบว่า ทั้งไอโอดีนและความชื้นมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกับตัวอย่างดิบคือเมื่อความเข้มข้นเกลือเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณความชื้นลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสถานะเครียดของเซลล์จากปริมาณเกลือ จึงทำให้มีการปลดปล่อยน้ำออกมานอกเซลล์ส่งผลให้ในตัวอย่างมีปริมาณน้ำลดลง (Bliss and other, 1984) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไอโอดีนที่พบในตัวอย่างพลาสติกแคคเตียวที่ใช้เกลือไอโอดีนกับพลาสติกแคคเตียวตามท้องตลาด แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้เกลือไอโอดีนจะมีปริมาณไอโอดีน สูงกว่าตัวอย่างควบคุมหรือตัวอย่างพลาสติกแคคเตียวตามท้องตลาด ดังนั้นการใช้เกลือไอโอดีนในกระบวนการผลิตพลาสติกแคคเตียวจึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในอาหารอีกทางหนึ่ง

ตารางที่ 4.3 ปริมาณไอโอดีนและความชื้นในตัวอย่างพลาสติกแคคเตียวดิบ

ตัวอย่าง	ปริมาณความชื้นในพลาสติก (ร้อยละ)	ปริมาณไอโอดีนในพลาสติก (ไมโครกรัม/100 กรัมตัวอย่าง)
ควบคุม	48.35±2.30	22.3±2.03
เกลือ ไอโอดีนร้อยละ 4	39.05±3.18	68.4±7.01
เกลือ ไอโอดีนร้อยละ 5	42.93±3.29	84.2±6.93
เกลือ ไอโอดีนร้อยละ 6	36.80±2.12	96.5±8.74

ตารางที่ 4.4 ปริมาณไอโอดีนและความชื้นในตัวอย่างพลาสติกแคคเตียวทอด

ตัวอย่าง	ปริมาณความชื้นในพลาสติก (ร้อยละ)	ปริมาณไอโอดีนในพลาสติก (ไมโครกรัม/100 กรัมตัวอย่าง)
ควบคุม	56.5±3.15	27.8±1.78
เกลือ ไอโอดีนร้อยละ 4	48.8±2.46	83.8±9.21
เกลือ ไอโอดีนร้อยละ 5	46.5±2.53	87.8±8.45
เกลือ ไอโอดีนร้อยละ 6	45.8±3.71	103.9±8.98

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของตัวอย่างพลาสติกแคคเตียวสดแสดงให้เห็นว่าที่ตัวอย่างพลาสติกแคคเตียวสดที่ใช้เกลือไอโอดีนร้อยละ 4, 5 และ 6 จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ของกลิ่น สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม (ตารางที่ 4.3) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมพบว่าทุกตัวอย่างไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางด้าน ความชอบรวม สี และเนื้อสัมผัส ($p<0.05$) โดยตัวอย่างควบคุมมีคะแนนความชอบในทุกปัจจัยต่ำที่สุด

ในขณะที่การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบแสดงให้เห็นว่าไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางด้านสีและเนื้อสัมผัสในทุกตัวอย่าง ($p \geq 0.05$) และตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวทอดเสริมไอโอดีนร้อยละ 6 จะมีความเต็มมากที่สุดทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวที่ทดแทนเกลือสมุทรด้วยเกลือไอโอดีนที่ระดับสูงขึ้นไป ตัวอย่างจะมีความชื้นลดลง ความเข้มของเกลือโดยรวมจึงสูงขึ้น นอกจากนี้ตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวทอดที่ใช้เกลือไอโอดีนร้อยละ 4 จะมีคะแนนด้านรสชาติและความชอบรวมมากที่สุดคือ 5.16 ± 1.46 และ 5.54 ± 1.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.5 ค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพลาสติกแคคเดียวดิบ

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ควบคุม	4.26 ± 1.89^a	2.26 ± 1.63^b	3.76 ± 1.88^b	3.50 ± 1.94^b
เกลือไอโอดีนร้อยละ 4	4.93 ± 0.94^a	4.80 ± 1.06^a	5.10 ± 1.02^a	5.10 ± 1.21^a
เกลือไอโอดีนร้อยละ 5	4.70 ± 1.14^a	4.40 ± 1.42^a	5.06 ± 1.20^a	4.93 ± 1.22^a
เกลือไอโอดีนร้อยละ 6	4.83 ± 1.41^a	4.86 ± 1.59^a	4.83 ± 1.46^a	5.06 ± 1.89^a

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรแตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพลาสติกแคคเดียวทอด

ตัวอย่าง	สี ^a	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส ^a	ความชอบรวม
ควบคุม	5.16 ± 1.26	3.76 ± 1.90^b	4.20 ± 1.91^b	4.83 ± 1.64	4.38 ± 1.60^b
เกลือไอโอดีนร้อยละ 4	5.16 ± 1.08	5.20 ± 1.56^a	5.16 ± 1.46^a	5.23 ± 0.97	5.54 ± 1.20^a
เกลือไอโอดีนร้อยละ 5	5.23 ± 1.22	4.93 ± 1.20^a	4.56 ± 1.71^{ab}	5.06 ± 1.41	5.09 ± 1.24^a
เกลือไอโอดีนร้อยละ 6	5.16 ± 1.41	5.00 ± 1.23^a	4.36 ± 1.44^{ab}	4.63 ± 1.60	4.87 ± 1.49^a

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรแตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.7 ค่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบความเต็มของการประเมินทางประสาทสัมผัสพลาสติกแคคเดียวทอด

ตัวอย่าง	ความเต็ม
ควบคุม	3.20 ± 1.24^{ab}
เกลือไอโอดีนร้อยละ 4	2.76 ± 0.89^b
เกลือไอโอดีนร้อยละ 5	3.40 ± 0.96^a
เกลือไอโอดีนร้อยละ 6	3.60 ± 0.85^a

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรแตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากข้อมูลการประเมินผลทางประสาทสัมผัส จะใช้คะแนนความชอบรวมเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกปริมาณเกลือไอโอดีนที่ใช้ในการผลิตพลาสติกแคะเดี่ยว ซึ่งจากผลการทดลองเปรียบเทียบตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวควบคุม(เกลือสมุทร) กับพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \geq 0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้งแบบดิบและแบบทอดพบว่าตัวอย่างพลาสติกเสริมไอโอดีนร้อยละ 4 มีคะแนนความชอบรวมสูงกว่าทุกตัวอย่างคือ 5.10 ± 1.21 และ 5.54 ± 1.20 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนร้อยละ 4 มีคะแนนความชอบโดยรวมในระดับสูงที่สุด จึงเลือกมาทำการทดลองในหัวข้อต่อไป

4.3 ผลการศึกษาสภาวะและอายุการเก็บพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีน

เมื่อศึกษาสภาวะและอายุการเก็บรักษาของพลาสติกแคะเดี่ยวเป็นเวลา 7 วัน โดยเปรียบเทียบระหว่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่ใช้เกลือสมุทรหรือตัวอย่างควบคุม (เกลือร้อยละ 4) กับตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนที่เลือกมาคือ ใช้เกลือไอโอดีนร้อยละ 4 ทำการศึกษาผลกระทบต่าง ๆ ทั้งหมด 3 ปัจจัย คือ ภาชนะบรรจุ (ถุงพลาสติกและถุงกระดาษ) อุณหภูมิ (4 และ 30 องศาเซลเซียส) และชนิดของเกลือ (ร้อยละ 4 ของเกลือธรรมดาและไอโอดีน) พบว่าปัจจัยทั้ง สาม มีผลต่อคุณภาพทางเคมี และจุลินทรีย์ รวมถึงอายุการเก็บของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่เก็บภายใต้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บได้เป็นเวลา 2 วัน ขณะที่เมื่อเก็บภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะทำให้พลาสติกแคะเดี่ยวมีอายุการเก็บได้นานกว่า 7 วัน โดยอธิบายผลการทดลองดังนี้

4.3.1 ผลวิเคราะห์ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในพลาสติกแคะเดี่ยวทั้งหมดที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ พบว่า ตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่ใช้เกลือไอโอดีนจะมีปริมาณความชื้นเริ่มต้น (วันที่ 0) สูงกว่าตัวอย่างควบคุม (ใช้เกลือสมุทร) โดยจะมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 51.37 ± 4.67 ขณะที่ปริมาณความชื้นในตัวอย่างควบคุมคือร้อยละ 43.10 ± 4.03 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผลิตพลาสติกแคะเดี่ยวด้วยเกลือสมุทรจะสามารถลดปริมาณความชื้นได้มากกว่าตัวอย่างที่ใช้เกลือไอโอดีน จากผลการทดลองตัวอย่างพลาสติกมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกับตัวอย่างปลาตากแห้งชนิดต่าง ๆ ของ Prakash และคณะ (2011) ซึ่งพบปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 30-55 ในตัวอย่างปลาตากแห้ง 6 สายพันธุ์คือ *Scomberoides lysan*, *Stolephores commersonii*, *Sardinella fimbriata*, *Scombero-mores commerson*, *Acetes indicus* และ *Katsuwonus pelamis* ซึ่งเป็นปลาที่พบมากในอ่าวทางตอนใต้ของอินเดีย

ในขณะที่เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่ใช้เกลือไอโอดีนที่เก็บในถุงกระดาษจะมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแตกต่างกับตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่

เก็บในถุงโพลีโพลีเอทิลีนที่จะมีปริมาณความชื้นไม่คงที่เมื่อเก็บเป็นเวลานาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากถุงกระดาษมีความสามารถในการซึมน้ำและมีการถ่ายเทอากาศได้ดีกว่า จึงทำให้ตัวอย่างปลามีลักษณะแห้งกว่าตัวอย่างในระยะเริ่มต้น ในขณะที่บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากโพลีโพลีเอทิลีนจะไม่มีสมบัติซึมน้ำ จึงมักพบหยดน้ำเกาะอยู่ภายในถุง และอาจเกิดการตกกลับของหยดน้ำ จึงส่งผลให้ตัวอย่างมีปริมาณความชื้นที่ไม่แน่นอน

สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระหรือ a_w พบว่าปลาสดเคดเคียวทั้ง 8 ตัวอย่างมีปริมาณ a_w ใกล้เคียงกัน โดย a_w มีค่าอยู่ระหว่าง $0.95 \pm 0.01 - 0.97 \pm 0.12$ จากการตรวจวัดตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษาในสภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 7 วัน แสดงให้เห็นว่า ค่า a_w ของทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ซึ่ง a_w ถือเป็นปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น ค่า a_w จึงสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในปลาสดเคดเคียว รวมถึงยังมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เมื่อต้องเก็บปลาสดเคดเคียวเป็นระยะเวลานาน ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปในข้อ 4.3.6

4.3.2 ผลวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัส

จากการตรวจวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ด้านความแข็ง) ของปลาสดเคดเคียวที่สภาวะและระยะเวลาในการเก็บต่าง ๆ กัน แสดงค่าความแข็ง (ในหน่วยกิโลกรัมแรง) เมื่อพิจารณาระหว่างตัวอย่างปลาสดเคดเคียวที่ผลิตจากเกลือต่างชนิดกันพบว่า ปลาสดเคดเคียวเสริมไอโอดีนจะมีความแข็งเริ่มต้นสูงกว่าในตัวอย่างควบคุม โดยค่าความแข็งของปลาสดเคดเคียวเสริมไอโอดีนและตัวอย่างควบคุมมีค่า 0.76 ± 0.009 และ 0.53 ± 0.011 กิโลกรัมแรงตามลำดับ เมื่อทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 7 วันพบว่าความแข็งในปลาสดเคดเคียวทุกตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่ในตัวอย่างปลาสดเคดเคียวเสริมเกลือไอโอดีนที่เก็บภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในถุงโพลีโพลีเอทิลีนจะมีค่าความแข็งคงที่ตลอดอายุการเก็บและในตัวอย่างเดียวกันแต่บรรจุในถุงกระดาษจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและลดลงหลังวันที่ 5 ของการเก็บ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำในตัวอย่างเกิดการระเหยออกและลดลงในระหว่างการเก็บ จึงทำให้ความแข็งมีแนวโน้มสูงขึ้น สำหรับในบางตัวอย่างที่มีความแข็งคงที่หรือไม่แน่นอน อาจเนื่องมาจากชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำเริ่มต้นในตัวอย่างที่ต่างกัน จึงส่งผลให้ค่าความแข็งมีการผันแปรไปตามปัจจัยต่าง ๆ กลไกที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อความแข็งคือการเกิด rigor mortis ระหว่างกระบวนการตาย ซึ่งจะทำให้กล้ามเนื้อเกร็ง และเกิดการจับตัวกันของแอกตินกับ ไมโอซิน ส่งผลให้มีการปลดปล่อยน้ำอิสระ และเกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตาย จึงทำให้เนื้อปลาหลังตายมีค่าความแข็งเริ่มต้นที่แตกต่างกัน (Lauritzsen, 2004)

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอช

ผลการติดตามค่าพีเอชของปลาสดเคดเคียวแสดงดังตารางที่ 4.8 พบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการเก็บรักษามีเพียงเล็กน้อยในทุกตัวอย่างและทุกสภาวะการเก็บรักษา โดยปลาสดเคดเคียว

ควบคุม(เกลือสมุทร) บรรจุถุงกระดาษ ค่าพีเอช วันแรกและวันที่ 2 เท่ากับ 6.48 ± 0.02 , 6.43 ± 0.03 ตามลำดับ และปลาสดเค็ดเคียวเกลือไอโอดีน บรรจุถุงกระดาษ ค่าพีเอช วันแรกและวันที่ 2 เท่ากับ 6.55 ± 0.09 , 6.56 ± 0.03 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Feilu และคณะ (2011) ที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกุ้ง (*Acetes chinensis*) แห่งในระหว่างการเก็บรักษา 28 วันที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเพื่อเร่งการเปลี่ยนแปลง พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนี้ค่าพีเอชเริ่มต้นที่แตกต่างกันยังมีผลมาจากการเกิด rigor mortis ของปลาในระหว่างการตายก่อนการคลุกเกลือ ซึ่งจะส่งผลให้พีเอชในเนื้อปลาลดต่ำลง และทำให้พีเอชหลังตายมีค่าต่ำกว่า 6.5 (Lauritzsen, 2004)



ตารางที่ 4.8 ผลของสภาวะการเก็บที่มีต่อคุณภาพด้านปริมาณความชื้น a_w ค่าความแข็ง และ pH ของปลาสดเคดเคเดียวเมื่อผลิตด้วยเกลือต่างกัน เก็บนาน 6 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	a_w	ความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	pH	
0	-	-	เกลือสมุทร	43.10±4.03	0.958±0.11	0.53±0.011	6.48±0.02	
	-	-	เกลือไอโอดีน	51.37±4.67	0.967±0.12	0.76±0.009	6.55±0.09	
	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	43.60±4.61	0.954±0.09	0.58±0.013	6.56±0.04	
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือสมุทร	42.27±5.13	0.954±0.06	0.54±0.012	6.63±0.04	
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	44.79±5.81	0.957±0.01	0.63±0.009	6.46±0.03	
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือสมุทร	43.27±3.89	0.955±0.02	0.61±0.008	6.46±0.06	
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	51.29±3.45	0.967±0.01	0.76±0.012	6.59±0.04	
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	48.44±4.13	0.966±0.04	0.76±0.007	6.62±0.05	
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	48.44±4.30	0.964±0.09	0.70±0.011	6.49±0.03	
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือไอโอดีน	43.49±4.14	0.960±0.03	0.75±0.010	6.60±0.04	
1	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	42.76±3.05	0.955±0.02	0.58±0.014	6.61±0.05	
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือสมุทร	44.97±3.01	0.954±0.03	0.59±0.020	6.66±0.02	
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	43.29±4.37	0.957±0.01	0.71±0.023	6.43±0.03	
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือสมุทร	42.68±4.26	0.953±0.01	0.74±0.021	6.95±0.04	
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	48.07±3.85	0.968±0.04	0.76±0.025	6.64±0.05	
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	48.74±3.43	0.964±0.01	0.75±0.024	6.62±0.06	
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	47.30±3.91	0.962±0.02	0.74±0.031	6.56±0.03	
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือไอโอดีน	42.79±3.74	0.957±0.01	0.75±0.022	7.06±0.04	
	2	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	42.76±3.05	0.955±0.02	0.58±0.014	6.61±0.05
		ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือสมุทร	44.97±3.01	0.954±0.03	0.59±0.020	6.66±0.02
ถุงกระดาษ		30	เกลือสมุทร	43.29±4.37	0.957±0.01	0.71±0.023	6.43±0.03	
ถุงโพลีไพรลีน		30	เกลือสมุทร	42.68±4.26	0.953±0.01	0.74±0.021	6.95±0.04	
ถุงกระดาษ		4	เกลือไอโอดีน	48.07±3.85	0.968±0.04	0.76±0.025	6.64±0.05	
ถุงโพลีไพรลีน		4	เกลือไอโอดีน	48.74±3.43	0.964±0.01	0.75±0.024	6.62±0.06	
ถุงกระดาษ		30	เกลือไอโอดีน	47.30±3.91	0.962±0.02	0.74±0.031	6.56±0.03	
ถุงโพลีไพรลีน		30	เกลือไอโอดีน	42.79±3.74	0.957±0.01	0.75±0.022	7.06±0.04	

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ(องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	a_w	ความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	pH
3	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	44.71±4.52	0.953±0.08	0.59±0.010	6.64±0.03
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	43.30±5.56	0.952±0.02	0.61±0.019	6.57±0.03
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	49.56±3.47	0.966±0.05	0.74±0.020	6.65±0.05
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	48.41±5.02	0.958±0.03	0.77±0.011	6.63±0.02
4	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	43.37±5.03	0.951±0.10	0.64±0.008	6.65±0.04
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	42.60±4.56	0.950±0.03	0.78±0.011	6.64±0.05
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	48.60±5.13	0.965±0.09	0.75±0.015	6.66±0.03
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	47.78±4.75	0.955±0.01	0.71±0.021	6.67±0.04
5	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	44.49±4.26	0.950±0.04	0.71±0.007	6.57±0.06
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	43.92±3.68	0.948±0.02	0.82±0.006	6.57±0.03
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	47.21±4.62	0.964±0.02	0.75±0.011	6.62±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	46.99±4.07	0.952±0.05	0.82±0.008	6.55±0.03
6	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	44.95±4.67	0.949±0.03	0.74±0.009	6.52±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	44.49±4.32	0.948±0.01	0.82±0.012	6.58±0.01
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	49.77±5.34	0.965±0.02	0.74±0.008	6.61±0.04
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	45.90±5.71	0.948±0.01	0.73±0.009	6.67±0.03
7	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	44.08±3.46	0.950±0.04	0.70±0.013	6.53±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	43.55±3.89	0.946±0.01	0.81±0.015	6.52±0.03
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	47.54±3.17	0.964±0.01	0.75±0.018	6.63±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	43.71±4.38	0.947±0.01	0.75±0.010	6.57±0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ด้านสี

จากตารางที่ 4.9 แสดงแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของค่า L^* หรือค่าความสว่างของพลาสติกแตกเดี่ยวทั้งสองสูตรที่บรรจุในภาชนะต่างชนิดกันคือ ถุงโพลีโพรพิลีน และถุงกระดาษ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่าค่า L^* ของพลาสติกแตกเดี่ยวในทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่นานขึ้น แสดงให้เห็นว่ายิ่งเก็บรักษานานขึ้น พลาสติกจะมีสีคล้ำขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างพลาสติกแตกเดี่ยวที่ใช้เกลือเสริมไอโอดีนในการหมักมีค่า L ต่ำกว่าพลาสติกที่ใช้เกลือธรรมดา แสดงให้เห็นว่าเกลือเสริมไอโอดีนมีผลต่อสีของพลาสติกแตกเดี่ยว โดยจะส่งผลให้พลาที่มีสีคล้ำกว่าสูตรปกติ ส่วนปัจจัยในเรื่องภาชนะบรรจุและอุณหภูมิการเก็บรักษานั้นไม่ส่งผลต่อค่า L^* ซึ่งทำให้ปลาในสูตรเดียวกันที่เก็บในภาชนะบรรจุและอุณหภูมิที่ต่างกันมีสีคล้ำใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.9 ผลของสภาวะการเก็บที่มีต่อคุณภาพด้านสีของพลาสติกแตกเดี่ยวเมื่อผลิตด้วยเกลือต่างกัน เก็บนาน 6 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ค่าสี		
				L^*	a^*	b^*
0	-	-	เกลือสมุทร	61.18±5.04	8.36±1.02	3.47±0.05
	-	-	เกลือไอโอดีน	59.89±4.67	7.78±0.98	2.39±0.03
1	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	59.94±4.51	7.43±0.99	3.46±0.06
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	60.66±4.62	7.33±1.00	3.24±0.10
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	58.63±5.24	6.55±0.67	3.38±0.08
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือสมุทร	58.75±5.31	6.55±0.42	3.86±0.09
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	58.91±5.47	7.30±0.65	2.54±0.03
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	59.95±4.55	7.30±0.57	2.76±0.04
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	56.74±5.23	6.26±0.76	2.72±0.03
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือไอโอดีน	57.99±4.51	6.93±0.48	2.51±0.03
2	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	59.07±5.26	7.15±0.98	3.50±0.03
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	59.80±5.21	7.39±0.57	3.37±0.06
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	56.26±4.53	6.04±0.53	3.72±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือสมุทร	57.29±4.35	6.34±0.45	4.39±0.05
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	58.78±5.21	7.24±0.45	2.91±0.05
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	58.20±5.10	6.94±0.36	2.97±0.03
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	55.55±4.75	6.21±0.29	2.91±0.04
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือไอโอดีน	54.80±4.82	5.21±0.31	2.99±0.06

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ค่าสี		
				L*	a*	b*
3	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	58.60±4.34	7.03±0.33	3.72±0.03
	ถุงพลาสติก	4	เกลือสมุทร	58.55±3.89	7.07±0.24	3.13±0.04
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	58.56±5.26	7.12±0.22	3.45±0.05
	ถุงพลาสติก	4	เกลือไอโอดีน	57.66±6.01	6.68±0.29	3.62±0.03
4	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	58.48±4.15	7.03±0.31	3.80±0.03
	ถุงพลาสติก	4	เกลือสมุทร	57.53±5.24	7.07±0.35	3.70±0.06
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	57.86±4.26	6.83±0.23	4.10±0.07
	ถุงพลาสติก	4	เกลือไอโอดีน	57.11±5.02	6.20±0.28	4.02±0.05
5	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	58.61±4.36	6.99±0.18	3.91±0.06
	ถุงพลาสติก	4	เกลือสมุทร	58.72±4.75	6.34±0.21	4.33±0.05
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	57.23±4.25	6.74±0.20	4.57±0.04
	ถุงพลาสติก	4	เกลือไอโอดีน	56.39±5.32	6.03±0.22	4.48±0.03
6	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	57.78±3.98	6.74±0.20	4.22±0.05
	ถุงพลาสติก	4	เกลือสมุทร	57.99±4.32	6.11±0.15	4.61±0.06
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	57.02±5.11	6.7±0.17	4.68±0.06
	ถุงพลาสติก	4	เกลือไอโอดีน	55.60±4.43	5.83±0.21	4.87±0.04
7	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	56.09±3.78	6.32±0.12	4.50±0.05
	ถุงพลาสติก	4	เกลือสมุทร	56.58±4.21	5.92±0.14	4.70±0.03
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	56.55±4.56	6.54±0.20	4.41±0.04
	ถุงพลาสติก	4	เกลือไอโอดีน	54.57±5.21	5.54±0.12	4.74±0.06

4.3.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน โดยทำการตรวจวัดปริมาณไอโอดีนในตัวอย่าง ปลาสด แดดเดี่ยวระหว่างการเก็บรักษาที่เวลา 0, 2 และ 7 วัน ภายใต้สภาวะ และภาชนะบรรจุต่าง ๆ กัน จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนระหว่างตัวอย่างปลาสดแดดเดี่ยวเสริมไอโอดีนกับปลาสดควบคุม แสดงให้เห็นว่าการใช้เกลือไอโอดีนในกระบวนการผลิต มีผลทำให้ตัวอย่างปลาสดเสริมไอโอดีนมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าปลาสดควบคุมประมาณ 4 เท่า ขณะที่เมื่อเก็บรักษาปลาสดแดดเดี่ยวเป็นเวลานาน (7 วัน) จะมีผลให้ปริมาณไอโอดีนลดลงเพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกับภาชนะบรรจุ ซึ่งไม่มีผลต่อการลดลงของปริมาณไอโอดีน เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการเก็บพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณไอโอดีน โดยอุณหภูมิเป็นเพียงปัจจัยที่ส่งผลการเสื่อมเสียของตัวอย่าง

ตารางที่ 4.10 ปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างพลาสติกแคดเดียวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน
โดยวิเคราะห์ วันที่ 0, 2 และ 7 ของการเก็บรักษา

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม/100 กรัม)
0	-	-	เกลือสมุทร	15.0±4.1
	-	-	เกลือไอโอดีน	81.2±3.2
2	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	12.1±3.6
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	15.1±2.8
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	41.5±3.0
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	70.0±5.6
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	16.0±1.3
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือสมุทร	7.1±1.0
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	99.4±10.3
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือไอโอดีน	68.4±8.6
7	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	15.1±3.1
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	7.3±1.1
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	64.4±7.2
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	65.2±7.8

4.3.6 ผลการตรวจวัดทางจุลินทรีย์

4.3.6.1 ผลการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างพลาสติกแคดเดียวที่เก็บในภาชนะ และอุณหภูมิแตกต่างกันพบว่า ในตัวอย่างพลาสติกแคดเดียวเสริมไอโอดีนจะมีปริมาณเชื้อเริ่มต้น (1.1×10^5 CFU/ml) มากกว่าพลาสติกแคดเดียวควบคุม (6.3×10^4 CFU/ml) เพียงเล็กน้อย ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Prakash และคณะ (2011) ที่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นในตัวอย่างปลาสดแช่แข็ง 5.4×10^4 CFU/g เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาแสดงให้เห็นว่าที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว และทำให้พลาสติกแคดเดียวเกิดการเสื่อมเสียหลังเก็บเป็นเวลา 2 วัน ทั้งนี้การเสื่อมเสียพิจารณาจากกลิ่น และสีเนื้อของพลาสติกแคดเดียวในขณะที่เตรียมตัวอย่าง โดยพบว่าทุกตัวอย่างที่เก็บภายใต้อุณหภูมิห้อง จะส่งกลิ่นเหม็น และเนื้อปลาที่ทำการแล่เพื่อเตรียมตัวอย่างมีสีเขียวคล้ำ ในขณะที่การเก็บภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะช่วยชะลอการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งพิจารณาได้จากเส้นกราฟที่มีความชันลดลง จึงทำให้พลาสติกแคดเดียวไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทั้งกลิ่นและสีของเนื้อปลายังคงไม่แตกต่างจากวันแรกที่ทำการเก็บ จากงานวิจัยของ Van (2007) พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (4 องศาเซลเซียส) จะช่วยลดการเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากกิจกรรมของแบคทีเรีย เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะลดกิจกรรมของเอนไซม์ และปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์จากปลาจึงสามารถเก็บรักษาที่

อุณหภูมิต่ำได้เป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามการเสื่อมเสียยังขึ้นกับชนิดและปริมาณของแบคทีเรีย รวมถึงปัจจัยทางกายภาพและเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการแช่เย็นผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.11 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/ml) ในตัวอย่างพลาสติกเค็ดเดียวที่เก็บรักษา ภายใต้สภาวะและอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/ml)
0	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	4.78±0.21
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	5.05±0.18
1	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	6.31±0.11
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	6.53±0.19
	ถุงกระดาษ	4	เกลือ ไอโอดีน	7.85±0.09
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือ ไอโอดีน	7.55±0.16
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	6.37±0.11
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือสมุทร	6.46±0.14
	ถุงกระดาษ	30	เกลือ ไอโอดีน	7.77±0.15
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือ ไอโอดีน	7.75±0.12
2	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	6.53±0.09
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	7.04±0.10
	ถุงกระดาษ	4	เกลือ ไอโอดีน	7.99±0.21
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือ ไอโอดีน	8.49±0.11
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	6.59±0.14
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือสมุทร	7.03±0.12
	ถุงกระดาษ	30	เกลือ ไอโอดีน	9.10±0.08
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือ ไอโอดีน	8.75±0.09
3	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	6.81±0.08
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	6.94±0.09
	ถุงกระดาษ	4	เกลือ ไอโอดีน	6.60±0.10
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือ ไอโอดีน	7.21±0.12
4	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	6.44±0.11
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	7.01±0.11
	ถุงกระดาษ	4	เกลือ ไอโอดีน	6.60±0.12
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือ ไอโอดีน	7.16±0.13
5	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	6.44±0.09
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	7.01±0.12
	ถุงกระดาษ	4	เกลือ ไอโอดีน	6.60±0.10
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือ ไอโอดีน	7.16±0.09

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/ml)
6	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	7.16±0.11
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	7.83±0.14
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	7.11±0.12
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	7.67±0.11
7	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	7.16±0.09
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	7.83±0.12
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	7.11±0.09
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	7.67±0.10

4.3.6.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณยีสต์ราในตัวอย่างพลาสติกแตกเดี่ยวที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะและอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน แสดงว่ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณยีสต์ราที่มีแนวโน้มคล้ายกับการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั่วไป โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสยีสต์ราจะสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ขณะที่การเก็บภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะทำให้เชื้อมีจำนวนคงที่ ซึ่งข้อมูลที่พบสอดคล้องกับผลการทดลองของ Patir และคณะ (2006) ที่ศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์และเคมีของปลากระบอก กล้วยเกลือ (Grey Mullet, ชื่อวิทยาศาสตร์ *Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811) โดยพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราเริ่มต้นเป็น 3.94, 3.02 และ 3.24 log CFU/g ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 จำนวนยีสต์และราทั้งหมด (log CFU/ml) ในตัวอย่างพลาสติกแตกเดี่ยวที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะและอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	จำนวนยีสต์ราทั้งหมด (log CFU/ml)
0	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.16±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	3.55±0.01
1	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.87±0.03
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	3.70±0.02
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	4.82±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	5.20±0.02
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	3.41±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือสมุทร	3.67±0.01
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	5.46±0.03
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือไอโอดีน	4.75±0.02

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	จำนวนยีสต์รวมทั้งหมด (log CFU/ml)
2	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.86±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	3.46±0.01
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	6.63±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	6.17±0.03
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	3.57±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือสมุทร	3.60±0.01
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	7.18±0.04
	ถุงโพลีโพรพิลีน	30	เกลือไอโอดีน	5.64±0.01
3	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.48±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	3.70±0.01
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.74±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.48±0.01
4	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.48±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	3.30±0.01
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.74±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.32±0.01
5	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.95±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	3.95±0.01
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.81±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.78±0.01
6	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	4.24±0.02
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	4.11±0.01
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.88±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	4.06±0.02
7	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	4.00±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือสมุทร	3.85±0.01
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.30±0.01
	ถุงโพลีโพรพิลีน	4	เกลือไอโอดีน	4.04±0.02

4.3.6.3 ผลการตรวจวัดปริมาณ *Staphylococcus aureus*

จากการตรวจวัดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างพลาสติกแคดเดียว ภายใต้สภาวะและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน โดยตรวจวัดด้วยวิธี direct plate count บนอาหาร baird parker agar และยืนยันว่าเป็น *S. aureus* จากความสามารถในการสร้าง เอนไซม์โคอะกูเลส ซึ่งจากผลการทดลองพบเชื้อ *S. aureus* ในพลาสติกแคดเดียว 3 ตัวอย่างคือ

พลาสติกแคคเดียวเสริมไอโอดีน เก็บที่ 30 องศาเซลเซียสบรรจุในถุงกระดาษ ตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวควบคุมเก็บที่ 30 องศาเซลเซียสที่บรรจุในถุงกระดาษและถุงโพลีโพรไพลีน ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสทำให้ตัวอย่างมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน *S. aureus* ได้มากกว่าทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน จึงทำให้พบการเจริญของเชื้อก่อโรครดดังกล่าว อย่างไรก็ตามการควบคุมกระบวนการผลิต และการเก็บตัวอย่างภายใต้อุณหภูมิต่ำอาจช่วยลดการปนเปื้อนของ *S. aureus* ได้ส่วนหนึ่ง โดยการเก็บผลิตภัณฑ์จากปลาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะช่วยจำกัดกิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนจากจุลินทรีย์ทำให้สามารถชะลอหรือหยุดการเจริญของ *S. aureus* (FDA, 2011)

ตารางที่ 4.13 จำนวน *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวที่เก็บรักษาภายใต้สภาวะและอุณหภูมิที่ต่างกันเป็นเวลา 7 วัน

ชนิดเกลือ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บ (วัน)							
			0	1	2	3	4	5	6	7
เกลือสมุทร	4	ถุงโพลีโพรไพลีน		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เกลือสมุทร	4	ถุงกระดาษ		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เกลือสมุทร	30	ถุงโพลีโพรไพลีน	ND	ND	+					
เกลือสมุทร	30	ถุงกระดาษ		+	+					
เกลือไอโอดีน	4	ถุงโพลีโพรไพลีน		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เกลือไอโอดีน	4	ถุงกระดาษ		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
เกลือไอโอดีน	30	ถุงโพลีโพรไพลีน	ND	ND	ND					
เกลือไอโอดีน	30	ถุงกระดาษ		ND	+					

หมายเหตุ: + คือ พบ ND คือ ไม่พบ

4.3.7 ค่าเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของผู้บริโภค ทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสในตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวดิบและทอด ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิและบรรจุภัณฑ์ต่างกันเป็นเวลา 6 วัน โดยจากการประเมินการยอมรับในตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวสดที่ทำกรตรวจประเมินทางด้านกลิ่น และลักษณะปรากฏตารางที่ 4.14 พบว่า พลาสติกแคคเดียวควบคุมและพลาสติกแคคเดียวเสริมไอโอดีนของวันที่ 0 มีคะแนนทางด้านกลิ่น และลักษณะปรากฏสูงที่สุด ขณะที่ตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสในภาชนะทั้ง 2 ชนิดจะมีคะแนนด้านกลิ่นและลักษณะปรากฏต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากตัวอย่างเริ่มมีการเสื่อมเสีย เมื่อเก็บรักษาตัวอย่างพลาสติกแคคเดียวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาสั้น (วันที่ 1 ถึง 6 ของการเก็บรักษา) พบว่าการยอมรับทางด้านกลิ่นและลักษณะปรากฏมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสามารถช่วยชะลอการเสื่อมเสียของพลาสติกแคคเดียว และทำให้ผู้ชิม ยังสามารถ

ยอมรับได้ แม้ว่าจะเก็บตัวอย่างเป็นเวลานาน (ตารางที่ 4.14-4.15) โดยมีข้อมูลยืนยัน จาก Van (2007) ว่าการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาในสถานะแช่เย็นสามารถลดการเสื่อมเสียทางด้านประสาทสัมผัส รวมถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยจะทำให้ลักษณะทางกายภาพมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.14 และ 4.15 แสดงคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตัวอย่างพลาสติก แคลคเดียวทอดในระหว่างเก็บรักษาในสถานะต่าง ๆ เป็นเวลา 6 วัน โดยทำการประเมินทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และความเต็ม จากผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างในวันที่ 0 จะมีคะแนนในด้านต่าง ๆ สูงที่สุด และค่าต่าง ๆ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้น โดยตัวอย่างพลาสติกแคลคเดียวของวันที่ 2 ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะมีคะแนนการประเมินทางด้านต่าง ๆ ต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเสื่อมเสียทางด้านกายภาพของพลาสติกแคลคเดียว

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.16 คะแนนด้านความชอบรวมของพลาสติกแคลคเดียวทอดหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วันพบว่าตัวอย่างพลาสติกแคลคเดียวควบคุมจะได้รับการยอมรับมากกว่าพลาสติกแคลคเดียวเสริมไอโอดีนมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพลาสติกแคลคเดียวที่บรรจุในถุงกระดาษหลังเก็บเป็นเวลา 6 วันภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีคะแนนความชอบรวมมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ ที่เก็บในเวลาเท่ากัน

ตารางที่ 4:14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของปลาสดที่แช่ภายใต้สภาวะต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ
0	-	-	เกลือสมุทร	4.866±0.34a	4.633±0.49a
	-	-	เกลือไอโอดีน	4.266±0.45a	4.866±0.34a
1	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	4.000±1.01a	4.300±0.91a
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือสมุทร	4.266±0.90a	4.566±1.19a
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	2.133±0.34b	2.333±0.47b
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือสมุทร	1.833±0.37c	1.833±0.69c
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	4.100 ±1.02a	4.266±0.90a
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	4.266±0.90a	4.266±0.90a
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	2.300±0.46b	2.633±0.49c
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือไอโอดีน	1.833±0.37c	1.833±0.69b
	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.900±0.71a	4.000±0.00a
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือสมุทร	3.700±1.11a	3.800±0.61a
2	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	1.500±0.73b	1.400±0.62c
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือสมุทร	1.400±0.56b	1.366±0.49c
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.700±0.46a	3.700±0.46b
	ถุงโพลีไพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.633±1.15a	3.800±0.61ab
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	1.500±0.73b	1.366±0.61c
	ถุงโพลีไพรลีน	30	เกลือไอโอดีน	1.433±0.62b	1.366±0.49c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ระยะเวลา (วัน)	ภาษาบรรณ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ
3	อุจระชาย	4	เกลือสมุทร	3.133±0.81 ^a	2.833±0.87 ^b
	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือสมุทร	2.666±0.75 ^b	3.366±0.88 ^a
	อุจกระชาย	4	เกลือไอโอดีน	2.100±0.75 ^c	2.500±0.57 ^b
4	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.533±1.22 ^a	3.566±0.93 ^a
	อุจกระชาย	4	เกลือสมุทร	3.133±0.81 ^b	2.833±0.87 ^b
	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือสมุทร	2.666±0.75 ^c	3.366±0.88 ^a
	อุจกระชาย	4	เกลือไอโอดีน	2.100±0.75 ^d	2.500±0.57 ^b
5	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.533±1.22 ^a	3.566±0.93 ^a
	อุจกระชาย	4	เกลือสมุทร	2.633±0.85 ^b	2.633±1.09 ^b
	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือสมุทร	3.100±0.88 ^a	3.367±1.44 ^a
	อุจกระชาย	4	เกลือไอโอดีน	2.633±1.18 ^{ab}	2.433±0.89 ^b
6	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	2.400±0.96 ^{bb}	2.267±0.63 ^b
	อุจกระชาย	4	เกลือสมุทร	2.633±0.85 ^{ab}	2.733±1.08 ^b
	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือสมุทร	3.100±0.88 ^a	3.367±1.44 ^a
	อุจกระชาย	4	เกลือไอโอดีน	2.633±1.18 ^{ab}	2.400±0.81 ^b
	อุจโพธิ์โพพรลีน	4	เกลือไอโอดีน	2.367±0.96 ^a	2.333±0.66 ^b

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันในแต่ละวันที่มีตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสระดับด้านการยอมรับรสชาติเดคเตอเรียที่ผ่านการทอด ซึ่งเก็บภายใต้สภาวะต่างๆ เป็นเวลา 6 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ลักษณะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	-	-	เกลือสมุทร	6.13±0.79 ^a	6.06±0.63 ^a	6.43±0.81 ^a	6.36±0.80 ^a	6.36±0.86 ^a
	-	-	เกลือไอโอดีน	6.16±0.79 ^a	6.00±0.64 ^a	6.43±0.81 ^a	6.36±0.80 ^a	6.53±0.85 ^a
1	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	4.03±1.35 ^c	4.30±0.91 ^{bcd}	4.16±0.37 ^{ab}	4.20±1.00 ^{cd}	4.36±0.76 ^c
	ถุงโพลีไพรอีน	4	เกลือสมุทร	5.46±0.73 ^a	5.10±1.56 ^b	4.56±1.13 ^{ab}	4.30±1.29 ^{bcd}	4.86±1.00 ^{bc}
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	4.80±1.68 ^{ab}	4.83±1.70 ^{abc}	4.43±1.47 ^{ab}	3.90±1.32 ^d	4.56±1.38 ^{bc}
	ถุงโพลีไพรอีน	30	เกลือสมุทร	5.03±1.44 ^{ab}	5.36±2.25 ^a	4.80±1.76 ^a	5.56±1.28 ^a	5.53±1.43 ^a
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	4.70±1.11 ^{bc}	5.16±1.20 ^{ab}	4.86±0.81 ^a	4.16±0.99 ^{cd}	4.83±0.94 ^{bc}
	ถุงโพลีไพรอีน	4	เกลือไอโอดีน	4.70±1.41 ^{bc}	4.20±1.58 ^{de}	4.66±1.21 ^a	4.90±0.96 ^b	4.90±1.29 ^{bc}
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	4.46±1.10 ^{bc}	3.73±1.70 ^d	3.86±1.47 ^b	4.36±1.43 ^{bcd}	4.56±0.85 ^{bc}
	ถุงโพลีไพรอีน	30	เกลือไอโอดีน	4.36±1.27 ^{bc}	3.80±1.64 ^d	4.73±1.41 ^a	4.73±0.98 ^{bc}	5.06±0.90 ^{ab}
2	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	5.00±1.34 ^{ab}	5.33±.76 ^a	5.30±1.12 ^a	5.43±1.3 ^a	4.90±0.71 ^b
	ถุงโพลีไพรอีน	4	เกลือสมุทร	4.73±0.91 ^b	5.30±1.24 ^a	5.00±1.02 ^{ab}	5.33±0.96 ^a	5.06±0.58 ^{ab}
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	2.80±0.66 ^c	1.50±0.51 ^b	2.36±0.49 ^c	2.30±0.47 ^b	2.20±0.41 ^c
	ถุงโพลีไพรอีน	30	เกลือสมุทร	2.46±0.90 ^c	1.00±0.00 ^c	1.66±0.48 ^d	1.96±0.56 ^{bc}	2.06±0.58 ^{cd}
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	5.30±1.15 ^a	5.10±1.06 ^a	5.16±0.70 ^{ab}	4.93±1.76 ^a	5.20±0.66 ^a
	ถุงโพลีไพรอีน	4	เกลือไอโอดีน	5.23±1.07 ^{ab}	4.96±1.00 ^a	4.86±1.01 ^b	5.13±1.28 ^a	5.33±0.76 ^a
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	2.96±0.81 ^c	1.66±0.48 ^b	2.36±0.49 ^c	2.30±0.47 ^b	2.00±0.00 ^{cd}
	ถุงโพลีไพรอีน	30	เกลือไอโอดีน	2.63±0.72 ^c	1.33±0.48 ^{bc}	1.66±0.48 ^d	1.63±0.49 ^c	1.86±0.35 ^d

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเชื้อ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
3	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	4.46±1.91 ^a	4.03±1.33 ^b	4.46±1.76 ^a	4.16±1.46 ^{ab}	4.93±1.33 ^a
	ถุงโพลีโพรทิลีน	4	เกลือสมุทร	3.26±1.41 ^b	3.23±1.30 ^c	3.36±1.67 ^b	3.76±1.45 ^b	3.66±1.51 ^b
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	3.36±1.33 ^b	4.40±1.28 ^{ab}	3.53±1.14 ^b	4.10±1.16 ^b	3.86±1.45 ^b
	ถุงโพลีโพรทิลีน	30	เกลือสมุทร	4.53±1.33 ^a	4.86±1.36 ^a	4.90±1.24 ^a	4.70±0.95 ^a	5.26±0.90 ^a
4	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	4.53±1.85 ^a	3.96±1.35 ^b	4.53±1.70 ^a	4.30±1.44 ^{ab}	5.00±1.29 ^a
	ถุงโพลีโพรทิลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.23±1.38 ^b	3.16±1.21 ^c	3.26±1.62 ^b	3.73±1.48 ^b	3.60±1.45 ^b
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	3.36±1.33 ^b	4.33±1.18 ^{ab}	3.60±1.16 ^b	4.03±1.03 ^{ab}	3.83±1.39 ^b
	ถุงโพลีโพรทิลีน	30	เกลือไอโอดีน	4.56±1.36 ^a	4.83±1.23 ^a	4.80±1.19 ^a	4.63±0.85 ^a	5.20±0.89 ^a
5	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	4.80±0.81 ^{ab}	4.63±1.45 ^a	5.10±1.35 ^a	4.93±1.20 ^a	5.03±1.27 ^{ab}
	ถุงโพลีโพรทิลีน	4	เกลือสมุทร	4.83±1.32 ^{ab}	4.56±1.14 ^a	4.53±1.46 ^{ab}	4.93±1.36 ^a	5.16±0.99 ^a
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	4.30±0.92 ^b	4.33±1.03 ^b	4.13±1.43 ^{ab}	4.13±1.07 ^b	4.40±1.33 ^b
	ถุงโพลีโพรทิลีน	30	เกลือสมุทร	4.96±1.38 ^a	4.50±1.46 ^a	3.56±1.33 ^c	4.13±1.41 ^b	4.36±1.52 ^b
6	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	4.76±0.82 ^{ab}	5.00±1.26 ^a	5.20±1.24 ^a	4.93±1.20 ^a	5.36±1.13 ^a
	ถุงโพลีโพรทิลีน	4	เกลือไอโอดีน	4.86±1.33 ^{ab}	4.56±1.22 ^{ab}	4.70±1.44 ^{ab}	4.96±1.38 ^a	5.26±0.98 ^a
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	4.30±0.92 ^b	4.30±1.06 ^b	4.06±1.48 ^{bc}	4.03±1.10 ^b	4.63±1.22 ^b
	ถุงโพลีโพรทิลีน	30	เกลือไอโอดีน	5.00±1.39 ^a	4.73±1.34 ^{ab}	3.56±1.41 ^c	4.16±1.42 ^b	4.60±1.45 ^b

a,b,c ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 4.16 การทดสอบด้านความเค็มของพลาสติกแตกเดี่ยวที่ผ่านการทอด ซึ่งเก็บภายใต้สภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 6 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ภาชนะบรรจุ	อุณหภูมิการเก็บ (องศาเซลเซียส)	ชนิดเกลือ	ความเค็ม
0	-	-	เกลือสมุทร	1.56±0.50 ^a
	-	-	เกลือไอโอดีน	1.80±0.40 ^a
1	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	1.56±0.50 ^a
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือสมุทร	2.70±0.92 ^d
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	2.03±0.49 ^c
	ถุงโพลีโพรไพลีน	30	เกลือสมุทร	3.10±0.66 ^{bc}
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.76±0.86 ^a
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.23±1.04 ^b
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	2.76±0.43 ^{cd}
	ถุงโพลีโพรไพลีน	30	เกลือไอโอดีน	2.56±0.73 ^d
2	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	2.53±0.51 ^d
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือสมุทร	2.06±0.58 ^{abc}
	ถุงกระดาษ	30	เกลือสมุทร	2.06±0.58 ^{abc}
	ถุงโพลีโพรไพลีน	30	เกลือสมุทร	2.20±0.40 ^{ab}
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	1.90±0.71 ^{bcd}
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือไอโอดีน	2.23±0.67 ^a
	ถุงกระดาษ	30	เกลือไอโอดีน	2.06±0.58 ^{abc}
	ถุงโพลีโพรไพลีน	30	เกลือไอโอดีน	1.70±0.46 ^d
3	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.36±1.06 ^a
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือสมุทร	2.80±1.09 ^b
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.50±0.97 ^a
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.53±1.04 ^a
4	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	3.43±1.04 ^a
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือสมุทร	2.77±1.07 ^b
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.57±0.94 ^a
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.57±1.01 ^a
5	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	2.97±1.07 ^b
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือสมุทร	3.87±0.82 ^a
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.23±0.97 ^b
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.83±0.75 ^a
6	ถุงกระดาษ	4	เกลือสมุทร	2.93±1.05 ^b
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือสมุทร	3.70±0.75 ^a
	ถุงกระดาษ	4	เกลือไอโอดีน	3.13±0.94 ^b
	ถุงโพลีโพรไพลีน	4	เกลือไอโอดีน	3.77±0.73 ^a

^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณไอโอดีนและปริมาณความชื้นจากตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวที่รับซื้อจากท้องตลาดจำนวน 8 แหล่ง คือ จังหวัดปราจีนบุรี สุพรรณบุรี สิงห์บุรี สมุทรสงคราม นครปฐม ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ 2 แหล่ง พบว่า พลาสติกแคะเดี่ยวทั้ง 8 แหล่งมีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 43.8 ± 8.1 – 75.0 ± 9.4 และปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างพลาสติกแคะเดี่ยวมีปริมาณค่อนข้างต่ำคืออยู่ระหว่าง 4.3 ± 0.6 – 13.4 ± 0.9 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง

การใช้เกลือเสริมไอโอดีนในการผลิตพลาสติกแคะเดี่ยว โดยใช้ร้อยละของเกลือ 4 5 และ 6 เปรียบกับการใช้เกลือสมุทรร้อยละ 4 พบว่าค่า a_w และพีเอชของตัวอย่างทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกัน และเกลือไอโอดีนมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์โดยค่าความสว่างจะลดลงเมื่อปริมาณไอโอดีนเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่า a^* และ b^* จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไอโอดีนในแต่ละตัวอย่าง พบว่าพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนร้อยละ 6 จะมีปริมาณไอโอดีนสูงที่สุด โดยมีปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างดิบและทอด 96.5 ± 8.74 และ 103.9 ± 8.98 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันตัวอย่างที่เสริมไอโอดีนร้อยละ 6 ยังพบปริมาณความชื้นต่ำที่สุด โดยมีปริมาณความชื้นในตัวอย่างดิบและทอดร้อยละ 36.80 ± 2.12 และ 45.8 ± 3.71 ตามลำดับ และพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนร้อยละ 4 ได้รับความยอมรับด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด

การศึกษาเปรียบเทียบสภาวะและอายุการเก็บของพลาสติกแคะเดี่ยวระหว่างตัวอย่างที่ใช้เกลือสมุทรร้อยละ 4 กับพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนร้อยละ 4 ในภาชนะบรรจุ และอุณหภูมิที่ต่างกัน พบว่าการเก็บพลาสติกแคะเดี่ยวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสพลาสติกแคะเดี่ยวเสื่อมเสียภายใน 2 วัน ขณะที่การเก็บภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ เพียงเล็กน้อย และไม่เสื่อมเสียเมื่อเก็บนาน 7 วัน โดยเมื่อบรรจุในถุงกระดาษมีการสูญเสียความชื้นมากกว่าเก็บในถุง โพลีโพลีเอทิลีน และพลาสติกแคะเดี่ยวเมื่อเก็บในถุง โพลีโพลีเอทิลีนจะเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์มากกว่าการเก็บในถุงกระดาษ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเปรียบเทียบผลของเกลือเสริมไอโอดีนที่ผลิตจากเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ ที่มีต่อคุณภาพของพลาสติกแคะเดี่ยวเพิ่มเติม
2. ควรมีการให้ความรู้ผู้ผลิตพลาสติกแคะเดี่ยวในด้านการผลิตที่ดี หรือมีการอบรมการทำ จีเอ็มพี (GMP) สำหรับสถานที่ผลิต เพื่อช่วยให้อายุการเก็บพลาสติกแคะเดี่ยวนานขึ้น
3. ควรมีการศึกษาการใช้สารอื่น เช่น น้ำส้มสายชู หรือ ไลโคซาน ในพลาสติกแคะเดี่ยวเสริมไอโอดีนเพื่อให้มีอายุการเก็บที่นานขึ้น และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

บรรณานุกรม

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. คู่มือการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ. กรมอนามัย. 2550. คู่มือการดำเนินงานการป้องกันภาวะปัญญาอ่อนจากภาวะต่อมไทรอยด์บกพร่องและเป็นนิติโคตมูเรีย : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- กองโภชนาการ. 2535. งานควบคุมโรคขาดไอโอดีนในประเทศไทย อดีต ปัจจุบัน และอนาคต : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- ชุติมา อิศวเสถียร วรรณมา ตูลยชัย ศักดิ์คำ จงแก้ววัฒนา. 2543. “ประสิทธิภาพการเสริมไอโอดีนในข้าว.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต วิทยานนท์. 2549. ปลาน้ำจืดไทย. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เนาวรัตน์ บุญรักษ์. 2553. “พฤติกรรมการป้องกันภาวะการขาดสารไอโอดีนของหญิงมีครรภ์และระดับไทรอยด์ฮอร์โมนของทารกแรกเกิดในจังหวัดพังงา.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการส่งเสริมสุขภาพ, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- บุญน่อง แสนบัณฑิต ให้สัมภาษณ์, 10 กุมภาพันธ์ 2553. คุยกับ น้อยใจบุญ ผู้สัมภาษณ์. กระบวนการผลิตพลาสติกแตกเดี่ยว. บ้านเลขที่ 55 หมู่ 1 ตำบลบ้านระกาศ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ.
- บุษกร อุดรภิชชาติ. 2552. จุลชีววิทยาทางอาหาร. สงขลา : บริษัทนำศิลป์โฆษณา จำกัด. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. - ธ.ก.ส. 2552. พลาสติกแตกเดี่ยว. มก.-ธ.ก.ส. 089/2552. กรุงเทพฯ.
- มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2538. จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. นนทบุรี : โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต. มยุรี ผ่องผุดพันธ์ อัญญาดา ตั้งควงดี และนพมาศ อินทร์กล้า. 2551. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับการทำพลาสติกแตกแห้ง. บทความวิทยุกระจายเสียงรายการ “วันนี้กับวิทยาศาสตร์.” ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ.
- ราชกิจจานุเบกษา. 2553. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เกล็ดบริโภคน. กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข 127(115).
- วิชุดา สังข์แก้ว. 2554. ผลิตภัณฑ์เนื้อ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- วิรัชชัย อารีกุล ประมวล ศรีกาหลง. 2553. การออกแบบ สร้างและการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องผสมเกล็ดไอโอดีนชนิดรีบอนตันแบบ. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2537. การนำเสียของอาหารและการป้องกัน. สงขลา : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมบุญ ชินบุตร บังเอิญ กล้าสุวรรณ พงศ์สุรางค์ เสนีวงศ์ ตำแหน่ง สินสวาท นันทยา ใจเทศ. 2551. ปลาแร่เสริมไอโอดีน: ทางเลือกใหม่ในการป้องกันโรคขาดสารไอโอดีน. ขอนแก่น: กลุ่มพัฒนาการส่งเสริมสุขภาพและพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อมศูนย์อนามัยที่ 6 กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

อรประพันธ์ ส่งเสริม สุเจตน์ ชื่นชม สุชาติ สงวนพันธ์ อรทัย ไตรวุฒานนท์ อรรณวดี พลายบุญ วรรณิ ชิวปริษา ทวีศักดิ์ ส่งเสริม แสงโสม สีนะวัฒน์ และสายพิณ โชติวิเชียร. 2548. การเสริมธาตุไอโอดีนในอาหารไก่ไข่เพื่อเป็นการผลิตไข่ไก่เสริมไอโอดีนแบบเป็นอุตสาหกรรม. นครปฐม : ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA

Eckhoff K, M. and Maage Amund, 1997, Iodine Content in Fish and Other Food Products from East Africa Analyzed by icp-ms, Journal of Food Composition and Analysis, 10, 270-282

Feilu, Jian-You Zhang, Shu-Lai Liu, Yan Wang and Yu-Ting Ding, 2011, Chemical, microbiological and sensory changes of dried *Acetes chinensis* during accelerated storage, Food Chemistry, 127, 159-168.

Fraser, O.P., and Sumar S. 1998. Composition changes and spoilage fish (part II) microbiological induced deterioration. Nutrition Food Science. 6 (3): 325-329.

FDA, 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance. Fourth Edition, Department of Health and Human Services Food and Drug Administration. Florida Sea Grant IFAS, U.S.A.

Lauritzen, Km. 2004. Quality of salted cod (*Gadus morhua* L.) as influenced by raw material and salt composition. Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, Norway.

Moxon, R.E.D and Dixon, E.J. 1980. Semi-automatic method for the determination of total iodine in food. Analyst. 105 : 344 - 52.

Patir, B. Inanli, A.G., Oksuztepe, G. and IHHak, O. I. 2006. Microbiological and Chemical Qualities of Salted Grey Mullet (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811). International Journal of Science & Technology, 1(2), 91-98.

- Prakash, S., Jeyasanta, I., Carol, R. and Patterson, J. 2011. Microbial Quality of Salted and Sun Dried Sea Foods of Tuticorin Dry Fish Market, Southeast Coast of India. *International Journal of Microbiological Research*, 2 (2), 188-195.
- Sangkaew, W. 2003. Meat Products. Food Science and Technology, The University of the Thai Chamber of Commerce, Bangkok. 88p.
- Van, M.N. 2007. The Effects of Storing and Drying on the Quality of Cured, Salted Cod. Nha Trang University Nguyen Dinh Chieu, Nha Trang. Vietnam.
- Suwanchongsati, W., Oupadissakoon, C., Yamprayoon, J. and Jangchud, K. 2004. Frying Process Improvement and Shelf Life Studies of Fried Boneless Salted Sepat-Siam. 38: 142 – 149.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

1. การหาความชื้นโดยวิธี Halogen drying

วิธีการทดลอง

- 1.1 อบจานอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในตู้อบแห้งสุญญากาศ
- ทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น
- 1.2 ชั่งน้ำหนักจานอะลูมิเนียมในเครื่อง Halogen drying และปรับให้เป็น 0
- 1.3 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม
- 1.4 ตั้งโปรแกรมการใช้งาน และโปรแกรมการพิมพ์ข้อมูล
- 1.5 กดปุ่ม start เครื่องจะเริ่มทำงาน รอจนจานอะลูมิเนียมใส่ตัวอย่างเดือนออกจากเครื่องเป็นการสิ้นสุดการหาความชื้น

2. การวัดค่า pH โดยใช้เครื่อง pH meter

วิธีการทดลอง

- 2.1 เปิดเครื่องล้างปลายแท่ง pH meter
- 2.2 Calibrate เครื่องทุกครั้งก่อนการใช้งาน โดยจุ่มลงในสารละลายบัฟเฟอร์ที่ pH 4 และ 7 อ่านค่าให้ตรง กดบันทึก
- 2.3 วัดสารละลายตัวอย่าง โดยในแต่ละครั้งของการวัดจะต้องล้างที่ปลายแท่ง pH meter ด้วยน้ำกลั่น
- 2.4 เมื่อใช้งานเสร็จล้างล้างที่ปลายแท่ง pH meter ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในหลอดที่มีน้ำกลั่นตลอดเวลา

3. การวัดค่า a_w ด้วยเครื่องวัด AQUA LAB series 3 TE Washington

วิธีการทดลอง

- 3.1 เปิดเครื่องทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง
- 3.2 Calibrate เครื่องโดยใส่ตลับชดิกกาเจล รอจนเครื่องแสดงค่าบันทึกค่าที่ได้
- 3.3 นำตัวอย่างใส่ในตลับ ใส่ลงในเครื่องปิดฝาเครื่อง รอเครื่องทำการอ่านค่าที่ได้ ทำซ้ำ 3 ครั้ง

4. การวิเคราะห์ไอโอดีน (Mon and Dixon, 1980)

4.1 การเตรียมสารละลาย

4.1.1 สารละลาย Potassium Carbonate เข้มข้น 30 % w/v ชั่ง K_2CO_3 150 g ละลายด้วย DI Water ให้มีปริมาตรสุดท้าย 500 ml

4.1.2 สารละลาย Zinc Sulfate เข้มข้น 10 % w/v ชั่ง $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 50 g ละลายด้วย DI Water ให้มีปริมาตรสุดท้าย 500 ml

4.1.3 สารละลาย Potassium thiocyanate เข้มข้น 0.023 % ชั่ง KSCN 0.23 g ละลายด้วย DI Water ให้มีปริมาตรสุดท้าย 1000 ml

4.1.4 สารละลาย Sodium nitrite เข้มข้น 2.07 % w/v ชั่ง $NaNO_2$ 2.07 g ละลายด้วย DI Water ให้มีปริมาตรสุดท้าย 100 ml

4.1.5 สารละลาย Ammonium Iron sulfate (FAS) ชั่ง $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 77 g ละลายด้วย DI Water เติม HNO_3 Conc. 167 ml ปรับปริมาตรสุดท้าย 1000 ml ด้วย DI Water

4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

4.2.1 สารละลายมาตรฐานไอโอดีน ความเข้มข้น 4 g/L

ตักสาร Potassium Iodide (KI) 1 g ใส่ใน weight bottle แล้วนำไปใส่ใน Desiccator ที่แห้ง คั้น ชั่ง KI 0.5232 g ละลายด้วย DI Water ให้มีปริมาตรสุดท้าย 100 ml

4.2.2 สารละลายมาตรฐานไอโอดีน ความเข้มข้น 40 mg/L

Pipette สารละลายมาตรฐานไอโอดีน ความเข้มข้น 4 g/L มา 1 ml ใส่ใน Vol.Flask 100 ml ปรับปริมาตรให้ครบด้วย DI Water

4.2.3 สารละลายมาตรฐานไอโอดีน ความเข้มข้น 200 ng/ml

Pipette สารละลายมาตรฐานไอโอดีน ความเข้มข้น 40 mg/L มา 1 ml ใส่ใน Vol.Flask 200 ml ปรับปริมาตรให้ครบด้วย DI Water

4.2.4 สารละลายมาตรฐาน Working Standard

ปริมาณ Std.KI Conc.	ปริมาณ 30 %	ปรับปริมาณ	ความเข้มข้น
200ng/ml	K_2CO_3		ng/ml
0 ml	1 ml	ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย DI Water	0
2 ml	1 ml	ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย DI Water	4
4 ml	1 ml	ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย DI Water	8
6 ml	1 ml	ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย DI Water	12
8 ml	1 ml	ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย DI Water	16
10ml	1 ml	ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย DI Water	20

4.3 การวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน

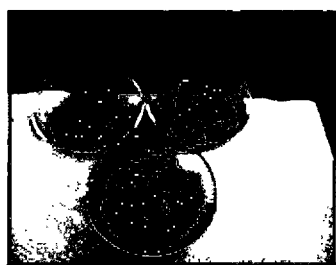
4.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำพลาสติกแตกเดี่ยวแบบสดและแบบทอดมาแกะก้างออก นำเนื้อมาตีปั่นด้วยเครื่อง Blender บดเนื้อจนละเอียดเป็นเวลา 5 นาที

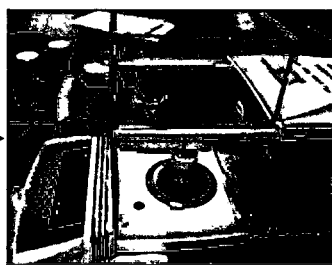
4.3.2 การวิเคราะห์

ชั่งเนื้อพลาสติกแตกเดี่ยวทั้งแบบสดและแบบทอด ทั้ง 6 ตัวอย่าง ๆ ละ 0.5 กรัม เติมสารละลายโปรตัสเซียม 30% เติม เติมซินซัลเฟต 10 % ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และนำไปไล่ความชื้นบน Hotplate จากนั้นนำไปเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C นาน 2 ชั่วโมง จนเป็นเถ้าสีขาว นำเถ้าไปละลายน้ำ DI Water 50 ml และนำไปเข้าเครื่อง Centrifuge ด้วยความเร็ว 2000 พก รอบ/นาที นาน 10 นาที รินน้ำใสๆ ใส่ในขวด ปิดฝา เติมน้ำกลั่น Standard จำนวน 4 ml ลงในหลอดทดลอง เติม 1 ml DI Water เติม 1 ml 2.07 % โซเดียมไนเตรท 20 นาที และนำไปวัดค่าการดูดแสง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าไอโอดีน



1. นำเนื้อพลาสติกแคดเดียว มาตีป่น



2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 0.5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)



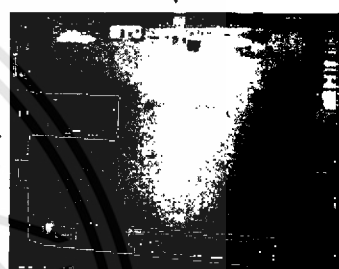
3. ใส่โปรตัสเซียมซัลเฟต, ซินซัลเฟต ในตัวอย่างอาหาร



6. นำตัวอย่างเข้าเตาเผา (Furnace) จนเป็นเถ้าสีขาว



5. วางตัวอย่างบนเครื่อง Hotplate เพื่อไล่ความชื้น



4. นำไปอบด้วยเตาอบ (Hot Air Oven)



7. เถ้าจากการเผาตัวอย่างอาหาร



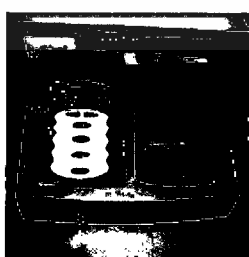
8. นำเถ้าไปละลายน้ำ DI Water แล้วนำเข้าเครื่องเขย่าสารละลาย (Centrifuge)



9. นำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 8 มารินน้ำใส ๆ ใส่ ขวด Polythylene



11. วัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหา ความเข้มข้นของสาร



10. นำตัวอย่างอาหาร ใส่โซเดียมไนเตรท เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. การวัดสี Minolta CR 400

วิธีการใช้เครื่องวัดสีหือ Minolta รุ่น CR 400

1.1 ทำการ Calibration เครื่องก่อนใช้ โดยเทียบมาตรฐานในการวัดสีของเครื่องกับแผ่นมาตรฐาน โดยนำกระบอกวัดสีไปแตะกับแผ่นเซรามิก จากนั้นกดปุ่ม Calibrate บนเครื่อง เครื่องจะทำการวัดสีของแผ่นเซรามิก จากนั้นเทียบว่าค่าของเครื่องที่อ่านได้ว่าค่าสีมีค่าเท่ากับ $Y = 92.2$ $X = 31.38$, $y = 0.3197$ หรือไม่ว่าที่อ่านได้สามารถคลาดเคลื่อนได้ ± 0.01

1.2 นำตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในภาชนะสำหรับวัดสี

1.3 นำตัวอย่างภาชนะที่บรรจุตัวอย่างเรียบร้อยแล้วมาวัดสี โดยใช้กระบอกวัดสี กดปุ่ม measure อ่านค่า L^* a^* และ b^*

1.4 อ่านค่าสีที่ปรากฏบนจอแสดงผล บันทึกผลและทำซ้ำ 3 ครั้ง

2. การวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส

ทำการวิเคราะห์ลักษณะทางเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyser TA.XT plus ตรวจวัดตัวอย่างพลาสติกด้านละ 3 ครั้ง (รวมตัวเลข 6 ครั้ง) รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถานะที่ใช้ในการวัด

Probe	:	P/5
Pre-Test Speed	:	2.0 mm/s
Test Speed	:	2.0 mm/s
Post-Speed	:	10.0 mm/s
Target Mode	:	distance
Distance	:	5 mm
Trigger type	:	Auto
Trigger force	:	10 g
Break Mode	:	off
Stop Plot At	:	Start Position
Tare Mode	:	Auto
Advance Position	:	On
Control Oven	:	Disable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. การตรวจเชื้อ *Staphylococcus aureus*

1.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ *Staphylococcus aureus*

1.1.1 Baird - Parker Agar

A. Basal medium

Peptone	10.0	g
Meat extract	5.0	g
Yeast extract	1.0	g
Sodium pyruvate	10.0	g
Glycine	12.0	g
Lithium chloride	5.0	g
Agar	15.0	g
น้ำกลั่น	1.0	L

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น โดยการต้มให้เดือด นึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง

Autoclave 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

- 1 นำไข่แดงที่ผสมแล้ว 50 มิลลิลิตร ผสมกับ 10 มิลลิลิตร 10% potassium tellurite ที่นำมาทำให้ปลอดเชื้อโดยการกรองด้วย membrane filter เก็บไว้ในตู้เย็น 2-8 องศาเซลเซียส
- 2 ผสม Egg-york tellurite emulsion (B) 60 มิลลิลิตร กับ Basal medium (A) ที่อุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส จนเข้ากันดีแล้วเทใส่จานเพาะเลี้ยง

B. Egg-york tellurite emulsion

- 1 ล้างไข่สดให้สะอาด ใช้ฟองน้ำถูเบา ๆ ทิ้งไว้ให้แห้ง นำไข่ไก่แช่ในแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 นาน 1 ชั่วโมง แยกไข่ขาวออกจากไข่แดง โดยใช้ aseptic technique ระวังอย่าให้ไข่แดงแตกลงในภาชนะที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
- 2 ทำการผสมไข่แดงกับ normal saline อัตราส่วน ไข่แดง 1 ส่วน ต่อ normal saline 1 ส่วน

1.2 การเตรียมน้ำยาเจือจาง (Diluent)

Butterfield's phosphate buffered

A. การเตรียมสารละลายสต็อก

ละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 g ในน้ำกลั่น 500 ml ปรับ pH 7.2 ด้วยสารละลาย 1.0 NaOH แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L แล้วนำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อใน Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

B. การเตรียม Dilution blank

ตวงสารละลายสต็อก 1.25 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่นตวงใส่ขวดปรับปริมาตร 450 ml (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 50 g) หรือตวงใส่ขวดปริมาตร 225 ml (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 g) แล้วนำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อใน Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.3 การตรวจ *Staphylococcus aureus*

1.3.1 วิธีการวิเคราะห์หาเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในพลาสติกด้วยวิธี Direct plate count

การตรวจเชื้อ *Staph. aureus* ในอาหารมีทั้งการตรวจหาเชื้อทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยเชิงปริมาณนั้นมักเป็นการตรวจนับด้วยวิธีที่เรียกว่า direct plate count ซึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีอยู่ในอาหารบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อเฉพาะ (selective plating medium) โดยตรงแล้วทำการตรวจนับโคโลนีที่ให้ลักษณะเฉพาะว่าเป็น *Staph. aureus* ซึ่งโดยมากมักใช้ในการตรวจหาเชื้อในอาหารที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจาก *Staph. aureus* การตรวจหาเชื้อ *Staph. aureus* ในเชิงปริมาณ คือ นับปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* ทุกโคโลนีโดยนำตัวอย่างจากระดับความเจือจางที่นับได้ เพาะเลี้ยงลงบนอาหารแข็งเฉพาะ BP medium+ egg yolk โดยตรง นับจำนวนเชื้อที่ให้ลักษณะเฉพาะ จากนั้นนำไปทดสอบขึ้นเอ็นไซม์ coagulase ซึ่งอาศัยหลักการที่ว่า plasma กระด่ำยที่นำมาใช้ในการทดสอบ ยังมีองค์ประกอบของ fibrin และ fibrinogen อยู่เมื่อเชื้อ *Staph. aureus* เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีการสร้างเอ็นไซม์ coagulase ออกมา เมื่อทำการเติม rabbit plasma ลงในหลอดเพาะเลี้ยงเชื้อ เอ็นไซม์ coagulase จะทำปฏิกิริยากับ fibrin และ fibrinogen เกิดการแข็งตัว (clot) ขึ้น

วิธีการวิเคราะห์

- 1) เตรียมตัวอย่างเนื้อพลาสติกแคดเดียว 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ
- 2) เติมน้ำยาเจือจาง 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่อง stomacher
- 3) ทำการเจือจางตัวอย่าง 6 ระดับการเจือจางตามความเหมาะสมด้วยน้ำยาเจือจางปริมาตร 9 มิลลิลิตร
- 4) คูดตัวอย่างแต่ละระดับการเจือจางหยดลงบน BP medium ที่มีการเติมไข่แดงที่ปราศจากเชื้อระดับความเจือจางละ 2 งานเพาะเชื้อ งานละ 0.1 มิลลิลิตร

- 5) ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอล (L) ทำการเกลี่ยเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อให้ทั่วตามวิธี spread plate ให้ครบทุกระดับการเจือจาง
- 6) บ่มเพาะเชื้อทั้งหมดในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง
- 7) ตรวจสอบโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *Staph. aureus* ตามลักษณะที่เจริญในอาหารแต่ละชนิดซึ่ง *Staph. aureus* จะมีเอนไซม์ lecithinase ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับ lecithin ในไข่แดงทำให้เกิดตะกอนของเกลือฟอสเฟต เห็นเป็นตะกอนขุ่น (opaque zone / creamy zone) รอบโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหาร
- 8) นำลักษณะโคโลนีที่สงสัยว่าจะเป็น *Staph. aureus* ไปทดสอบการสร้างเอนไซม์ coagulase ต่อไป
- 9) รายงานจำนวน *Staph. aureus* ที่ได้ในลักษณะของเอนไซม์ coagulase positive *Staph. aureus*

2. การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

2.1 การเตรียมอาหาร Plate count agar (PCA)

Tryptone	5	g
Yeast extract	2.5	g
Dextrose	1	g
Agar	15	g
น้ำกลั่น	1.0	L

ซึ่งส่วนผสมตามสูตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ต้มจนวุ้นหลอมละลาย จากนั้นแบ่งใส่ขวดแก้วขวดละ 250 มิลลิลิตร และนำไปฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2.2 การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยเทคนิค pour plate

- 1) เตรียมตัวอย่างเนื้อพลาสติกแคคเคียว 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ
- 2) เทน้ำยาเจือจาง 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้า กันด้วยเครื่อง stomacher
- 3) ทำการเจือจางตัวอย่าง 6 ระดับการเจือจางตามความเหมาะสมด้วยน้ำยาเจือจาง ปริมาตร 9 มิลลิลิตร
- 4) คูดตัวอย่างแต่ละระดับการเจือจาง ปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงบนจานเพาะเชื้อ เททับด้วยอาหาร PCA และวนให้ตัวอย่างกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ
- 5) ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว จากนั้นคำนวณลงบ่มที่ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชม.
- 6) ในการตรวจนับให้เลือกจานอาหารที่มีจำนวน โคโลนีอยู่ประมาณ 30-300 โคโลนี แล้วนับจำนวนจากจานอาหารที่ระดับการเจือจางนั้น หาค่าเฉลี่ยบนจำนวนจานอาหารทั้ง 2 แล้วคำนวณหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่อตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการคำนวณ

จำนวนจุลินทรีย์ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหาร 2 จานที่ระดมการเจือจางเดียวกัน \times ส่วนกลับของระดับการเจือจางมีหน่วยเป็น CFU (Colony forming unit) ต่อ มิลลิลิตร

3. การตรวจยีสต์ รา

3.1 สูตรอาหาร Dichloran Glycerol (DG-18) Agar Base

Peptone	5	g
Glucose.	10	g
Monopotassium Phosphate	1	g
Magnesium Sulfate	0.5	g
Zinc Sulfate	0.01	g
Copper Sulfate	0.005	g
Dichloran	0.002	g
Chloramphenicol	0.05	g
Chlortetracycline	0.05	g
Agar	15	g

ชั่งส่วนผสมตามสูตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมกลีเซอรอล 220 g ต้มจนวุ้นหลอมละลาย จากนั้นแบ่งใส่ขวดแก้วขวดละ 250 มิลลิลิตร และนำไปฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

3.2 การตรวจนับปริมาณยีสต์ราทั้งหมดแบบด้วยเทคนิค pour plate

3.2.1 เตรียมตัวอย่างเนื้อพลาสติกแฉะเดี่ยว 25 กรัม ลงในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ

3.2.2 เทน้ำยาเจือจาง 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่อง stomacher

3.2.3 ทำการเจือจางตัวอย่าง 6 ระดับการเจือจางตามความเหมาะสมด้วยน้ำยาเจือจาง ปริมาตร 9 มิลลิลิตร

3.2.4 คูณตัวอย่างแต่ละระดับการเจือจาง ปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงบนจานเพาะเชื้อ เททับด้วยอาหาร DG18 และวนให้ตัวอย่างกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

3.2.5 ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว จากนั้นคว่ำจานลงบ่มที่ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

3.2.6 ในการตรวจนับให้เลือกจานอาหารที่มีจำนวน โคโลนีอยู่ประมาณ 30-300 โคโลนี แล้วนับจำนวนจากจานอาหารที่ระดับการเจือจางนั้น หาค่าเฉลี่ยบนจำนวนจานอาหารทั้ง 2 แล้วคำนวณหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่อตัวอย่างอาหาร

สูตรการคำนวณ

จำนวนจุลินทรีย์ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหาร 2 จาน ที่ระดับการเจือจางเดียวกัน \times สวนกลับของระดับการเจือจางมีหน่วยเป็น CFU (Colony forming unit) ต่อ มิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์พลาสติกแตกเดี่ยว(ทอด)

ชื่อ

วันที่ เดือน พ.ศ. 2555

1. ข้อมูลส่วนตัว กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

เพศ หญิง ชายอายุ 15 - 20 ปี 21 - 25 ปี 26 - 30 ปี 31 - 40 ปี 40 ปีขึ้นไป

2. ความชอบผลิตภัณฑ์

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของท่าน

ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านต่าง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย

4 = เฉย ๆ 5 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบมาก 7 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ/รหัสตัวอย่าง				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

3. ความเต็มของผลิตภัณฑ์

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างและให้คะแนน โดยให้คะแนนตามระดับความเต็มของ

ผลิตภัณฑ์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1 = ไม่เต็ม 2 = เต็มเล็กน้อย 3 = เต็มปานกลาง 4 = เต็มมาก 5 = เต็มมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง				
ระดับความเต็ม				

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์พลาสติกแฉกเดี่ยวเสริมไอโอดีน(ดิบ)

ชื่อนามสกุล

วันที่ เดือน พ.ศ. 2555

1. ข้อมูลส่วนตัว กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

เพศ หญิง ชาย

อายุ 15 - 20 ปี 21 - 25 ปี 26 - 30 ปี

31 - 40 ปี 40 ปีขึ้นไป

2. ความชอบของผลิตภัณฑ์

คำแนะนำ กรุณาพิจารณาคูณลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านต่าง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉย ๆ

5 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบมาก 7 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ/รหัสตัวอย่าง				
สี				
กลิ่นพลาสติก				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

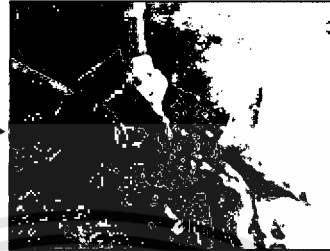
ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการประเมิน

ภาคผนวก จ

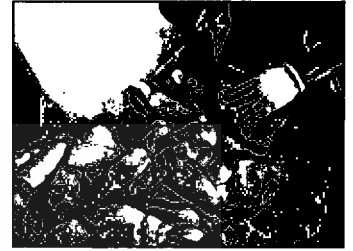
ขั้นตอนวิธีการทำพลาสติกแตกเดียว



1. แช่พลาสติกในถังน้ำแข็ง



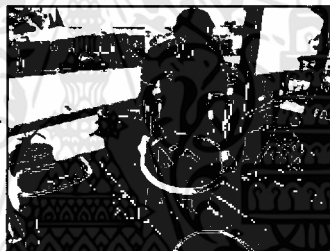
2. ขอดเกล็ด



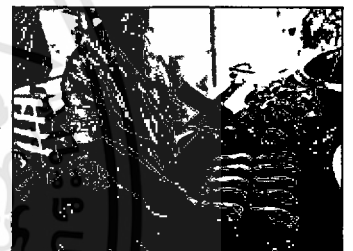
3. ตัดหัว คัดไส้



6. ตากปลา



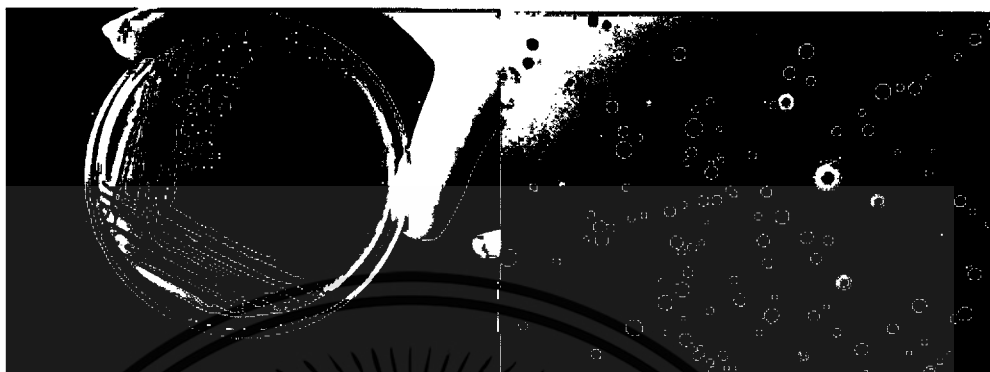
5. เกล็ดเกล็ด



4. คัดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
เชื้อ *Staphylococcus sp.*



ภาพที่ ฉ.1 , ฉ. 2 การเกิดโซนใสของ *Staphylococcus sp.* ที่พบในพลาสติกแตกเคี้ยวบนอาหาร Bird parker agar ที่เติมไข่แดง



ภาพที่ ฉ.3 ผลการตรวจวัดการสร้างเอนไซม์โคอะกูลูเลสของเชื้อ *Staphylococcus sp.* ที่พบในพลาสติกแตกเคี้ยว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวศุภฎี น้อยใจบุญ
วัน/เดือน/ปีเกิด	25 สิงหาคม 2513
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะคหกรรมศาสตร์ (คศ.บ.) สาขาอาหารและโภชนาการ จากสถาบันเทคโนโลยี ราชมงคลจังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท คณะศึกษาศาสตร์ (กศ.ม.) ภาควิชาการศึกษาผู้ใหญ่ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2534 อาจารย์สอน โรงเรียนผลิตอาหารและขนมนานาชาติ บริษัท UFM ฟู้ดส์เซ็นเตอร์จำกัด จังหวัดกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2537 รับราชการครู วิทยาลัยสารพัดช่างกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี อาจารย์ 1 ระดับ 3 พ.ศ. 2542 รับราชการครู วิทยาลัยการอาชีพพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา อาจารย์ 1 ระดับ 5 พ.ศ. 2545 จนถึงปัจจุบัน รับราชการครู วิทยาลัยอาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา ครูชำนาญการพิเศษ